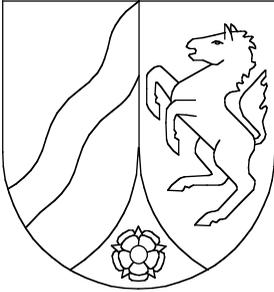


Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen



Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000

Erläuterungen

3707 Glanerbrücke / 3708 Gronau
und 3709 Ochtrup

GEOLOGISCHES LANDESAMT NORDRHEIN-WESTFALEN

Geologische Karte
von Nordrhein-Westfalen
1:25 000

Erläuterungen
zu den Blättern
3707 Glanerbrücke / 3708 Gronau
und 3709 Ochtrup

von

AREND THIERMANN

Mit Beiträgen von HANS-WOLFGANG REHAGEN und WALTER GÖTZ SCHRAPS

3 Abbildungen, 12 Tabellen und 4 Tafeln

Krefeld

1968

Herausgabe und Vertrieb:

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld

Geologische Karte Nordrhein-Westfalen 1:25 000	Erl. Bl. 3707 Glanerbrücke/ 3708 Gronau und 3709 Ochtrup	177 S.	3 Abb.	12 Tab.	4 Taf.	Krefeld 1968
--	---	--------	--------	---------	--------	-----------------

Redaktion:

Dipl.-Geol. Dr. A. THIERMANN

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen

415 Krefeld, Westwall 124

I N H A L T

	Seite
Vorbemerkungen	11
A. Morphologischer Überblick	13
B. Geologische Geschichte des Gebietes	15
C. Schichtenfolge	18
I. Oberkarbon	18
II. Zechstein	19
a) Werra-Serie (z 1)	20
1. Zechsteinkonglomerat (z 1c)	20
2. Kupferschiefer (T 1)	20
3. Zechsteinkalk (Ca 1)	20
4. Unterer Werra-Anhydrit (A 1 α)	20
5. Werra-Steinsalz (Na 1)	21
6. Oberer Werra-Anhydrit (A 1 β)	21
b) Staßfurt-Serie (z 2)	21
1. Braunroter Salzton (T 2)	21
2. Hauptdolomit-Region (Ca 2)	21
3. Anhydrit 2	22
4. Basalanhydrit (A 2)	23
5. Staßfurt-Steinsalz (Na 2)	23
6. Deckanhydrit (A 2 r)	23
c) Leine-Serie (z 3)	23
1. Grauer Salzton (T 3)	23
2. Plattendolomit (Ca 3)	24
3. Hauptanhydrit (A 3)	24
4. Leine-Steinsalz (Na 3)	25
a. Ronnenberg-Gruppe (Na 3a)	25
b. Riedel-Gruppe (Na 3b)	25
d) Aller-Serie (z 4)	25
1. Roter Salzton (T 4)	26
2. Pegmatit-Anhydrit (A 4) + Aller-Steinsalz (Na 4)	26
3. Grenzanhydrit (A 4 r)	26
III. Trias	27
a) Buntsandstein (s)	27
1. Unterer Buntsandstein (su)	27
2. Mittlerer Buntsandstein (sm)	28
a. Untere Folge (sm a)	28
b. Mittlere Folge (sm b)	29
c. Obere Folge (sm c)	29

	Seite
3. Oberer Buntsandstein (Röt) (so)	30
a. Rötsalz (so Na)	30
b. Pelitische Gruppe (so o)	30
b) Muschelkalk (m)	31
Unterer Muschelkalk (mu)	31
c) Keuper (k)	31
Rhät (ko)	32
IV. Jura	32
a) Lias (jl)	32
1. Hettangium und Sinemurium	32
2. Carixium	32
3. Domerium	33
4. Toarcium	34
b) Dogger (jb)	34
1. Bajocium	34
2. Bathonium und Callovium	35
c) Malm (jw)	36
1. Mittel-Malm	36
Oberkimmeridge (jw ε)	36
2. Ober-Malm	37
a. Gigas-Schichten (jw ζ 1 = O.M. 1) + Eimbeckhäuser Plattenkalk (jw ζ 2 = O.M. 2)	37
b. Münder Mergel (jw η 1 = O.M. 3—5)	38
Unterer Münder Mergel (O.M. 3)	38
Mittlerer Münder Mergel (O.M. 4)	38
Untere Abteilung (O.M. 4a)	38
Obere Abteilung (O.M. 4b)	39
Oberer Münder Mergel (O.M. 5)	39
c. Serpulit (jw η 2 = O.M. 6)	40
V. Wealden (w)	41
VI. Kreide	44
a) Unterkreide	44
1. Valendis	45
a. Mittelvalendis	45
<i>Platylenticeras</i> -Schichten	45
<i>robustum</i> -Schichten	45
<i>heteropleurum</i> -Schichten	47
Bentheimer Sandstein (kv B)	47
b. Obervalendis	49
<i>erectum</i> -Zwischenmittel	49
Dichotomiten-Sandstein	50
Toniges Obervalendis	50

	Seite
2. Hauterive (kh)	51
a. Unterhauterive	53
<i>senckenbergi</i> -Schichten (kh (1))	53
<i>noricum</i> -Sandstein (kh (2))	55
<i>noricum</i> -Zwischenmittel (kh (3))	57
b. Oberhauterive	58
Gildehauser Sandstein (kh G)	58
Obere <i>tennis</i> -Schichten (kh (4))	62
3. Barrême (kb)	62
a. Unterbarrême	64
<i>strombecki-Aulacoteuthis</i> -Schichten (kb (1))	64
b. Mittelbarrême	65
<i>brunsvicensis</i> -Schichten (kb (2))	65
c. Oberbarrême	67
<i>rude</i> -Schichten (kb (3))	68
<i>bidentatum-aegoceras</i> -Schichten (kb (4))	69
4. Apt (kp)	69
a. Unterapt	71
<i>tenuicostatus</i> -Schichten	71
Blätterton	72
<i>desbayesi</i> -Schichten	73
b. Oberapt	74
<i>seminodosum-drewi</i> -Schichten	74
<i>laticostatum</i> -Schichten	75
<i>nutfieldensis</i> -Schichten	77
c. Rothenberg-Sandstein (kR)	77
5. Alb (kl)	79
a. Unteralb	80
Leymeriellen-Schichten	80
b. Mittelalb	80
<i>minimus</i> -Grünsand	80
<i>splendens</i> -Ton	81
c. Oberalb	82
Flammenmergel	82
b) Oberkreide	82
1. Cenoman (kc)	82
a. Cenomanmergel (kc 1)	83
b. <i>varians</i> -Pläner (kc 2)	83
c. <i>rhotomagense</i> -Kalk (kc 3)	84
2. Turon (kt)	86
<i>labiatus</i> -Pläner (kt u)	86
3. Coniac (kco)	87

	Seite
VII. Quartär	87
a) Pleistozän	87
1. Saale-Kaltzeit	89
Drenthe-Stadium	89
a. Grundmoräne (D,M,g)	89
b. Münsterländer Hauptkiessandzug (D,G + S,gf)	89
2. Weichsel-Kaltzeit	91
a. Talsand (w,S,ta)	91
b. Uferwälle (,S,sw)	92
c. Flugsand (,S,a)	93
d. Dünen (,d)	94
b) Holozän	94
1. Talaue (,S,ta)	95
2. Moorerde (,Hm)	95
3. Niedermoor (,Hn)	96
4. Hochmoore (,Hh) (H.-W. REHAGEN)	96
a. Gildehauser Venn	98
b. Rünenberger Venn	99
D. Tektonik	101
I. Lagerungsverhältnisse der Strukturen	101
a) Struktur Ochtrup	101
b) Struktur Rothenberg	104
c) Struktur Gronau	106
d) Brechte-Mulde	108
e) Bentheim—Salzbergener Sattelzug	109
1. Bentheimer Sattel	110
2. Schüttorfer Scholle	110
3. Salzbergener Sattel	111
II. Alter der Tektonik	111
E. Nutzbare Ablagerungen	114
a) Erdöl und Erdgas	114
b) Asphalt	114
c) Steinsalz	116
d) Eisenerz	117
1. Toneisenstein	117
2. Eisenschwarten	118
3. Raseneisenstein	119
4. Schwefeleisen	119

	Seite
e) Torf	119
f) Steine und Erden	119
1. Tonstein	119
2. Kalkstein	120
3. Sandstein	121
4. Kies	121
5. Sand	121
F. Hydrogeologie	122
a) Vorbemerkung	122
b) Gewässernetz	122
c) Grundwasserneubildung	122
d) Hydrogeologische Übersicht	123
1. Hydrogeologischer Bereich 1	123
2. Hydrogeologischer Bereich 2	126
3. Hydrogeologischer Bereich 3	127
4. Hydrogeologischer Bereich 4	127
e) Grundwasserbeschaffenheit	128
1. Typen im Bereich 1	128
2. Typen im Bereich 2	129
3. Typen im Bereich 3	129
4. Typen im Bereich 4	129
f) Grundwassernutzung	131
1. Wasserwerk Bentheim	131
2. Wasserwerk Gronau	131
3. Wasserwerk Brakken	131
4. Wasserwerk Haddorf	132
g) Grundwasserreserven	132
G. Die Böden (W. G. SCHRAPS)	133
a) Die Böden auf den Ablagerungen der Trias	133
b) Die Böden auf den Ablagerungen des Juras	134
c) Die Böden auf den Ablagerungen des Wealdens	135
d) Die Böden auf den Ablagerungen der Unterkreide	135
1. Böden im Bereich der tonigen Ablagerungen	135
2. Böden im Bereich der sandigen Ablagerungen	136

e) Die Böden auf den Ablagerungen der Oberkreide	136
f) Die Böden auf den Ablagerungen des Quartärs	136
g) Nutzung der Böden	138
H. Bohrungen	139
I. Schriftenverzeichnis	161
Tafeln	177

Verzeichnis der Tafeln in der Anlage

- Tafel 1: Karte der Quartärbasis (M. KOCH)
Tafel 2: Karte der verliehenen Grubenfelder
Tafel 3: Geologische Übersichtskarte
Tafel 4: Karte der nutzbaren Steine und Erden

Anschriften der Autoren:

Dr. H.-W. REHAGEN	}	Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 415 Krefeld, Westwall 124
Dr. W. G. SCHRAPS		
Dipl.-Geol. Dr. A. THIERMANN		

Vorbemerkungen

Die erste geologische Aufnahme des Gebietes im Maßstab 1 : 25 000 erfolgte bereits durch die ehemalige Preußische Geologische Landesanstalt in Berlin vor 30 bzw. 40 Jahren. Die Blätter Glanerbrücke 3707 und Gronau 3708 wurden von BENTZ (1931) bearbeitet; zuvor hatten BÄRTLING & STACH (1923) gemeinsam das Blatt Ochtrup 3709 aufgenommen. Außer den Manuskriptblättern sind jedoch erläuternde Kartierberichte außer von STACH (1923), Profile und dergl. von den Bearbeitern nicht mehr vorhanden.

Nur in verkleinertem Maßstab sind später Teile dieser Blätter veröffentlicht worden. So wurde die Kartierung des Mesozoikums für das Blatt 70 (LÖGTERS & REICH 1948) und das Blatt 58 (CLOSS, LÖGTERS & REICH 1949) der Geotektonischen Übersichtskarte von Nordwestdeutschland im Maßstab 1 : 100 000 verwendet. In der Geologischen Karte des Emslandes im Maßstab 1 : 100 000, Blatt A, von RICHTER & WAGER (in BOIGK u. a. 1960) findet sich etwas abgewandelt der nördliche Teil der Manuskriptblätter dargestellt.

Hinsichtlich der Grenzziehung und stratigraphischen Einordnung der mesozoischen Schichten, insbesondere der Kreide sowie der Tektonik, weisen diese älteren Darstellungen einige Unrichtigkeiten auf. Bei der erforderlichen Überarbeitung der Blätter konnte speziell im Bereich des Ochtruper Sattels die Kartierung von WOLBURG (1953) verwertet werden. Sie stützt sich auf 601 Handbohrungen von 4—5 m Tiefe, die das genannte Gebiet der zutage ausgehenden Struktur überdecken, zusätzlich auf die Ergebnisse einiger neuerer Tiefbohrungen. Ein großer Teil der dabei gewonnenen Bohrproben führte bestimmbar und altersmäßig bezeichnende Mikrofossilien.

In diesem Gerüst der von WOLBURG (1953) biostratigraphisch gezogenen Grenzen der Unterkreidestufen ließen sich bei der Revisionskartierung die Schichten aufgrund ihrer petrographischen Ausbildung und morphologischen Erscheinungsform noch feiner unterteilen. Auch konnte diese Gliederung zwanglos auf die übrigen Gebiete mit anstehendem Mesozoikum übertragen und dort mit einzelnen mikrofaunistischen Untersuchungen bestätigt werden.

In ähnlicher Weise wie bei Ochtrup ließen sich die von KEMPER (1963a) in einer Karte des Gebietes südlich von Bentheim eingetragenen biostratigraphischen Grenzen verwenden. Ihre Festlegung beruht auf mikrofossilführenden Proben, die beim Bau der Pipeline Wilhelmshaven — Köln gewonnen wurden. Da diese Leitung von Gildehaus bis Ochtrup im Herbst 1962 neu verlegt wurde, war es möglich, an verschiedenen neuen Stellen Mikrofossilproben zu nehmen, die von Dr. KNAUFF untersucht wurden.

Einen ähnlich günstigen Einblick in die Schichten des sonst nur wenig aufgeschlossenen Gebiets gab der Bau einer Hochspannungsleitung von Epe bei Gronau nach Haddorf mit seinen bis zu 4 m tiefen Baugruben für die Fundamente der Masten.

Neben diesen Tagesaufschlüssen haben zur Kenntnis der Stratigraphie und des geologischen Baues auch die große Anzahl teilweise gekernter Tiefbohrungen beigetragen. Ihre Schichtenverzeichnisse wurden von den betreffenden Gesellschaften, der C. DEILMANN GmbH, der DEUTSCHEN ERDÖL AG, der Gewerkschaft ELWERATH und der MOBIL OIL AG freundlicherweise für die geologischen Karten und die Erläuterungen zur Verfügung gestellt. Ihnen sei auch an dieser Stelle dafür gedankt.

A. Morphologischer Überblick

Durch das Kartengebiet laufen, neben der westlichen Begrenzung durch die Niederlande, eine ganze Reihe von Verwaltungsgrenzen. Der nördliche Teil gehört zum niedersächsischen Regierungsbezirk Osnabrück mit den Kreisen Lingen und Grafschaft Bentheim, der südliche und größere dagegen zum Regierungsbezirk Münster im Land Nordrhein-Westfalen mit den Kreisen Ahaus und Steinfurt.

Die als Emsland bezeichnete Landschaft reicht mit ihrem südlichen Randgebiet weit in den Kartenbereich. Zum Münsterland ist nur noch ein kleiner Zipfel im Südwesten, mit den Ortschaften Welbergen und Wetringen, zu rechnen.

Insgesamt gehört das Gebiet der beiden Blätter bereits zum norddeutschen Flachland, dem die weiten, von sandigen, diluvialen Ablagerungen aufgebauten Ebenen eigentümlich sind, unter denen sich ein mehr oder weniger unruhiger mesozoischer Sockel verbirgt. Nur sofern eine gewisse Härte des Gesteins oder ein gewisses Niveau über der Talung erreicht wird, ragen die älteren Schichten hervor und gliedern die sonst eintönig flache Landschaft.

So wird das Gebiet im Norden durch den bis auf 76 m ansteigenden und WNW verlaufenden Höhenzug von Gildehaus begrenzt, der infolge der wechselnden Ausbildung der Schichten eine wellige Längsgliederung erfahren hat. Die klassische Abhängigkeit des Reliefs von der Gesteinsart zeigt sich in östlicher Richtung, wo alsbald der Hügelzug infolge des mehr und mehr tonig werdenden Materials an Bedeutung verliert und in die Ebene übergeht.

Nach Südwesten setzt sich die Ebene leicht ansteigend fort; ihr waren im mittleren Teil das Gildehauser und das Rünenberger Venn, heute abgetorfte Hochmoore aufgesetzt.

Im Süden hingegen hebt sich allmählich das wellige Hügelgebiet der Wester- und Osterbauerschaft von Ochtrup heraus, das sein Relief den verschiedenen hier ausstreichenden mesozoischen Schichten der Brechte-Mulde und der Struktur Ochtrup verdankt. Die größte Höhe mit 84,1 m über NN erreicht hier der Rücken mit dem Wasserturm westlich Ochtrup; nach Osten schnell an Bedeutung verlierend, bleibt er jedoch zusammen mit den übrigen Erhebungen durch eine „Brücke“ mit dem markanten Rothenberg verbunden. Dieser mit 95,9 m über NN höchste Berg des Kartenbereichs wird im Süden und Osten von einer umlaufenden Anhöhe begleitet, getrennt nur durch das Tal der Vechte. Dieser Rand des Münsterländer Kreidebeckens beginnt bei Welbergen, verläuft über Wetringen, biegt dann in die nördliche Richtung um und gewinnt hier an Ausdehnung und Höhe (62,7 m) als Bilker Berg. Bei Haddorf wird die in die Nordostrichtung um-

biegende Hügelkette von der Aa durchbrochen und jenseits des Tales von Ausläufern des auf dem Nachbarblattgebiet gelegenen Thieberges fortgesetzt.

Die unruhige Morphologie des Südostteiles des Bereiches von Blatt Ochtrup setzt sich abgeschwächt nördlich Haddorf fort, wo die Heidehöhe und die Anhöhe 45,6 sich als kleine Aufragungen über die Talsandebene erheben.

Das westliche Gebiet des Blattes Gronau, ebenso wie das von Blatt Glanerbrücke gehören zum Einzugsgebiet der S—N verlaufenden Dinkel. Das übrige Gebiet wird durch die Vechte und Aa entwässert, deren Verlauf im südlichen Teil durch die weichen Schichten am Rande des Münsterländer Kreidebeckens bestimmt wird, die so den Rand auch morphologisch stark herausheben. Dem Höhenzug von Gildehaus ist eine O—W streichende Verebnung vorgelagert, die z. T. von der Eileringsbecke benutzt wird, bevor sie ebenfalls in die Nordwestrichtung umbiegt, der Hauptflußrichtung und der Abdachung des gesamten Raumes entsprechend.

Während sich also die morphologische Gliederung im großen auf nur wenige Einheiten beschränkt, findet sich im einzelnen doch eine sehr differenzierte Aufteilung innerhalb einer Höhendifferenz von 1—3 m. Sie wird auch hier bedingt durch die Gesteinsart, sowohl im austreichenden Mesozoikum wie auch im Quartär, wo besonders die vom Wind aufgebauten Dünen und mit anmoorigen Bildungen erfüllten Wannen ebenso auffällig sind, wie die vom fließenden Wasser geschaffenen ebenen Talböden und Uferwälle. Bei den kleinen Dimensionen dieser morphologischen Einheiten treten sie auf der topographischen Karte nicht hervor.

B. Geologische Geschichte des Gebietes

Geologisch gesehen ist das Gebiet der Blätter Glanerbrücke, Gronau und Ochtrup eines der vielseitigsten des südlichen Emslandes, besonders auch deshalb, weil hier das Randgebiet zum Münsterland und damit zur Rheinischen Masse mit erfaßt ist.

Die zutage austreichenden Schichten reichen von der Trias (Buntsandstein und Unterer Muschelkalk) über den Jura (Serpulit des Malms) bis zur Kreide, deren jüngste hier zutage auftretenden Ablagerungen zum Turon zu rechnen sind. Hinzu kommen die große Flächen bedeckenden Quartärablagerungen, unter denen sich im Südosten wahrscheinlich auch noch Coniac und Santon verbergen.

Durch Bohrungen sind jedoch noch eine ganze Reihe älterer Schichten bekanntgeworden, die so einen erdgeschichtlichen Überblick auch über die tieferen Formationen erlauben. Die ältesten angetroffenen Sedimente gehören zum Westfal D des Oberkarbons; sie entstammen dem Niedersächsischen Westfal-D-Becken (R. TEICHMÜLLER 1962), das der eigentlichen subvariscischen Saumtiefe vorgelagert war. Während diese im Ruhrkarbon durch die asturische Orogenese aufgefaltet wurden, blieb das Niedersächsische Westfal-D-Becken im wesentlichen außerhalb des variscischen Faltrungsraumes und wurde daher nur von recht geringfügigen Bewegungen erfaßt. Es behielt seine Bedeutung auch bis in das Perm hinein, wo das Zechsteinmeer sich ungefähr diesem Rahmen anpaßte. Die vierfache Abfolge der Sedimentationszyklen der Zechsteinzeit ist in diesem Raum stark abgewandelt, da der oberkarbonische Untergrund ein unruhiges Relief aufwies. Hinzu kam die Lage nahe der südlichen Küste, die einen stärkeren festländischen Einfluß auf die Sedimentation bedingte. Über den vorwiegend chemischen Sedimenten des Zechsteins folgten die klastischen des Buntsandsteins, von dem die mittlere und obere Abteilung im Kern des Ochtruper Sattels zutage treten. Darüber legte sich konkordant und hier ebenfalls zutage anstehend der Untere Muschelkalk, dessen weitere Untergliederung hier nicht möglich ist.

Während bis zu diesen Schichten eine konkordante Abfolge vorliegt, sind die hangenden Trias-Schichten zwar ebenfalls abgelagert, durch die Gebirgsbewegungen der kimmerischen Phasen jedoch weitgehend wieder abgetragen. So transgredierte das Rhät auf verschiedenen Untergrund. Der Ablagerungsraum der Trias, der sich bereits gegenüber dem Zechstein zum Germanischen Becken erweitert hatte, wurde durch das Jura-Meer teilweise weiter ausgedehnt (STILLE 1905). Der Lias ist nicht mehr vollständig erhalten, da Teile durch die Unterdoggertransgression wieder abgetragen wurden. Der Dogger wiederum beschränkt sich in dem Kartengebiet auf den südwestlichen Teil; sonst fällt er durch die Transgression

des Weißjuras aus. Die Verbreitung der Ablagerungen des Oberen Weißjuras wird weitgehend bestimmt durch die jungkimmerischen Gebirgsbewegungen. Im Gronauer und Bentheimer Raum allein sind noch die im Zuge der Deister-Phase transgredierenden Gigas-Schichten erhalten, teilweise sogar mit ihren Liegendsschichten, während sie sonst durch den mit der Osterwald-Phase transgredierenden Serpilit erodiert wurden. Der abnehmende Einfluß des Meeres führte zur Bildung der brackisch-limnischen Ablagerungen des Wealdens, dessen Fazies sich bis in die Unterkreide fortsetzte.

Mit Beginn der Kreide trat die paläogeographisch bedeutsame Lage des Kartengebietes hervor, da es am Südwestrand des niedersächsischen Beckens (THIERMANN & ARNOLD 1964) unmittelbar dem festländischen Nordrand (VOIGT 1963) der Rheinischen Masse vorgelagert war. Die hier abgelagerten Sedimente entstammen im Valendis dem damals auf der Rheinischen Masse anstehenden Buntsandstein. Die höheren Unterkreidestufen aber bauen sich aus dem Material des abgetragenen Karbons auf. Sie wurden als Flachseesedimente innerhalb eines reich in Schwellen und Becken gegliederten und langsam absinkenden Raumes abgelagert. Diese bedingten ebenso den häufigen Fazieswechsel wie die Küstenversatzströmungen. Wenn auch die kleineren Mächtigkeitsschwankungen auf das Relief und örtliche Meereströmungen zurückzuführen sind, so ist die Erklärung der allgemeinen Mächtigkeitsabnahme nach Süden in der dort unmittelbar am Blattrand verlaufenden Küste zu suchen. Mit der Annäherung an diese Küste nimmt der Sandgehalt insgesamt zu, und die jüngere Stufe greift jeweils etwas weiter südlich über die ältere hinweg. Erst mit dem Oberalb wurde der Meeresraum kräftig vergrößert und auch die Rheinische Masse überflutet (SCHUSTER & WOLBURG 1962, 1963). Die teilweise sandige und küstennahe Sedimentation war hier damit beendet, und die tonige Fazies landferner Räume stellte sich ein, die dann durch die chemische Sedimentation verdrängt wurde, die im Cenomankalk ihren Höhepunkt fand.

Mit dem Turon endet die Serie der zutage anstehenden mesozoischen Schichten. Das Coniac ist wahrscheinlich noch vorhanden, aber unter mächtigem Quartär im Südosten verborgen. Mit der subherzyn-laramischen Gebirgsbildung wurden die ehemals horizontal abgelagerten Schichten an der Wende Kreide/Tertiär aufgerichtet. Gleichzeitig begann nun eine Abtragung, so daß heute weithin die Unterkreide ansteht. Die Einengung des Gebietes gegenüber dem starren Block der Rheinischen Masse führt im Süden zu den in dieser Richtung überschobenen und überkippten Strukturen Gronau, Ochtrup und Rothenberg. Im Norden schließt sich die Brechte-Mulde, durch Abschiebungen begrenzt, an. Der hierauf folgende Bentheimer Sattel ist infolge der weiten Entfernung von der Rheinischen Masse nicht mehr überkippt, sondern nur noch etwas asymmetrisch gebaut, indem der allein auf das Blattgebiet übergreifende Südflügel steiler steht. Ebenso wie die südlichen Strukturen wird auch dieser Sattel durch einige eggisch streichenden Querstörungen aufgegliedert und auch von der östlich anschließenden Schüttorfer Scholle und dem Salzbergener Sattel getrennt. Die Bewegungen wurden unter-

stützt durch das in den Sattelkernen aufdringende Älteste Steinsalz des Zechsteins.

Im Quartär bedeckte das Inlandeis das Gebiet; aber nur aus dem letzten Vorstoß, dem Drenthe-Stadium, sind glaziäre Ablagerungen erhalten geblieben. Während der jüngsten Vereisung kam es neben Periglazialerscheinungen besonders zur Ablagerung der weithin den mesozoischen Untergrund bedeckenden Talsande, in die später bis ins Holozän hinein die ebenen Talböden der Gewässer eingeschnitten wurden, während aufgewehrte Dünen, Flugdecksande und moorige Bildungen die Landschaft veränderten.

C. Schichtenfolge

I. Oberkarbon

Über den Aufbau und die Ausbildung der Schichten des subsalinaren tieferen Untergrundes ist nur wenig bekannt, da fast alle Bohrungen zur Erschließung von Erdöl oder Erdgas bereits eingestellt wurden, bevor sie die Zechsteinbasis erreichten. Nur die Tiefbohrungen Gronau DEA 1 (35)*) und Ochtrup Z 1 (40) haben das Oberkarbon mit dem Westfal D erreicht, dessen Sedimente hier zu dem außerhalb des subvariscischen Faltungsraumes liegenden Niedersächsischen Westfal-D-Becken gehören (R. TEICHMÜLLER 1962).

Die Zusammensetzung dieser Schichten im Emsland ist bereits durch die Untersuchungen von BOIGK u. a. (1960, S. 10) und FABIAN & MÜLLER (1962) bekannt geworden. Sie setzen sich aus einer flach lagernden Folge von rotbraunen, tonigen, teilweise glimmerführenden Feinsandsteinen zusammen, die teilweise flaserig, fein- und kreuzgeschichtet mit groben Sandsteinen und feinsandigen Tonsteinen wechsellagern. Die Wurzelböden sind auf die tonigen Sedimente beschränkt, kohlige Reste hingegen sind in allen Schichten nicht selten. Den Sandsteinen eingelagert sind öfter Konglomeratbänke mit faustgroßen Geröllen von Milch- und Gangquarzen, schwärzlichen Lyditen und graugrünen Quarziten.

Eine paläontologische Altersbestimmung war nur bei der Bohrung Ochtrup Z 1 (40) möglich. Es fanden sich nach den Untersuchungen von GREBE (1958) nur schlecht erhaltene Mikrosporen:

cf. *Anulatisporites anulatus* (LOOSE)
cf. *Torispora securis* BALME
cf. *Triquitrites rugosus* BHARDWAJ
Planisporites cf. *kosankii* POTONIE & KREMP
Laevigatosporites desmoinesensis (WILSON & COE.)
Laevigatosporites medius KOSANKE
Speciososporites sp.
Cirratrivadites sp.

Dieser Befund deutet auf das obere Westfal C bis unteres Westfal D. Das Reflexionsvermögen der hauchdünnen Kohlenhäutchen entspricht nach M. TEICH-

*) Die in Klammern gesetzten Ziffern hinter den Namen der Bohrungen beziehen sich auf das Bohrverzeichnis (s. S. 139 ff.) und auf die Bohrpunkte auf der geologischen Karte und der Übersichtskarte auf Tafel 3.

MÜLLER (1958) dem von Magerkohlen, wobei eine primäre Oxydation eine Rolle spielen kann. Die Kohle ist jedenfalls nicht anisotrop und zeigt z. T. deutliche Zellstrukturen.

Tabelle 1
Stratigraphische Übersicht des Paläozoikums

Stufen	Norddeutschland	Blatt Glanerbrücke, Gronau, Ochtrup
Zechstein 4	Aller-Serie	Grenzanhydrit A4r Aller-Steinsalz Na4 Pegmatitanhydrit A4 Roter Salzton T4
Zechstein 3	Leine-Serie	Leine-Steinsalz (Riedel-Gruppe) Na3b Hauptanhydrit A3 Plattendolomit Ca3 Grauer Salzton T3
Zechstein 2	Staßfurt-Serie	Anhydrit 2 Deckanhydrit A2r Staßfurt-Steinsalz Na2 Basalanhydrit A2 Hauptdolomit Ca2 Braunroter Salzton T2
Zechstein 1	Werra-Serie	Oberer Werra-Anhydrit A1β Werra-Steinsalz Na1 Unterer Werra-Anhydrit A1α Zechsteinkalk Ca1 Kupferschiefer T1 Zechsteinkonglomerat Z1c
Oberkarbon		Westfal D cwD

II. Zechstein

Die Ausbildung der Schichten des Zechsteins ist uns nur durch Tiefbohrungen bekannt geworden. Diese sind wegen der Bedeutung des Zechsteins als mögliche Lagerstätte für Öl und Gas in größerer Zahl abgeteuft worden.

Der Zechstein überlagert transgressiv mit 400 m Mächtigkeit das Oberkarbon. Die vierfache Abfolge der Sedimentationszyklen (RICHTER-BERNBURG 1949, 1953, 1955) BOIGK u. a. (1960) ist hier erheblich modifiziert und faziell abgewandelt (HELDORN 1949, BRUEREN 1959, LOTZE 1957), da der Untergrund des emsländischen Beckens ein stärkeres Relief aufweist. Hinzu kommt die Randlage nahe der südlichen Küste, die mit dem Festland einen stärkeren unmittelbaren Einfluß auf die Sedimentation hatte.

a) Werra-Serie (z 1)

1. Zechsteinkonglomerat (z 1c)

Das Zechsteinkonglomerat mit einer Mächtigkeit von nur wenigen Zentimetern ist nur in den Bohrungen Ochtrup Z 1 (42) und Gronau DEA 1 (35) aufgefunden worden. Auch in den weiter nördlich liegenden Bohrungen des Emslandes ist dieses Transgressionssediment selten und bisher nur in der Bohrung Itterbeck-Halle 3 (BOIGK u. a. 1960, S. 12) vollständig beobachtet. Es fanden sich Gerölle aus Quarzen, Kieselschiefern und Grünsteinen.

2. Kupferschiefer (T 1)

Der Kupferschiefer wird 0,5 m mächtig. Er besteht hier wie im Emsland aus dunkelgrauen bis schwarzen, feinschichtigen, zuweilen dolomitischen Tonmergelsteinen.

3. Zechsteinkalk (Ca 1)

Über dem Kupferschiefer lagert eine bis zu 8 m mächtige Folge, die von WOLBURG (in BOIGK u. a. 1960, S. 12) als Äquivalent des Zechsteinkalkes aufgefaßt wird. Am Bentheimer Sattel hingegen hat sie HEIDORN (1949) als „Unteren Dolomit“ bezeichnet und zum Hangenden des Zechsteinkalkes gerechnet. Wie es die Bohrungen bei Bentheim (BOIGK u. a. 1960, S. 14) und im holländisch-deutschen Grenzgebiet (BRUEREN 1959) gezeigt haben, besteht das Gestein aus Kalk und Dolomit, ist meist etwas anhydritisch und führt gelegentlich etwas Feinsand.

Folgende Fauna wurde von Dr. MALZAHN bestimmt:

Spirifer alatus (SCHLOTHEIM)
Leda speluncaria (GEINITZ)
Lingula credneri (GEINITZ)
Euomphalus sp.
Cyathocrinus ramosus (SCHLOTHEIM)
Glomospira pusilla (GEINITZ)
Crurithyris clannyana (KING).

4. Unterer Werra-Anhydrit (A 1a)

Der untere Werra-Anhydrit ist bei Ochtrup am geringsten mächtig; zur Brechte hin und bei Gronau schwillt die Mächtigkeit auf 90 m an und nimmt mit der Annäherung an den Bentheimer Sattel auf 25 m ab.

Ähnlich wie es BOIGK u. a. (1960, S. 14) aus der Bentheimer Gegend beschrieb, sind die Sulfate glasig-bräunlich und in der Struktur grob geflasert bis marmoriert, feinkristallisch, zuweilen auch dunkel gemustert durch tonige Substanzen. Meistens ist das Gestein schichtungslos, derb und massig, zuweilen aber

auch diffus feingestreift. Einzelne, mehr bräunliche Schlieren deuten einen sehr geringen Dolomitgehalt an. Hinzu kommen vereinzelte handbreite, bräunliche, tonige Dolomitbänke, deren Feinschichtung durch schwarze bituminöse und beim Anschlagen stark nach Öl riechende Einlagerungen hervorgerufen wird. Vereinzelt durchziehen das Gestein auch dünne Salzbestege.

5. Werra-Steinsalz (Na 1)

Diese älteste Salzfolge des Zechsteins ist die bei weitem mächtigste im Kartengebiet. Die in den Ochtruper und Gronauer Bohrungen mit einer Dicke von 100 m erbohrte Folge setzt sich nach Norden mit einer zunehmenden Mächtigkeit fort und erreicht bei der Bohrung Bentheim 11 (38) 235 m. Im Kern dieser Struktur hingegen fehlt die Chloridfazies gänzlich; sie keilt also auf kürzeste Entfernung aus und wird durch die Sulfatfazies ersetzt. Das Steinsalz ist größtenteils glasklar, lichtgrau bis bläulich und grobspätig. Eine 9 m mächtige Anhydritbank als Zwischenmittel wurde in der Bohrung Ochtrup Z 1 (42) angetroffen.

6. Oberer Werra-Anhydrit (A 1 β)

Er kennzeichnet die Rückkehr zur Sulfatfazies mit einem grauen, dichten Anhydrit. Weiter nach oben hin gleicht diese bei Ochtrup etwa 50 m mächtige und nach Norden auf 65 m anschwellende Folge, die bei Bentheim nur noch 20 m mächtig ist, dem Unteren Werra-Anhydrit. Nur ist sie mehr bankig ausgebildet, da hier drei Typen in einem bankigen Wechsel von ungefähr 0,5 m auftreten, die wolkgemustert oder marmoriert und flaserig, meistens sogar knotig sind.

b) Staßfurt-Serie (z 2)

1. Braunroter Salzton (T 2)

Der Braunrote Salzton leitet — wie im niederrheinischen Nebenbecken — den zweiten Zyklus im südlichen Teil des Gebietes ein. Allein in der Bohrung Ochtrup 3 (46) wurde er in einer Mächtigkeit von 3 m in einer stark gestörten Zechsteinfolge angetroffen. Es ist ein braunroter, mergeliger Tonstein, schlecht geschichtet und von muscheligem Bruch.

Im übrigen Gebiet fehlt er wie im gesamten emsländischen Becken; da diese Sedimentationsräume küstenferner lagen, drang offensichtlich die eingeschwemmte feinklastische Trübe nicht mehr bis dorthin vor. So beginnt dann der zweite Zyklus mit der Karbonatphase.

2. Hauptdolomit-Region (Ca 2)

Das Gestein wird aus Dolomit und Anhydrit aufgebaut und geht nach Norden außerhalb des Blattgebietes in den reinen Hauptdolomit über. Diese Serie ver-

mittelt also zwischen dem dolomitfreien Staßfurt-Zyklus des niederrheinischen Beckens und der reinen Dolomitfazies der nördlichen Räume. Die Mächtigkeit dieser Folge beträgt 35 m; im südlichen Teil des Arbeitsgebietes wird sie etwas geringer.

Es lassen sich mit BOIGK u. a. (1960, S. 16) bei Bentheim drei Schichtenfolgen unterscheiden:

Die Untere Dolomitpartie, 10 m mächtig, bildet eine Wechselfolge von Anhydrit, Dolomit und anhydritischen Dolomiten. Der Dolomit ist braun gebändert und gestreift, teilweise auch flaserig-schlierig, feinkristallisch oder grobspätig. Das ganze Gestein wird von einem Netzwerk von Anhydritklüften durchzogen. Zuweilen tritt der Dolomit zurück, indem er sich in immer feinere Flasern auflöst, der Anhydrit zunächst in einzelnen Knoten vorkommt und sich schließlich zum Knotenanhydrit zusammenschließt. Daneben findet sich auch ein blaugrauer, in der Grundmasse durch schwarzen dolomitischen Tonstein mehr schlieriger Anhydrit.

Die Anhydritpartie, 20 m mächtig, wird von einem bläulichgrauen, dichten bis feinkristallinen, teils feingebänderten, teils marmorierten Anhydrit vertreten. Besonders im mittleren Teil treten auch knotige bis pegmatitische, seltener großkollige und grobflaserige, von feinen Tonhäutchen umgebene Aggregate auf. Die dunkleren Anhydritlagen zeichnen sich durch eine von schwarzen Tonsteinen hervorgerufene Feinschichtung aus, die stellenweise auch flaserig werden kann und dann einen gewissen Dolomitgehalt hat. Ein feines Gitterwerk von Tonhäutchen durchzieht das Gestein, so daß es brekziös erscheint. Zuweilen finden sich eingewachsene glashelle Steinsalzkristalle.

Die Obere Dolomitpartie ist mit 5 m am geringmächtigsten ausgebildet. Der Dolomit ist hellgrau-braun, zuweilen grau, glasig-feinkörnig, oft feinknotig mit schlieriger Schichtung. Meistens ist er dunkel marmoriert und stellenweise durch tonig-dolomitische Streifen geschichtet.

3. Anhydrit 2

Der höhere Zechstein 2, im übrigen Kartengebiet als Basalanhydrit, Staßfurt-Steinsalz und Deckanhydrit ausgebildet, wird auf einem Teil von Blatt Gronau, zwischen den Gemarkungen Bardel und Westerbauerschaft durch die epirogenetische Heraushebung einer Spezialschwelle zu einer als Anhydrit 2 bezeichneten, nur 6 m mächtigen Anhydrit-Folge reduziert.

Der Anhydrit zeigt eine ausgesprochenen wolkig-schlierige Textur durch eine Verunreinigung mit Ton. Im tieferen Teil ist das Gestein von bläulichgrauer bis mittelgrauer Farbe und körniger bis feinspätiger Beschaffenheit. Nahe der Basis tritt ein dunkelgrau-bräunlicher, durch Tonsteine feingeschichteter Dolomit von 10 cm Dicke auf. In dem mehr hellblau-grauen und glasigen Gestein des höheren Teils finden sich fein- bis grobknotige, teilweise eckige Aggregate von pegmatitischen Dolomiten, die von FÜCHTBAUER (1964) als „Algendolomite“ bezeichnet werden.

4. Basalanhydrit (A 2)

Der Basalanhydrit schwankt in seiner Mächtigkeit von 2 m bei Gronau bis zu 8 m bei Bentheim und 10 m bei Ochtrup. Es ist ein dunkelgrauer feinkristalliner Anhydrit mit einer flaserig-schlierigen Schichtung, in den zuweilen Flasern und Nester von Steinsalz eingeschoben sind. Die vereinzelt zu beobachtende kavernöse Textur des Gesteins wird durch die Auslaugung der Steinsalzaggregate verursacht (BOIGK u. a. 1960, S. 16).

5. Staßfurt-Steinsalz (Na 2)

Dieses auch als Älteres Steinsalz bezeichnete Salinar ist an der Struktur Gronau größtenteils ausgelaugt, erreicht aber im übrigen Gebiet eine Maximalmächtigkeit von 5 m. Das Steinsalz ist dunkelgrau und feinkristallin. Eine Abfolge hellerer und dunklerer Tönung in Finger- bis Handbreite läßt eine Schichtung erkennen.

6. Deckanhydrit (A 2 r)

Der den 2. Zyklus abschließende Deckanhydrit wird ebenfalls nur 5 m mächtig. An dem Gronauer Sattel ist er durch Ablaugungserscheinungen zu einer nur 1 m mächtigen Gipsfolge reduziert und umgewandelt. Der mittel- bis dunkelgraue Anhydrit ist feinkristallin bis dicht und mehr oder weniger gut geschichtet, wie ihn schon BOIGK u. a. (1960, S. 17) aus dem Emsland beschreiben.

c) Leine-Serie (z 3)

In dieser Serie findet sich ein auffälliger Fazieswechsel, insbesondere in der karbonatischen Phase. Für die Struktur Gronau ist für diese und die folgende Serie keine Aussage möglich, da sie bei den dort abgeteufte Bohrungen an Störungen ausgefallen sind.

1. Grauer Salztön (T 3)

Dieser Ton wurde allein in der Bohrung Ochtrup 4 (47) in einer stark gestörten und wohl tektonisch reduzierten Mächtigkeit von 1,5 m nachgewiesen. Es ist ein schwarzgrauer bis blaugrüner Tonstein mit anhydritischen Bestegen. Da er in dem übrigen Gebiet nicht aufgefunden wurde, ist wahrscheinlich der unterste Teil des Plattendolomits als Äquivalent und fazielle Vertretung des Grauen Salztöns anzusehen, da hier ähnlich wie in der vorausgegangenen Staßfurt-Serie die pelitischen Einschwemmungen bereits in der Küstennähe sedimentiert wurden, während in den landferneren Meeresräumen die chemische Sedimentation ohne Unterbrechung herrschte.

2. Plattendolomit (Ca 3)

Der Plattendolomit in einer Mächtigkeit von ungefähr 40 m läßt sich hier mit BOIGK u. a. (1960, S. 17—18) in zwei Abteilungen von jeweils 20 m Dicke gliedern.

Die untere Serie umfaßt graubraune, feinkristalline bis dichte, durch millimeterdünne tonige Lagen feingeschichtete Kalke und untergeordnet Dolomite, die durch etwas dickere tonige, pyritführende Lagen in dezimeterdicke Bänke unterteilt werden. Eine Unzahl feiner Klüfte und Haarrisse, mit Anhydrit verheilt, durchschwärmen das Gestein. Als Füllung dieser feinen Klüftung tritt untergeordnet auch reiner Asphaltit auf, der zuweilen in der Mitte auch von einem Anhydritband durchzogen wird.

Die dolomitische Serie besteht zum Hauptteil aus gelbgrauem, feinkörnig festem Dolomit mit untergeordnet auftretendem mehr kalkigem, bräunlichgrauem Dolomit. Papierdünne tonige Lagen mit etwas fein verteiltem Pyrit und Asphaltit geben dem Gestein ein feinschichtiges, seltener bankiges Aussehen. Im höheren Teil des Profils finden sich zuweilen als „Anhydritknoten“ bezeichnete runde bis ovale Knollen von 0,2—0,5 mm ϕ , die mehrschichtig ausgebildet sind und als fossile Algenreste gedeutet werden (FÜCHTBAUER 1964, QUESTER 1964).

Ähnlich wie in der unteren Serie des Plattendolomits ist auch die Textur der oberen Serie entwickelt. Das Gestein erhält teilweise einen scheinbar brekziösen Charakter durch eine außerordentlich feine Zerklüftung, die teils durch Anhydrit, teils durch Asphaltit verheilt ist. Vereinzelt wurde auch etwas braunes Erdöl in den Klüften angetroffen.

3. Hauptanhydrit (A 3)

Der Hauptanhydrit ist in den Tiefbohrungen am Ochtruper Sattel infolge von Auslaugungsvorgängen an der Oberfläche des Salzspiegels nur in seinen Aufarbeitungs- und Einsturzbildungen bekanntgeworden, die mit einer Mächtigkeit von 2 m nur ein unvollkommenes Bild geben. Es sind hier blaugraue, feinkörnige bis dichte Anhydrite, die teilweise schlierig und feingefältelt, durch rote Tonsteinlagen und tonig-sandige, flaserige Dolomite geschichtet erscheinen. Durch eine Vielzahl kleinerer Rutschflächen erhält das Gestein ein brekziöses Aussehen.

Eine ungestörte, aber mit 1 m nur sehr geringmächtige Ausbildung fand sich an der Südflanke des Bentheimer Sattels in der Bohrung Bentheim 11 (38). Es ist ein dunkelgrauer bis schwärzlicher, feinkörniger, stellenweise auch hornsteinartig dichter Anhydrit. Eine Schichtung wird manchmal durch tonig-flaserige Einlagerungen hervorgerufen, wie es bereits BOIGK u. a. (1960, S. 18) beschrieben haben.

4. Leine-Steinsalz (Na 3)

a. Ronnenberg-Gruppe (Na 3a)

Die Salze der Ronnenberg-Gruppe (Na 3a) als die unterste Folge der Leine-Salzserie (Na 3) fehlen hier wie im übrigen westdeutschen Zechstein. Die Deutung von HEIDORN (1949) geht dahin, daß die Gruppe wohl zur Ablagerung gekommen ist, dann aber nachträglich durch die Ingression der überlagernden Riedel-Gruppe (Na 3b) aufgearbeitet wurde. Als Hinweis hierfür werden die in den Kristallzwischenräumen der Riedel-Gruppe eingelagerten großen Tonfetzen im unteren Teil angesehen, wie sie auch in der Bohrung Bentheim 11 (38) angetroffen wurden.

b. Riedel-Gruppe (Na 3b)

Die Riedel-Gruppe wird im unteren Teil am Ochtruper Sattel durch lokal-faziell abgewandelte Schichten vertreten. Das Äquivalent bilden 7 m mächtige gelbgraue bis graubraune, mäßig feste, feinsandige, feinkörnige Dolomite, die besonders im unteren Teil von graugrünen Tonfetzen durchzogen werden. Die Fazies dieser Bildungen wird, ähnlich wie die des Hauptanhydrits, hier durch nachträgliche Vorgänge der Auslaugung und Einsturzbildungen über dem Kern des Sattels verschleiert. HEIDORN (1949) vermutet aufgrund der Überlagerungen ähnlicher Sedimente an der Struktur Buurse durch das Steinsalz, daß es sich hier um in situ aufgearbeitete klastische Einschaltungen handelt. Das aus paläogeographischen Erwägungen heraus auch am Ochtruper Sattel zu erwartende Leine-Steinsalz ist durch die oben bereits angedeuteten Vorgänge wahrscheinlich abgelaugt.

Im Untergrund der Brechte-Mulde hingegen [erbohrt in der Bohrung Gildehaus Z 1 (41)] und am Bentheimer Sattel [Bohrung Bentheim 11 (38)] tritt die Riedel-Gruppe als 22 bzw. 30 m mächtige Steinsalzfolge auf. Diese Salze sind unrein, im Emsland (BOIGK u. a. 1960, S. 18) wie auch hier meist grobspätig, von schmutziggrauer, manchmal fleischroter Farbe und mit Tonfetzen durchsetzt, insbesondere im unteren Teil. Zuweilen finden sich auch Anhydritbänkchen, die von salzgefüllten Klüften durchzogen werden.

Das Steinsalzlager wird im mittleren Teil durch eine ungefähr 2—3 m dicke lichtgraue, von roten Tonfasern durchsetzte, schichtige Anhydritbank mit pegmatitisch verwachsenen Steinsalzeinlagerungen getrennt, die diesen Teil des Salzes als „Anhydritmittelzone“ (BOIGK u. a. 1960, S. 18) kennzeichnen.

d) Aller-Serie (z 4)

Die jüngste Serie wird durch eine außerordentlich geringmächtige und zudem örtlich starken faziellen Schwankungen und Schichtausfällen unterworfenen Folge vertreten.

1. Roter Salztön (T 4)

Der Rote Salztön wird bis zu 3 m mächtig. An seinem Aufbau beteiligen sich dunkel- bis ziegelrote, milde schwach feinsandige Tone, die häufig mit Steinsalzkristallen durchwachsen sind. Untergeordnet treten schichtweise eingelagerte Anhydritbänkchen auf. Die Tone sind plastisch und meist ohne Schichtung. Hinzu kommen rötlichgraue tonige Feinsandsteine, die stark von dunkelroten Tonschlieren durchsetzt und ungeschichtet von feinen Anhydritklüften durchhäutert werden. Bei Bentheim fanden sich hingegen als Äquivalente des Salztöns nur rotbraune tonige Einlagerungen in einem grobspätigen Steinsalz von 10 m Mächtigkeit (BOIGK u. a. 1960, S. 19).

2. Pegmatit-Anhydrit (A 4) + Aller-Steinsalz (Na 4)

Der Pegmatit-Anhydrit schließt sich hier bei Bentheim mit dem langsam auskeilenden Jüngsten Steinsalz (Na 4) zu einer nur 0,7 m mächtigen Bank von anhydritischem Steinsalz zusammen. Die Verbreitung des Jüngsten Steinsalzes wurde durch den Südrand der Osnabrücker Salzstraße (HEIDORN 1949), etwa der Achse der Brechte-Mulde folgend, begrenzt.

Eine mächtigere Ausbildung des Pegmatit-Anhydrits findet sich bei Ochtrup als hellgrauer, toniger, feinkörniger, fester Anhydrit mit tonigen, roten Feinsandflasern. Er schließt sich hier unter Ausfall des Aller-Steinsalzes (Na 4) mit dem Grenzanhydrit (A 4 r) zu einer 2 m mächtigen Bank zusammen.

3. Grenzanhydrit (A 4 r)

Dieses jüngste Sediment des Zechsteins ließ sich allein in der Bohrung Bentheim 11 (38) abtrennen. Es sind feinkörnige, rötlich-weiße Gesteine von 0,3 m Mächtigkeit, die durch grau- bis rotbraune, wellig verlaufende kalkige Tonbänder von Zentimeterdicke geschichtet werden. Zum Liegenden hin ist die konkordante Auflagerung durch Auslaugung des dort im Anhydrit eingewachsenen Steinsalzes gestört.

Durch eine wahrscheinlich schon vor dem Zechstein 4 vorhandene Schwelle kam es in dem Gebiet nordöstlich Gronau, nach der Bohrung Gildehaus Z 1 (41) zu urteilen, nur zu einer reduzierten Ablagerung des jüngsten Zechsteins.

Bei Bentheim wird der Grenzanhydrit von einer pelitischen Folge roter, teilweise anhydritischer Tonsteine überlagert, die früher den sog. „Zechsteinletten“ zugeordnet wurden. Da auch die vorangegangenen Zechsteinfolgen (z1—z3) die rhythmische Sedimentation stets mit einem Anhydrit am Top der Serie beenden, besteht keine Veranlassung, hier die Pelite noch zum Zechstein zu rechnen (vgl. RICHTER-BERNBURG 1955, WOLBURG 1957). Die „Zechsteinletten“ lassen sich vielmehr zwanglos dem Unteren Buntsandstein zuordnen.

III. Trias

a) Buntsandstein (s)

Der Buntsandstein läßt sich nur lithologisch gliedern, da ebenso wie in der salinaren Fazies des Zechsteins hier in den klastischen Süß- bis Brackwasserbildungen Fossilien fehlen. Beiden Schichtgruppen ist die rhythmische Sedimentation eigentümlich, deren Zyklen zur Gliederung herangezogen werden (BOIGK 1959, 1961; WOLBURG 1961, HERRMANN 1962). Dabei führt die Sedimentation von einem marin-lagunären Zustand über einen kontinental-fluviatilen Höhepunkt wieder zurück zu nur mehr marin-lagunären Verhältnissen im Röt. Während BOIGK die zur Gliederung benutzten Zyklen stets mit einer größeren Sandschüttung beginnen läßt, die über eine tonig-sandige Wechselfolge mit einer Tonsteinfole **enden**, hält WOLBURG (1968) den Aufbau der Zyklen nach dem Dachbanktypus, beginnend mit Ton und über eine Ton-Sand-Folge mit einer Sandsteinfole endend, für mehr den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend. Die Ursachen der rhythmischen Sedimentation werden in epirogenetischen Hebungen und Senkungen des Ablagerungsraumes gesehen, die in ähnlicher Weise auch für die älteren und jüngeren Formationsstufen wirksam waren.

Der Ablagerungsraum des nordwestdeutschen Buntsandsteins gliedert sich in ein nördliches Hauptbecken und zwei südlich daran anschließende NNO-streichende Nebensenken. Das Kartengebiet liegt im Zentralteil der westlichen Depression, die als Ems-Senke (WOLBURG 1961, TRUSHEIM 1963) größere Schichtmächtigkeiten aufgenommen hat.

Da die Diskussion um eine stratigraphische Neugliederung des Buntsandsteins noch nicht abgeschlossen ist und auch eine Einordnung der Bohrprofilbeschreibungen allein nach der Literatur schwierig ist, soll im folgenden zwar eine genaue Schichtbeschreibung gegeben werden, aber ohne den Versuch einer Anknüpfung an die Gliederung im hannoverschen Raum (BOIGK 1959) oder die Zyklen von WOLBURG (1968).

1. Unterer Buntsandstein (su)

Der Untere Buntsandstein besteht mit WOLBURG (1957) aus einer einheitlichen Folge dunkelroter bis rotbrauner Ton- und Tonmergelsteine, denen geringmächtige Feinsandsteinbänke nach oben hin zunehmend zwischengelagert sind. Die Mächtigkeit beträgt ca. 160—180 m. Im unteren Teil führen die dort zuweilen mehr grünen Tonsteine vereinzelte Anhydritknollen und -knoten und deuten damit den allmählichen Übergang aus der chemischen Sedimentation des Zechsteins an. Das Bindemittel der Tonsteine und auch der Feinsandsteine ist oft kalkig, tonig, zuweilen dolomitisch oder anhydritisch. Quarzitisches Sandsteine und kalkige Oolithe wurden vereinzelt aufgefunden.

Die Schichtung wird durch eingeschaltete feinstaubige Glimmerlagen, feinblättrige Gipskristalle und durch eine öfter auftretende Flaserung bewirkt, die durch

Tabelle 2
Stratigraphische Übersicht der Trias

Abteilung	Stufen	Nordwestdeutschland	Blatt Glanerbrücke, Gronau, Ochtrup
Keuper	Oberer	Rhät Gipskeuper Kohlenkeuper	Oberrhät ko
	Mittlerer Unterer		regionale Schichtlücke
Muschelkalk	Oberer	Ceratiten-Schichten Trochitenkalk Anhydritgruppe Wellenkalk	Unterer Muschelkalk mu
	Mittlerer Unterer		
Buntsandstein	Oberer (Röt)	Pelitische Gruppe Rötsalinar	Pelitische Gruppe soo Rötsalz soNa
	Mittlerer	Solling-Folge Hardegsen-Folge Derfurth-Folge Volpriehausen-Folge	Obere Folge smc Mittlere Folge smb Untere Folge sma
	Unterer	Obere Gruppe Untere Gruppe Brückelschiefer	Unterer Buntsandstein su

einen papierdünnen Wechsel feinerer und gröberer Komponenten hervorgerufen wird. Daneben finden sich manchmal zu beobachtende Kreuzschichtungen, sowie Rippelmarken und Trockenrisse.

2. Mittlerer Buntsandstein (sm)

Der Mittlere Buntsandstein bildet an der Tagesoberfläche den Kern der Struktur Ochtrup. Wegen einer allerdings nur geringmächtigen Flugsandüberdeckung und des Fehlens von Aufschlüssen sind die dort gewonnenen Kenntnisse über die Schichtausbildung nur sehr lückenhaft, dennoch ließ sich eine morphologisch begründete Dreiteilung auf den 3 qkm Fläche des austreichenden Buntsandsteins aufstellen. Die Schichtglieder wurden in „offener Nomenklatur“ mit den Buchstaben a bis c bezeichnet, da eine exakte Konnektierung mit anderen Gebieten, wie es bereits oben angeführt wurde, zu wenig begründet erschien. Nach Norden schwillt die Mächtigkeit auf 250 m an.

a. Untere Folge (sm a)

Die untere Folge besteht aus einer gleichmäßigen ca. 70 m mächtigen Wechselfolge von feinsandigen rotbraunen, zuweilen auch violetten oder grüngrauen

bröckligen Tonsteinen und festeren, mehr grauen oder rötlichgrauen, vorherrschend kalkigen, teilweise sogar kieseligen Feinsandsteinen. Sandsteinbänke mit dolomitischem bis anhydritischem Bindemittel treten stark zurück. Die festen Sandsteinbänke sind plattig-flaserig und überschreiten in ihrer Dicke kaum 5 cm; meist sind sie dünner. An ihrer Unterseite finden sich oft in guter Erhaltung Lebensspuren unklarer Herkunft sowie Rippelmarken und Trockenrisse. Auf zeitweiligen Sedimentationsstillstand und Aufarbeitung der bereits gebildeten Tonschichten deuten die in den größeren Sandsteinbänken hin und wieder zu findenden Tongallen und -fetzen. Über das ganze Profil gleichmäßig verteilt sind feine Glimmerbestege und als weiße Punkte erkennbare Gipskristalle und Anhydritknoten. Besonders in dem unteren Teil sind häufig dünne Oolithbänke, die sich nach oben hin allmählich in Ooidnester auflösen.

b. Mittlere Folge (sm b)

Die mittlere Folge erscheint mit einer Mächtigkeit von 50 m im Gelände als flache Senke. An ihrem Aufbau beteiligen sich sowohl rotbraune, violette und bläulichgraue Tonsteine, als auch rötlichgraue und mehr hellgraue, sehr mürbe Kalksandsteine, die jeweils zu dickeren Bänken zusammengeschlossen miteinander wechsellagern. Die Sandsteine sind kalkig, niemals rein, sondern mehr tonig, wobei der Ton in dünnen Lagen angereichert das plattig-flaserige Aussehen bedingt. Die häufigen Glimmerbestege auf den Schichtflächen verstärken noch die plattige Absonderung. Auch in dieser Folge sind besonders in den tonigen Lagen Wulstbildungen und Trockenrisse nicht selten. Die häufig schichtunglosen, teilweise schlierigen Tonsteine werden von Glimmer teilweise geradezu durchschwärmt; Anhydritknoten und weiße Gipse wurden beobachtet. Insgesamt gesehen ist die Festigkeit dieser Folge trotz der eingelagerten mächtigeren Sandsteine infolge ihrer mürben Beschaffenheit äußerst gering.

c. Obere Folge (sm c)

Die obere Folge mit einer Mächtigkeit von 80 m ist morphologisch widerstandsfähiger und bildet sowohl gegenüber der liegenden Folge, als auch dem hangenden Röt eine deutlich sich heraushebende Geländewelle.

Diese oberste Schichtgruppe des Mittleren Buntsandsteins besteht hauptsächlich aus festen, feinsandigeren, teilweise mergeligen und kalkig-dolomitischen, rotbraunen, graugrünen und violetten Tonsteinen, denen untergeordnet hellgraue, grünliche oder graurötliche plattige, tonige Kalksandsteine eingeschaltet sind, die zuweilen in sandige Kalke übergehen. Diese Tatsache wird ebenso wie die im nördlichen Gebiet häufige Zwischenlagerung von anhydritisch verfestigten Tonsteinen und Anhydritflasern in den Sandsteinen von WOLBURG (1957) als eine Vorstufe der späteren Überflutung durch das Rötmeer mit seiner mehr chemischen Sedimentation angesehen. Die Tonsteine, besonders aber auch die Sandsteine, zeichnen sich durch eine stärkere Glimmerführung aus. Im Gebiet von Ochtrup — Ro-

thenberg treten nahe der Basis besonders häufig graue Lagen kalkig-anhydritischer, teilweise sogar kieseliger Sandsteine auf, während oben nahe der Rötgrenze rotbraune, durch Tonsteinlagen gebankte Rogensteine typisch sind.

Fließwülste, Netzleisten und Wellenfurchen sind auch in diesen Schichten in guter Erhaltung an der Unterseite der Sandsteine überliefert.

3. Oberer Buntsandstein (Röt) (so)

Das Röt läßt sich nur in der Brechte-Mulde und am Bentheimer Sattel wie auch sonst im Emsland (BOIGK u. a. 1960, S. 32) in zwei Abfolgen unterteilen.

a. Röt-salz (so Na)

In den Tiefbohrungen wurde an der Basis des Röt-salzes eine ca. 2 m mächtige Serie rotbrauner, zuweilen blaugrüner, mergelig-anhydritischer Tonsteine angetroffen, die von Anhydritknoten durchsetzt sind. Zuweilen schließt sich der Anhydrit zu papierdünnen bis zentimeterdicken Lagen zusammen. Tongallen und schwach sandige Tonflaseren sind selten.

Darüber folgt in einem allmählichen Übergang bei Bentheim das Röt-salz als Hauptgestein. Es ist meist grobspätig, von hellgelber, grauer oder rötlicher Farbe. Die ganze Folge wird durchsetzt von zahlreichen graugrünen oder hellgrauen Tonsteinbänken oder -flaseren, die zuweilen auch als Fetzen oder Flocken das Salz durchsetzen. Hinzu kommen im mittleren und oberen Teil hauptsächlich graue tonig-flaserige Anhydritbänke, die sich mit den Tonbänken besonders im mittleren Teil des Profils häufen.

In südöstlicher Richtung dünnt das Steinsalz des hier 100 m mächtigen Röt-salinars allmählich aus, wobei die tonigen und anhydritischen Einschaltungen aber erhalten bleiben (WOLBURG 1957).

Am Ochtruper Sattel streicht das Röt in einer Geländesenke zutage aus. Da das Röt-salz hier nicht mehr ausgebildet ist, schließen sich die tonigen Bildungen des Röt-salinars mit der hangenden Pelitischen Gruppe zu einer 150 m mächtigen tonigen Folge zusammen.

b. Pelitische Gruppe (so o)

Die Pelitische Gruppe mit einer Mächtigkeit von 100—180 m baut sich aus glimmerführenden, harten dolomitischen, rotbraunen Tonsteinen auf, die von Anhydritknoten durchsetzt sind. Zuweilen schließt sich der Anhydrit, wie im unteren Röt, zu mehr oder weniger dünnen Bänken zusammen. Einzelne, mehr grünliche Partien der Tonsteine führen einen geringen Feinsandgehalt, zeigen wellige Schichtung und ganz selten Trockenrisse.

b) Muschelkalk (m)

Die kalkig-dolomitischen Sedimente des Muschelkalkes bilden über dem tonigen Röt eine scharfe Grenze. Infolge der Rhättransgression und der altkimmerischen Gebirgsbildung sind der Mittlere und Obere Muschelkalk erodiert worden, so daß nur noch der Untere Muschelkalk (mu) in einer Dicke von 120 m erhalten ist.

U n t e r e r M u s c h e l k a l k (m u)

Eine feinere lithologische Untergliederung, ähnlich der im hannoverschen Bergland, war schon im Osnabrücker Raum nur schwierig aufzufinden (HAACK 1926). Eine eintönige Folge von Mergeln und dolomitischen Kalksteinen streicht hier im Kartengebiet zutage aus.

Die sich morphologisch deutlich heraushebende Rippe des Unteren Muschelkalkes wird aus dolomitischen, graublauen bis graugrünen und zuweilen auch rotbraunen, feingeschichteten Tonsteinen aufgebaut, denen festere, feinkristalline, oft massig derbe und ungeschichtete Kalkstein- oder Mergelkalkbänke zwischengelagert sind. Sie sind im einzelnen nur geringmächtig und geben zusammen mit der feinschichtig flaserigen Ausbildung der Tonsteine dem Gestein nur eine geringe Ähnlichkeit mit dem „Wellenkalk“. Lebensspuren und kleine mit Muschelschill erfüllte Rinnen sind häufig.

Hellgraue bis rötliche Anhydrite durchziehen in dünnen Lagen, Flasern oder Knoten das Gestein. Bei den Tonsteinen ist der zuweilen zu bemerkende Feinsandanteil sehr auffällig. Er wird von WOLBURG (1957) als fazielle Vertretung des Muschelsandsteins in der Nordeifel angesehen.

Fossilien sind selten und meist schlecht erhalten; bekanntgeworden sind:

Myophoria orbicularis BRONN
Myophoria vulgaris SCHLOTHEIM
Myophoria socialis SCHLOTHEIM
Lingula tenuissima BRONN
Lima striata BRONN

Unlängst hat LANGER (1967) aus dem Muschelkalk nördlich von Ochtrup auch Reste von Elasmobranchiern, Ganoidfischen und von Foraminiferen erwähnt.

Aufschlüsse sind nicht vorhanden. Nur in einem Bachriß südlich des Gehöftes Paschen (r 2584 300, h 5788 050) finden sich 0,6 m der Mergelfolgen angeschnitten. In Baugruben war der Muschelkalk vorübergehend aufgeschlossen.

c) Keuper (k)

Die Schichten des unteren und mittleren Keupers sind in diesem Raum ursprünglich wohl abgelagert, dann aber im Zuge altkimmerischer Bewegungen, wie auch im übrigen Emsland (LÖGTERS 1951), wieder abgetragen, bevor das Rhät transgredierte.

Rhät (ko)

Das obere Rhät transgrediert wegen einer nur unbedeutenden Aufrichtung des Untergrundes ohne eine Konglomeratbildung mit einer Mächtigkeit von 3 m über Muschelkalk mit einem hellgrauen bis bräunlichen glimmerstaubigen, feinschichtigen Tonstein. Hinzu kommen feinsandige, kreuzgeschichtete, flaserige Kalksandsteine, die von Glimmerbestegen auf den Schichtflächen bedeckt und von wohl ausgebildeten Pyritkristallen durchschwärmt werden. Bekannt ist das Rhät nur aus Bohrungen, aus denen es eingehend von WOLBURG (1957) und BOIGK u. a. (1960, S. 38) beschrieben wurde.

IV. Jura

Die Sedimente des Juras sind weithin infolge der jungkimmerischen Bewegungen erodiert. Nur Teile des Lias und des nur mit dem Serpulit auch zutage anstehenden Malms sind flächenhaft erhalten geblieben. Ablagerungen des Doggers wurden nur bei Gronau erbohrt. Sie sind hier isoliert erhalten geblieben, da sie durch mittelkimmerische Bewegungen versenkt, der in dem übrigen Gebiet erfolgten Abtragung im Gefolge der kimmerischen Phasen entgingen.

a) Lias (jl)

Der Lias legt sich konkordant über das Rhät. Eine exakte biostratigraphische Einstufung ist bei der Seltenheit bestimmbarer Megafossilien nicht immer möglich. Die hier überwiegend aus dunklen, z. T. primärbituminösen Ton- und Mergelsteinen bestehenden Ablagerungen, deren Petrographie von HOFFMANN (1949) und HOFFMANN (in BOIGK u. a. 1960, S. 49 ff.) beschrieben wurden, gehören nach BRAND & HOFFMANN (1963) zur Westfazies im Gegensatz zur mehr sandigen Ostfazies.

1. Hettangium und Sinemurium

Der Lias beginnt mit einer gelbbraunen, teilweise grauen Kalksandsteinbank mit eingelagertem Muschelschill und Tongallen, die von dunkelgrauen Mergelsteinen überlagert wird. Eine genauere Altersangabe als Lias α - β ist für diese 150 m mächtige Folge nicht möglich.

2. Carixium

Die Sedimente des Lias γ sind 100 m mächtig und setzen sich aus dunkelgrauen, sehr milden und schwach feinglimmerigen, von kleinen Pyritkristallen durchzogenen, kalkigen Tonsteinen zusammen.

Tabelle 3
Stratigraphische Übersicht des Juras

Abtlg.	Deutschland	Blatt Glanerbrücke, Gronau, Ochtrup		
Malm	Wealden	Wealden 1—3a	w1—3a	
	Portland (Obermalm)	6	Serpulit	jw η 2
		5	Ob.	
		4b	Münder	
		4a	Mitt.	jw η 1
		3	Mergel	
		2	Unt.	
		1	Eimbeckhäuser Plattenkalk	jw ζ 2
	1	Gigas-Schichten	jw ζ 1	
	Kimmeridge	Oberkimmeridge	jw ϵ	
Oxford	regionale Schichtlücke			
Dogger	Callovium	Dogger ζ	jb ζ	
	Bathonium	Dogger ϵ	jb ϵ	
	Bajocium	regionale Schichtlücke ?		
	Aalenium	Dogger δ 1	jb δ 1	
		Dogger γ	jb γ	
regionale Schichtlücke ?				
Lias	Toarcium	Lias ζ	jl ζ	
	Domerium	Lias ϵ	jl ϵ	
		Lias δ	jl δ	
	Carixium	Lias γ	jl γ	
	Sinemurium	Lias α — β		
	Hettangium	jl α — β		

3. D o m e r i u m

Der Lias δ wird 110 m mächtig und setzt die in Nordwestdeutschland übliche Fazies der dunkelgrauen Tonsteine fort. Der Lias δ 1 nimmt die unteren 50 m ein, während der obere Teil durch die Funde von *Amaltheus (Pleuroceras) spinatum* (BRUGUIERE) zum Lias δ 2 gezogen wird. Hierin fanden sich auch vereinzelt Toneisenstein-Geoden und Brauneiseneinlagerungen. An Fossilien wurden außerdem von Dr. HOFFMANN bestimmt:

Lima acuticosta GOLDFUSS
Monotis sp.
Amaltheus margaritatus de MONTFORT

Die folgenden Stufen des Lias und Dogger sind unter den von Ost nach West transgredierenden Gigas-Schichten nur bei Gronau in den Tiefbohrungen Gronau DEA 1 (35) und Gronau DEA 2 (36) angetroffen.

4. Toarcium

Die Ablagerungen des Lias ε sind nicht in ihrer gesamten Mächtigkeit von 40 m, sondern nur mit den unteren 30 m nach oben durch eine Störung begrenzt erbohrt worden.

Der Lias ε ist als feingeschichteter, glimmerführender, mitteldunkelgrauer Tonstein ausgebildet. Feinverteilter Pyrit und feinsandige Einlagerungen sind in dem schwach bituminösen Gestein häufig, wie sie schon von HOFFMANN (1949) aus dieser Gegend beschrieben werden.

Der Lias ζ ist im Untergrund von Gronau nicht mehr durchteuft worden. Es bleibt dahingestellt, ob hier eine sekundäre Schichtlücke vorliegt, wie sie für den höheren Teil dieser Folge im Emsland durch die Dogger-Transgression typisch ist, oder aber ob die Ablagerungen an einer Störung im Bohrprofil unterdrückt wurden.

b) Dogger (jb)

Ebenso wie die obersten Schichten des Lias fehlt hier auch wohl sekundär der untere Dogger mit den Ablagerungen des Dogger $\alpha + \beta$ (Aalenium). Ob allerdings der Dogger γ (Unter-Bajocium) hier auf den Lias transgrediert oder nur an einer Störung einsetzt, läßt sich an den Bohrungen nicht entscheiden.

1. Bajocium

Von den Schichten des Bajociums sind hier im Kartengebiet etwa 120 m ihrer Mächtigkeit bekannt geworden. Ihre petrographische Ausbildung entspricht den Beschreibungen von HOFFMANN (1949) und HOFFMANN (in BOIGK u. a. 1960, S. 65 ff.) aus dem Emsland.

Der tiefere Teil von etwa 80 m Mächtigkeit gehört zum Dogger γ und besteht aus feinsandigen, zum Teil auch glaukonitischen, glimmerstaubigen Tonsteinen. Vom Dogger $\delta 1$ wurden nur die obersten 10 m in der Bohrung Neu Gronau 2 (34) angetroffen. Sie sind als milde, dunkle Tonsteine mit Kalkmergelsteinen und feinsandigen Einschaltungen ausgebildet. Die übrigen Schichten des Dogger $\delta 1$ bis zum unteren Dogger ε sind hier bei den Bohrungen wahrscheinlich an Störungen ausgefallen.

Die folgende Fauna wurde von Dr. HOFFMANN bestimmt.

Dogger γ :

Inoceramus polyplocus F. ROEMER
Pecten (Variamussium) pumilum LAM.
Pseudomonotis elegans (MÜNSTER)
Leda sp.
? *Megateuthis* sp.

Dogger δ 1:

Leda sp. *Perna* sp.
Astarte sp. *Dorsetensia* sp.
Ostrea sp. ? *Sominia* sp.

2. Bathonium und Callovium

Die schon von HOFFMANN (1949) und HOFFMANN (in BOIGK u. a. 1960, S. 67) erwähnten glimmerreichen, zuweilen feinsandigen Tone, Tonmergelsteine mit Toneisenstein-Geoden und untergeordneten Kalksteine wurden in einer Mächtigkeit von etwa 50 m erbohrt. Sie gehören zum Dogger ϵ — ζ .

Als Hinweis einer festländischen Zeit vor der Transgression des Malms ist die Ausbildung einer 7 m mächtigen in der Bohrung Neu Gronau 2 (34) angetroffenen Verwitterungszone anzusehen. Die dort dolomitischen Tonsteine sind bunt gefärbt und durch kalkige, eisenschüssige Konkretionen miteinander verbacken. Die Farben variieren zwischen rot, violett, grün, grau und braun. Eine Schichtung ist in dem massig-derben, feinsandigen und glimmerigen Gestein nicht zu erkennen.

Die folgenden Fossilien wurden von Dr. HOFFMANN bestimmt.

Dogger ϵ :

Parkinsonia compressa (QUENSTEDT = [*Parkinsonia (Oraniceras)*
württembergica (OPPEL)])
? *Sphaeroceras* sp.
? *Strigoceras* sp.
Oppelia fusca (QUENSTEDT)
Belemnites cf. *canaliculatus* v. BUCH
Pecten (Entolium) sp.
Modiola imbricata (SOWERBY)
Pseudomonotis echinata (SOWERBY)
Pecten (Entolium) demissus PHILLIPS
Pecten (Camptonectes) lens SOWERBY
Nucula sp.
Cucullaea sp.
Astarte depressa MÜNSTER
Goniomya protocardia
Trigonia interlaevigata QUENSTEDT
Gresslya sp.
Posidonomya alpina GRAS
Ostrea sp.
Astarte sp.
Modiola imbricata SOWERBY

Dogger ζ:

Posidonomya alpina GRAS
Leda cf. *morena* d'ORBIGNY
Astarte undata MÜNSTER.

c) Malm (jw)

Über die Entwicklung des Malms im Emsland und insbesondere auch im Kartengebiet haben eingehend BISCHOFF & WOLBURG (1963) berichtet. Auf ihre Untersuchungen und Beschreibungen gehen die folgenden Ausführungen im wesentlichen zurück.

Zu Beginn des Malms kam es zu tektonischen Bewegungen, die zur Hebung und ostwärtigen Kippung der Emslandtafel mit der darauf folgenden Abtragung großer Schichtfolgen führten. In diese Zeit fällt aber auch die Ausbildung von Spezialsenken und -rinnen, die allein höheres Oberkimmeridge westlich der Ems überlieferten. Eine solche Depression, als Gronauer Senke bezeichnet, findet sich auch im Kartengebiet auf Blatt Gronau. Die Bohrungen Elly 1 und 2 auf dem südlichen Nachbarblatt Nienborg ergaben, daß sich die Absenkung auch synsedimentär noch fortsetzte.

1. Mittel-Malm

Oberkimmeridge (jw ε)

Unterhalb der als Gigas-Schichten oder Obermalm 1 bestimmaren Folge wurde eine bis 50 m mächtige Serie bunter grobklastischer Gesteine in den Bohrungen Neu-Gronau 2 (34) und Gronau DEA 2 (36) angetroffen. Sie sind sehr fossilarm; ihre stratigraphische Einstufung ist deshalb außerordentlich erschwert. Außer indifferenten sandschaligen Foraminiferen, pyritisierten Kleinschnecken und abgerollten und eingeschwemmten Lias- und Doggerfossilien wurden nach BISCHOFF & WOLBURG (1963) nur in Rühlermoor im nördlichen Emsland für Kimmeridge bezeichnende Sandschaler gefunden. Auf ein marin-brackisches Milieu deuten aber die bunten Gesteinsfarben hin.

Das Gestein bildet eine Wechselfolge von hellgrauen, rotbraunen, teilweise feinsandigen Kalk- und Kalkmergelsteinen, die teilweise auch in Dolomitgestein übergehen, mit schwach feinsandigen, rötlichgrauen, manchmal grünstichigen Ton- und Tonmergelsteinen. Die Wechsellagerung der Gesteine zeigt alle möglichen Arten, wie Bankung, Flaserung und ganz feine papierdünne Schichtung, die oft in eine mehr schlierig-wolkige Textur übergeht. Besonders den Dolomitmergelsteinen, die hart und massig sind und sich durch einen muscheligen-unregelmäßigen Bruch auszeichnen, sind rosarote, hellgraue oder auch weiße Anhydritkrusten eigentümlich.

Der ganzen Folge sind häufig Geröllhorizonte zwischengeschaltet. Sie wurde daher ursprünglich von SCHOTT (1951) als die Konglomeratfazies der Gigas-Schichten angesehen. Nach BISCHOFF & WOLBURG (1963) sind diese Gesteine jedoch älter, wie es bereits oben ausgeführt wurde, und in das Oberkimmeridge zu stellen.

Die Grundmasse der Konglomerate besteht aus einem dolomitischen, braunroten Mergelstein, der zuweilen in einen braungrauen Kalkstein übergeht. Die Gerölle sind mäßig gerundet, bis walnußgroß und bestehen aus roten und rotvioioletten Tonen und Sandsteinen, aus Dolomit, Anhydrit, schwarzgrauen Mergelsteinen und Brauneisensteingeröllen. Manche Brocken tragen einen glänzenden Eisen-Mangan-Überzug. Sandige Einlagerungen in der grobschichtigen Grundmasse sind häufig, ebenso kohlige Pflanzenreste sowie mit Pyrit erfüllte Wurmröhren und Fucoiden.

2. Ober-Malm

a. Gigas-Schichten (jw ζ 1 = O.M. 1) + Eimbeckhäuser Plattenkalk (jw ζ 2 = O.M. 2)

Mit den Gigas-Schichten transgredierte das Meer während der Deister-Phase von Nordosten in einer schmalen Rinne kommend erneut und drang bis zur Gronauer Senke vor. Das übrige Gebiet blieb ohne Meeresbedeckung. Da das Relief schon zuvor ziemlich ausgeglichen war, kam es nicht zur Ausbildung des aus dem hannoverschen Raum bekannten Völkser Konglomerats. Vielmehr sind die Aufarbeitungslagen an der Basis nicht stärker als in Emersions-Horizonten. Zusammen mit dem überlagernden Eimbeckhäuser Plattenkalk (jw ζ 2) des Ober-Malm 2 schließen sich bei Gronau die Gigas-Schichten zu einer indifferenten 15—20 m mächtigen Wechselfolge zusammen, ohne daß mit Hilfe von Fossilien oder Bohrlochmessungen eine stratigraphische Aufgliederung der beiden Schichten möglich war.

Bei Bentheim hingegen transgrediert erst der Eimbeckhäuser Plattenkalk in ähnlicher Fazies wie unten beschrieben.

Das Gestein besteht aus hell- bis dunkelgrauen, zuweilen rötlichen oder braunen Ton- und Tonmergelsteinen, die meist eine feinsandige Bänderung aufweisen. Hinzu kommen noch bankweise eingelagerter bräunlicher, fester Dolomit und Anhydrit, die aber auch in Form von Knollen, Knoten und Flasern häufig sind. Infolge der besonderen Lage der Gronauer Bucht nahe der Küste treten hier mächtigere tonig-mergelige Dolomitsandstein- und Sandsteinbänke auf, die oft anhydritische Schlieren, konglomeratische Bildungen mit kohligen Holzresten und nesterartig angehäufte Muscheln führen.

Mikropaläontologisch werden die Gigas-Schichten (sensu KLINGLER) (Obermalm 1) von BISCHOFF & WOLBURG (1963) bezeichnet als die Zeit der Vertikalverbreitung des Ostracoden *Exophthalmocythere ? gigantea* SCHMIDT nach dem Erlöschen von *Macrodentina (Macr.) perforata* KLINGLER.

Der Eimbeckhäuser Plattenkalk (Obermalm 2) aber wird definiert als die ungefähre Zeitspanne der Verbreitung von *Macrodentina (Macr.) sculpta* KLINGLER und *Macrodentina (Macr.) klingleri* MALZ nach dem Aussterben von *Exophthalmocythere ? gigantea* SCHMIDT.

b. Münder Mergel (jw η 1 = O.M. 3—5)

Der Münder Mergel mit seiner bis 140 m anschwellenden Mächtigkeit läßt sich nach SCHOTT (1951) in dem untersuchten Raum dem Bereich der Sulfatfazies mit feinsandig-konglomeratischen Einlagerungen zuordnen, die girlandenförmig die Chloridfazies des Beckeninneren umrahmt. Nach den Untersuchungen von BISCHOFF & WOLBURG (1963) läßt sich diese Folge mikropaläontologisch aufgrund von Ostracoden gliedern.

Unterer Münder Mergel (O.M. 3)

Der Untere Münder Mergel (Obermalm 3) mit einer Mächtigkeit von 6—8 m besteht aus einer Wechsellagerung von dunkel- bis schwarzgrauen, z. T. durch feinsandige mittelgraue Kalksteinlagen fein gebänderten Ton- oder Tonmergelsteinen mit lichtgrauen, gelblichen oder bräunlichen Dolomitmergeln, denen rötlicher Anhydrit in Flasern, Knollen und Knoten schlieriger Umgrenzung eingelagert ist. Muschelschalen treten in den Kalksteinen besonders häufig auf.

Infolge der stärker hervortretenden salinaren Sedimentation läßt sich auf ein lebensfeindlicheres Milieu des Ablagerungsraumes schließen. Die Fauna ist daher nur spärlich vertreten.

Der Obermalm 3 wird bei BISCHOFF & WOLBURG (1963) beschrieben als die Zeitspanne zwischen der unteren Verbreitungsgrenze von *Macrodentina (Macr.) maculata* MALZ und *Cytheridella ? barnstorjensis* MARTIN und der oberen Verbreitungsgrenze von *Macrodentina (Macr.) sculpta* KLINGLER und *Macrodentina (Macr.) klingleri* MALZ.

Mittlerer Münder Mergel (O.M. 4)

Der Mittlere Münder Mergel (Obermalm 4) ist definiert als die Lebensdauer der Ostracodenart *Macrodentina (Macr.) maculata* MALZ und läßt sich mit BISCHOFF & WOLBURG (1963) in zwei Glieder zerlegen.

Untere Abteilung (O.M. 4a)

Die untere Abteilung des Mittleren Münder Mergels (Obermalm 4a) ist 20 m mächtig. Die Gronauer Senke nahm während dieser Zeit sehr viel unmittelbar eingeschwemmten Landverwitterungsschutt auf, daher herrschen bunte Gesteinsfarben vor. Das Gestein besteht hauptsächlich aus feinsandigen, mehr oder weniger gut geschichteten, flaserigen Ton- und Tonmergelsteinen von schwarzgrauer, seltener hellgrauer oder rötlicher Farbe, denen festere Bänke aus grauen, bräunlichen oder gelblichen Kalksteinen und bunte feinkörnige bis dichte Dolomitmergel eingelagert sind. Letztere sind oft rotbraun oder schmutziggrün geflammt durch mehlsandige, pyriterfüllte, tonige Einschlüsse. Sie wurde aber auch in den mit Muschel- und kohligen Pflanzenresten erfüllten feinsandigen Kalkbänken beobachtet. Für ein reiches Bodenleben sprechen die häufig zu findenden pyriterfüllten Fucoiden und sandgefüllten Grabgänge. Neben dem pelitisch-feinklastischen Ma-

terial kam es zeitweise auch zur Ablagerung dünner, etwa 2 cm starker Konglomerate, die in einem lauchgrünen feinsandigen Mergelstein als Bindemittel bräunliche Phosphatgerölle führen. Rein chemische Sedimente, wie Anhydrite, treten vereinzelt als Knoten und Flasern auf, seltener als flaserig-schlierige Bänke.

Der Obermalm 4a wird von BISCHOFF & WOLBURG (1963) bezeichnet als die Zeitdauer des Zusammenlebens der Ostracodenarten *Macrodentina* (*Macr.*) *maculata* MALZ mit *Orthonotacythere caput-mortuum* MARTIN und *Fabanella prima* MARTIN. Die Obergrenze wird im Emsland gekennzeichnet durch das letzte Auftreten von *Orthonotacythere caput-mortuum* MARTIN und *Cytheropteron* cf. *decoratum* SCHMIDT, die Untergrenze hingegen wird charakterisiert durch das erste Erscheinen von *Macrodentina* (*Macr.*) *maculata* MALZ und *Cytheridella* ? *barnstorjensis* MARTIN.

O b e r e A b t e i l u n g (O.M. 4b)

Die oberen Schichten des Mittleren Münder Mergels (Obermalm 4b) werden ungefähr 25 m mächtig. Es sind dunkelgraue oder graugrüne feinsandige Tonsteine, Tonmergelsteine und bräunliche dolomitische Tonsteine im Wechsel mit untergeordnet auftretenden sehr harten, stahlgrauen, feinkörnigen Kalksteinen. Typisch für die dolomitischen Tonsteine sind Einlagerungen von hellgrauen, roten oder braunroten Anhydriten in Knollen oder flachen Knoten, die seitlich zuweilen in gelbstichige flaserige Dolomitmergel übergehen. Außerdem schieben sich einzelne feinsandige Dolomitsandsteine ein, die stellenweise glimmerstaubig, grob- bis feinschichtig in Flasern übergehen können. Die feine Bänderung der Tonmergelsteine wird durch feinstsandige Kalklagen von 1—5 mm Dicke im Wechsel mit anhydritischen Dolomitmergeln und -flasern hervorgerufen. Auf den Schichtflächen finden sich zuweilen Pflanzenhäcksel, Pyrit und Fischschuppen. Konglomeratische Einlagerungen treten als kleine Mergelkalkgerölle in feinsandigen Kalklagen und Tonmergeln wiederholt auf.

Dunkelbraunes mit schwacher Gasentwicklung austretendes Öl kommt zuweilen in Feinklüften vor, die stellenweise mit Gips und Anhydrit verheilt sind, ferner macht es sich als gelbe fleckige Imprägnation in dolomitischen Kalksteinen und sandigen Dolomitmergelsteinen bemerkbar, die dadurch im Querbruch oft schlierig erscheinen.

Die mikropaläontologische Definition des Obermalms 4b entspricht der Vertikalverbreitung von *Macrodentina* (*Macr.*) *maculata* MALZ ohne *Orthonotacythere caput-mortuum* MARTIN. Die Obergrenze fällt mit dem Erlöschen von *Macrodentina* (*Macr.*) *maculata* MALZ zusammen; die Untergrenze hingegen entspricht im Emsland der obersten Vertikalverbreitung von *Orthonotacythere caput-mortuum* MARTIN.

O b e r e r M ü n d e r M e r g e l (O.M. 5)

Der Obere Münder Mergel (Obermalm 5) schwankt in seiner Mächtigkeit zwischen 60 und 90 m. Das Gestein besteht hauptsächlich aus dunkel- bis schwarzgrauen, manchmal bräunlichgrauen Tonsteinen und dolomitischen Mergelsteinen, die meist

feingebändert und geflasert sind durch hellgraue feinsandige, glimmerstaubige Kalklagen mit örtlich stark angereichertem Pyrit auf den Schichtflächen.

Den Tonsteinen sind öfter rötlichbraune, feinkristalline Anhydrite in Form schlierig umgrenzter Bänkchen eingelagert. In den dolomitischen Lagen hingegen treten die Anhydrite als Knollen und Knoten auf. Zuweilen finden sich in runzelig umgrenzten Nestern kalkige Ooide oder Feinsand, der jedoch meist seitlich flaserig auskeilt.

Neben diesen feinklastischen Sedimenten finden sich nahe dem Beckenrand häufig Mergelgerölle, Muschelbänke und lagenweise angehäuften Wurmgehäuse. Pflanzenhäcksel ist selten. Vereinzelt, mit Fasergips verheilte Klüfte durchziehen das Gestein netzartig.

Zur Zeit der Ablagerung des Oberen Münder Mergels kam es in den küstenfernen Senken des Emslandes zu einem verstärkten Absatz von Steinsalz. Ausläufer dieser Steinsalzbildung finden sich bei Bentheim. Die schwarzgrauen Tonmergelsteine führen dort häufig Zwischenlagen von Anhydrit und solche von fingerdickem bis handbreitem, von dünnen Mergelbändern durchsetztem, milchig- bis schmutzig-hellgrauem, teilweise durchsichtigem Steinsalz. Im übrigen Gebiet wurde kein Steinsalz erbohrt.

Der seit Beginn der Malms im Nordwesten von Ochtrup bis zum Gildehauser Venn reichende Festlandsporn scheint nach BISCHOFF & WOLBURG (1963) auf Grund der Ergebnisse der Bohrung Ochtrup Z 1 (42) während des Übergangs zum Serpulit (Obermalm 6) für kurze Zeit eine Insel gewesen zu sein, ehe sie während der Osterwald-Phase im Meer versank.

Der Obermalm 5 ist nach BISCHOFF & WOLBURG (1963) durch die Zeitspanne zwischen den unteren Verbreitungsgrenzen von *Macrodentina (Macr.) dictyota* MALZ und *Cypridea binodosa* MARTIN gekennzeichnet.

c. Serpulit (jw η 2 = O.M. 6)

Mit dem Serpulit erreichte der Obermalm seine größte räumliche Verbreitung. Er transgredierte weithin im Zuge der Osterwald-Phase. Die Insel des Gildehauser Venns versank. Die Südküste an der Rheinischen Masse verlief ungefähr von Ochtrup in nordöstlicher Richtung auf die Ortschaft Bilk zu, denn in den Bohrungen des Rothenberges wurde kein Malm mehr angetroffen. Entsprechend der Küstennähe reicht die Mächtigkeit von 0—70 m.

Die Ausbildung des Gesteins wechselt stark; sie ist abhängig von dem jeweils aufgearbeiteten Untergrund und der Zufuhr von Verwitterungsschutt. Nahe dem Festland, wie bei Ochtrup, ist der dort zutage anstehende Serpulit, über den zuerst HOSIUS (1860) berichtete, durch eine Folge feinsandiger dunkelgrauer, blättriger Tonmergelsteine und feinschichtiger grauer Kalkmergelsteine vertreten, die Lumachellen und Serpeln der Art *Serpula coacervata* BLUMENBACH enthalten und von SCHOTT (1951) als Trümmer von Serpelfriffen gedeutet werden. An der Basis

ist ein dünnes Konglomerat aus aufgearbeiteten Muschelkalkgeröllen in einer tonig-mergeligen Grundmasse aufgefunden. Morphologisch tritt der Serpulit hier als eine schwache Geländewelle hervor.

Mit zunehmender Entfernung von der Küste schließen sich die einzelnen Schichtglieder zu einer engeren Wechselfolge zusammen. Sie baut sich aus schwarzgrauen Tonmergelsteinen, grauen Mergelsteinen und dolomitischen bräunlichen Mergeln auf. Diesen Mischgesteinen sind feste Bänke aus blaugrauem, hartem, splittrig brechendem Kalkstein zwischengelagert, der häufig nach oben und unten durch Einschaltung von milden grauen Tonmergeln in diese übergeht. Er ist dann plattig, feinschichtig.

Grauer Anhydrit tritt als grobkristalline flaserige Bänderung bis 4 cm Dicke oder Einzelkristallbestreuung, seltener feinkristallin bis dicht in Knollen oder Knotenlagen vorwiegend in den bräunlichen dolomitischen Mergeln und Tonmergeln auf.

Aufarbeitungslagen aus grauen Bröckchen von Kalksteinen und dunkelgrauen und grünen Ton-, Mergel-, Dolomit- und Anhydritknöllchen mit festerem kalkigen oder tonig-mergeligen Bindemittel kommen über das ganze Profil verteilt vor. Restölsuren als fleckige Imprägnationen finden sich in den Kalken und Mergeln, besonders aber in den Fossilbänken und den in der Gronauer Senke auftretenden Fein- bis Mittelsandflasern und -linsen, die nesterartig anschwellend das Gestein durchziehen.

Biostratigraphisch ist der Serpulit vor allem durch die Lebensdauer der Ostracodenart *Cypridea binodosa* MARTIN gekennzeichnet. Die Obergrenze wird durch das Erlöschen folgender Ostracoden weiter charakterisiert: *Cypridea posticalis* JONES, *Cypridea sowerbyi* MARTIN, *Cypridea dunkeri* JONES und *Cypridea inversa* MARTIN.

V. Wealden (w)

Die tonig-kalkigen Schichten des Wealdens erreichen eine Mächtigkeit von 350 m. Sie keilen im Süden des Blattgebietes, im tieferen Untergrund verborgen, an der Rheinischen Masse aus. Nach SEITZ (1949) sind die Sedimente dieses Raumes der Kalkfazies zuzuordnen. Sie geht bei Bentheim in die Tonfazies über. Im Gegensatz zu den weiter östlich liegenden Randgebieten (KELLER 1956, WÄGER 1952, 1953) kam es hier nicht zur Einschüttung mächtiger Sandmassen vom nahen Festland.

Die stratigraphische Stellung des Wealdens ist seit jeher umstritten, zumal sie eng mit der Frage der Jura/Kreide-Grenze verbunden ist. Bei dieser Grenzziehung wurde hier MARTIN & WEILER (1963) gefolgt, die den Formationsschnitt aufgrund von Ostracoden in den Wealden zwischen die Stufen 3a und 3b legten. Neuerdings werden jedoch wie bei BARTHEL (1966) auch Hinweise, ebenfalls aufgrund von Ostracodengesellschaften, für eine wesentlich tiefere Grenze etwa unterhalb des Serpulits angeführt. WIEDMANN (1967) hingegen plädiert wieder dafür, den Wealden geschlossen zur Kreide zu stellen.

Der Wealden läßt sich nach WOLBURG (1949, 1959) in sechs Stufen nach der Arten-Abfolge der Ostracodengattung *Cypridea* BOSQUET gliedern. Der untere Wealden 1—3a bildete sich in einer brackisch-limnischen Landschaft, die zwar vom Meere mehr oder weniger abgeschlossen, zuweilen dennoch unter den Einfluß der Hochsee kam. So berichtet WOLBURG (1949) vom Auftreten einer marinen Lage im mittleren Valendis in der Bohrung Neu-Gronau 2 (34) mit einer Kalkschaler-Foraminiferenfauna der Gattungen *Lenticulina*, *Epistomina* und *Dentalina*. Im oberen Wealden 3b—6 häufen sich dann die marinen Ingressionen. Das Milieu wird damit nach oben hin zunehmend brackisch-marin. Es wird durch die Mischfaunenbänke (KEMPER 1961 a, b) gekennzeichnet, in denen sowohl marine als auch brackische Formen zusammen vorkommen. Stratigraphisch läßt sich dieser brackisch-marine Wealdenbereich dem Untervalendis gleichstellen. Erst das Mittelvalendis, im gesamten Raum auf Wealden transgredierend, ist wegen seiner Cephalopoden einwandfrei als rein marin erkennbar.

Ein vollständiges zutage anstehendes Profil des Wealdens bildet nur westlich Ochtrup der Hang der Höhe 84,1, die in der Literatur auch als „Ochtruper Berg“ oder „Windmühlenberg“ bezeichnet wird. Infolge der morphologischen Härte der besonders im unteren Teil des Wealdens häufigeren Kalksteine und wegen seiner tektonisch exponierten Lage tritt der Wealden als eine im Flachland bedeutsame Höhe heraus. Die übrigen am Nordflügel der Struktur Ochtrup ausstreichenden Wealdenvorkommen gehören den Stufen 5 und 6 an. Sie werden teilweise von streichenden Abschiebungen begrenzt. Ihre Einstufung wurde der Kartierung von WOLBURG (1953) entnommen.

Der breitere Wealdenausbiß nordwestlich Gronau und am nördlichen Randbereich von Blatt Ochtrup gehört, nach den Lagerungsverhältnissen zu urteilen, zum höheren Wealden. Eine genauere Auskartierung dieser Stufen setzt naturgemäß eine größere Anzahl gekernter Flachbohrungen voraus. Es wurde darauf verzichtet, zumal durch das in geringer Entfernung anstehende Mittelvalendis die allgemeine geologische Situation hier klar war.

Da den mikropaläontologisch begründeten Stufen keine besonderen Gesteinsbildungen oder lithologische Leitbänke zugeordnet werden können, soll im folgenden die im ganzen gleichförmig aufgebaute Schichtenfolge als eine Einheit beschrieben werden.

Nahe der damaligen Küste bei Ochtrup und Gronau ist der Wealden in der karbonatischen Fazies (SEITZ 1949 b) ausgebildet. Hier herrschen blaugraue bis mittelgraue, teils massige, teils späte Kalksteine vor. Sie sind meist undeutlich geschichtet, von derb-splitterigem Bruch und stets etwas bituminös. Dünne Feinsandlagen werden vereinzelt beobachtet. Diese massigen Kalke sind wahrscheinlich durch diagenetische Veränderungen aus Cyrenenkalkbänken hervorgegangen. Die darin angehäuften Muschelschalen sind stets mit der gewölbten Seite nach oben eingeregelt. Die Zwischenräume sind meist mit feinem Grus und Schill ausgefüllt. Insbesondere die dünneren Mergelkalkbänkchen zeigen zuweilen eine diagenetisch hervorgerufene Nagelkalktextur. Ähnliche Erscheinungen machen sich bei den

eingelagerten Mergeln als Tutenmergel bemerkbar. Nach den Untersuchungen von SCHÖNE-WARNEFELD & DAHM (1962) an ähnlichen Gebilden des Ruhrkarbons beschränken sie sich auf die marinen Lagen der Schichtenfolge.

In inniger Wechselfolge lagern die Kalkbänke mit grauen, braunen und grünen feinschichtigen, blätterigen Ton- und Tonmergelsteinen, denen zuweilen braune dünne Toneisensteinlagen zwischengeschaltet sind. Die feine, papierdünne und blätterschieferartige Schichtung der dann meist bräunlich-schwarzen Tonsteine ist stets mit einem besonders hohen Bitumengehalt gekoppelt. Diese damit als anaerob und lebensfeindlich ausgewiesenen Schichten besaßen auch kein Bodenleben, das die Schichtung hätte zerstören können. Der Schwefelwasserstoff-Reichtum des Wassers läßt sich aus dem häufigen Auftreten knollig-nieriger Pyritkonkretionen sowie pyritisierten Fossilresten herleiten. Cyrenen zusammen mit Corbulen sind auch in den Tonsteinen als Pflaster häufig, ohne daß sie allerdings solche Mächtigkeiten wie in den Kalken erreichen. Verfestigt werden die Fossilbänke neben dem Tonmergel auch durch den Muschelschill.

In Richtung auf das Beckeninnere nach Bentheim zu nimmt die Einschaltung der Kalksteine zugunsten der Tonsteine ab. Wir nähern uns damit der Tonfazies.

Die oberen Teile des Wealdens, durch ein mehr brackisch-marines Milieu gekennzeichnet, sind durch weniger häufige Einschaltung von sapropelitisch-bituminösem Blätterschiefer ausgezeichnet. Die bräunlichen Farben der Tonsteine treten zurück und werden durch mehr hellgraue und graublaue ersetzt. Ebenso sind die Kalkbänke nur noch selten anzutreffen; besonders treten sie in den küstenferneren Gebieten bei Bentheim merklich zurück, da sich hier der Übergang in die Tonfazies vollzieht.

Aufgeschlossen war diese Übergangsfolge bis zum Mittelvalendis früher in der Gerdemannschen Ziegeleitongrube nordwestlich von Gronau. Wegen eines Wassereintruchs wurde sie 1917 verlassen (Blatt Gronau 3708, ca. r²⁵ 68 740, h⁵⁷ 88 080).

Die erste ausführliche Beschreibung des Wealdens und der Übergangsfolge zum Mittelvalendis in diesem Aufschluß verdanken wir HOSTIUS (1893), der besonders eingehend „*Rhizocorallium hobendabli*“ (sogenannte Dreibeine), mit Recht als anorganisch angesehene Toneisensteingebilde aus den blaugrauen marinen Tonsteinen des Wealden 6 erläutert. Späterhin wurde diese Grube bei BENTZ (1927 a), v. KOENEN (1915), WEGNER (1926), STOLLEY (1925 a, b), BESSIN (1928) und KEMPER (1961 a, b, 1963 b, 1964 a, 1968 a) wieder erwähnt.

Auf dem nördlichen anschließenden Blatt Bentheim sind die Übergangsschichten in den Ziegeleien Isterberg und Berentelg (KEMPER 1961 a, 1963 a, b) in der tonigen Beckenfazies heute noch aufgeschlossen.

Am Westhang des Ochtruper Berges (Blatt Gronau 3708, r²⁵ 79 550, h⁵⁷ 87 000) befindet sich ein seit langem bekannter Aufschluß des Wealden 3 (BÄRTLING 1925, BENTZ 1927 a, KEMPER 1963 a, b, RAECKE 1933), in dem die Cyrenenkalke mit untergeordnet zwischengeschalteten bituminösen Blätterschiefern wechsellagern. Der Wealden 5—6 ist in zwei verfallenen Gruben erschlossen: Blatt Ochtrup 3709, r²⁵ 80 800, h⁵⁷ 88 250 und r²⁵ 82 850, h⁶⁷ 88 450.

Fossilien sind im ganzen Wealden recht häufig, doch ist die Fauna arm an Arten. Zu den bekanntesten gehören die früher zu der Muschelgattung *Cyrena* gestellten Formen, die nach der Revision von HUCKRIEDE (1967) jedoch als Vertreter der Neomiodontiden anzusehen sind. Zu den am meisten aufgefundenen Fossilien im Blattbereich gehören:

Neomiodon brongniarti (KOCH & DUNKER)
Neomiodon fasciatus (F. A. ROEMER)
Neomiodon ovalis (DUNKER)
Neomiodon sublaevis (F. A. ROEMER)
Glauconia strombiformis (SCHLOTHEIM)

Hinzu kommen die schon erwähnten Süßwasserostracoden der Gattung *Cypridea* BOSQUET, die von WOLBURG (1949, 1959) beschrieben wurden.

Schuppen, Zähne und Knochenteile von Fischen sind aus den früheren Aufschlüssen bei Gronau, insbesondere der schon öfter erwähnten ehemaligen Gerdemann'schen Ziegeleigrube durch BENTZ (1927 a) und KEMPER (1968 a) bekannt geworden:

Lepidotus mantelli AGASSIZ
Sphaerodus cf. *semiglobosus* DUNKER
Hybodus polyprion AGASSIZ
Coelodus muensteri AGASSIZ

Daneben fanden sich als Besonderheiten ein vollständiges Skelett des Plesiosaurs *Brancaesaurus brancai* WEGNER, das unlängst neu von SIEGFRIED (1961) beschrieben wurde. Es ist heute im Geologischen Institut in Münster aufgestellt. Außerdem wurden Reste der Wasserschildkröte *Desmemys bertelsmanni* WEGNER gefunden.

VI. Kreide

a) Unterkreide

Mit dem Beginn des Mittelvalendis kam das Kartengebiet wieder in den Bereich mariner Sedimentation (KAYE 1966, SCHOTT u. a. 1967), die durch eine vorherrschend tonige Schichtenfolge mit eingeschalteten Sandeinschüttungen ausgezeichnet ist. Die bunten Farben der brackisch-marinen und lagunären Sedimente der vorangegangenen Formation treten zurück und werden durch die grauen und hellbraunen Farben der Tone bzw. Sandsteine ersetzt. Der meist mehr oder minder deutlich abgegrenzte Wechsel der Sandsteine und Tone wird von WOLBURG (1954) auf eine periodische Vertikalbewegung des umgebenden Festlandes zurückgeführt, dessen Relief dann jeweils mehr tonigen oder sandigen Schutt lieferte. Die Küste lag bis hoch hinauf in die Unterkreide unmittelbar südlich von Ochtrup-Gronau. Über die Gliederung der marinen Unterkreide im Gebiet des Ochtrup-Sattels wird auch bei THIERMANN (1969) ausführlich berichtet.

1. Valendis

Diese periodischen Sandschüttungen als Zeichen erhöhter Abtragung des Hinterlandes konzentrieren sich im Valendis auf die beiden Horizonte des Bentheimer Sandsteins und des Dichotomitensandsteins. Sie haben zwar im großen gesehen eine wechselnde Vertikalverbreitung, im einzelnen aber sind sie durch ihre ungefähre Bindung an ein Niveau zur lithologischen Gliederung sehr wohl zu brauchen. Da diese Sandsteine selbst praktisch fossilreicher sind, läßt sich ihre biostratigraphische Stellung im Profil allein aus den sie einschließenden Tonsteinen bestimmen. Diese sind durchweg relativ fossilreich. In den küstennahen Gebieten aber, wie hier bei Ochtrup oder auch in Schwellenregionen, kommt es naturgemäß zu Mächtigkeitsreduktionen, die sich dann oft weder genau mikropaläontologisch noch wegen des Fehlens der bezeichnenden Ammoniten fassen lassen. Es bleibt dann nur die lithologische Einstufung (siehe auch Kapitel Hauterive).

a. Mittelvalendis

Platylenticeras-Schichten

Für das untere Mittelvalendis ist die Ammonitengattung *Platylenticeras* HYATT charakteristisch. Ihre Arten wurden jüngst von KEMPER (1961 a) eingehend bearbeitet und revidiert und zu einer detaillierten Zonengliederung benutzt. Ihrer Anwendung sind jedoch in der fast rein sandigen Fazies, wie bei dem zutage anstehenden Valendis bei Ochtrup, Grenzen gesetzt, ebenso bei der Auswertung von Bohrproben. Um so wertvoller ist es daher, daß KEMPER (1961 b) auch eine mit der Cephalopodengliederung korrespondierende mikrofaunistische Unterteilung gegeben hat. Diese rühmliche Ausnahme einer Doppelgliederung liegt für die Unterkreide nur für diese Schichten und im Ansatz (KEMPER 1964 b) für das Apt vor.

robustum-Schichten

Wie es bereits im vorangegangenen Kapitel über den Wealden dargelegt wurde, beginnt das Mittelvalendis nicht mit einem jäh einsetzenden marinen Profil, sondern ist vielmehr durch einen Bereich brackisch-mariner Sedimente an seiner Basis gekennzeichnet, die als „Mischfaunenbänke“ bei KEMPER (1961 a) diskutiert wurden.

Aufgeschlossen war dieser Übergang früher in der Ziegelei Gerdemann nordwestlich Gronau, die mehrfach von verschiedenen Autoren beschrieben wurde (s. S. 43). Die 1917 wegen eines Wassereinbruchs aufgegebene Ziegeleigrube wurde, bedingt durch den Wassernotstand im Jahre 1959, vorübergehend leergepumpt. KEMPER (1961 a, b) hat das Profil seinerzeit neu aufgenommen. Es ist das einzige beckenrandnahe Profil in Nordwestdeutschland, das zutage ansteht, und es hat damit eine besondere Bedeutung. Diese Schichten sind auch in einigen Schurfbohrungen im Stadtgebiet von Gronau bekanntgeworden, ebenso in der Beckenfazies südlich Gildehaus.

Tabelle 4

Stratigraphisch-fazielle Übersicht des Valendis

Unter-Stufen	Nordwestdeutschland	Blatt Glanerbrücke, Gronau, Ochtrup	
Obervalendis	„Astierien-Schichten“ + „Arnoldien-Schichten“	Toniges Obervalendis	
	„Dichotomiten-Schichten“	Dichotomiten-Sandstein kv D <i>erectum</i> -Zwischenmittel Bentheimer Sandstein	
Mittelvalendis	„Polyptychiten-Schichten“	Romberg-Zwischenmittel kv B Bentheimer Sandstein	
	Platylenticeras-Schichten	Ob. Mitt.	Zone des <i>Pl. heteropleurum</i> <i>heteropleurum</i> -Schichten
		Unt.	Zone des <i>Pl. robustum</i> <i>robustum</i> -Schichten
Untervalendis	Infravalendis (=Berrias)	Wealden 3b—6	

In der Ziegelei Gerdemann fand KEMPER (1961 a, b) eine Folge blaugrauer, teilweise fester Tonsteine, die im Grenzbereich zum Wealden eine Häufung dünner bonebedartiger Aufarbeitungsanlagen zeigen, für die eine Anreicherung von Pflasterzähnen und kleinen Exogyren typisch ist. Eine solche Aufarbeitungslage wurde als konglomeratische Toneisensteinbank auch in der Bohrung Gronau 54 (29) angetroffen. Die Foraminiferen sind durch Sandschaler der *Ammobaculites subcretaceus* — *Haplophragmoides concavus* — *Dolocytheridea wolburgi*-Fauna vertreten, die besonders häufig weiter nördlich in Richtung zum Beckeninneren auftreten. Die darüber folgenden Schichten führen in der Gronauer Fazies bei einer Mächtigkeit von ebenfalls 3,5 m Fischzähne, Inoceramenprismen und feine, zarte Reste von Echinodermen in größerer Menge, die den Seelinien und Schlangensterne zuzurechnen sind. Am bedeutungsvollsten ist jedoch in diesem Gronauer Profil das erste Auftreten der Platylenticeraten mit der Art *Pl. latum* (KOENEN) in großer Häufigkeit in einer Geodenbank, die dem Hauptammonitenhorizont bei v. KOENEN (1915) entspricht. Hinzu kommen aus dieser Bank Echinodermen, Ostreen und Terebrateln. Mikropaläontologisch zeichnet sich die Basis durch das erste Auftreten kalkschaliger Foraminiferen aus, die aber nach oben hin wieder zurücktreten, so daß nur noch die eintönige sandschalige *Ammobaculites-subcretaceus*-Fauna herrscht.

heteropleurum-Schichten

Über diesen der Zone des *Platylenticeras robustum* (v. KOENEN) zuzurechnenden Schichten folgen die mehr feinsandig-schluffigen Tonsteine der Zone des *Platylenticeras heteropleurum* (NEUMAYR & UHLIG), die von ihrem mittleren Teil an nur noch rein marin ausgebildet ist, was sich auch in der Mikrofauna durch das stete Vorhandensein kalkschaliger Foraminiferen, wie der Lenticulinen, ausdrückt. Aus einer Geodenbank der oberen *Platylenticeras*-Schichten erwähnt KEMPER (1961 a) das häufige Vorkommen von jugendlichen, artlich allerdings nicht bestimmbar Platylenticeraten, kleinen Polyptychiten, *Acrotenthis* cf. *elegans* STOLLEY, *Oxytoma*, *Trochus*, *Inoceramus*, *Aucella*, *Pentacrinus* und *Siliqua*. Die fossilführende tonige Fazies reicht bis zum Ende der *antecedens*-Subzone hinauf. Darüber folgt konkordant, ebenso wie am Bentheimer Sattel, der praktisch fossil-leere Bentheimer Sandstein.

Die tonigen *Platylenticeras*-Schichten in der Beckenfazies, wie sie in der Bohrung Bentheim 11 (38) und in Aufschlüssen der nördlich anschließenden Nachbarblätter bekannt wurden, zeichnen sich gegenüber der oben beschriebenen Gronauer Randfazies durch eine größere Festigkeit der dunkelgrauen Tonsteine aus, ferner durch das Fehlen von sandig-schluffigen Schüttungen. Bezeichnend ist jedoch eine etwas engere Aufeinanderfolge der Toneisensteingeoden-Bänke. Nach KEMPER (1961 b) macht sich im höheren Teil eine Mikrofossilarmut bemerkbar; ebenso sind Ostreen, Echinodermereste und Belemniten seltener, Schnecken dagegen häufiger.

Im Gebiet des Ochtruper Sattels, unmittelbar an der Küste des Valendismeeres, sind die *Platylenticeras*-Schichten bereits durchweg sandig in der Fazies des Bentheimer Sandsteins mit teilweise etwas größerer Körnung ausgebildet, wie es die Handbohrungen im hier zutage Anstehenden ergaben (WOLBURG 1953). Nur im Südwesten der Struktur, in der Lambertimark (Blatt Gronau), wurde beim Gehöft Wenningmann an der Basis eine geringmächtige tonige Ausbildung festgestellt. In der Tiefbohrung Lambertimark 1 (43) fanden sich an der Valendisbasis mehr als stecknadelkopfgroße Quarze.

Bentheimer Sandstein (kv B)

Der Bentheimer Sandstein erreicht eine maximale Mächtigkeit von 60—70 m und streicht bei Bentheim auf dem nördlichen Nachbarblatt in typischer Ausbildung, einen markanten Höhenzug bildend, zutage aus, der in östlicher Richtung allmählich vertonend unter dem Pleistozän im Norden von Ohne auch auf dem Gebiet von Blatt Ochtrup ansteht.

Im Untergrund des Gronauer Stadtgebietes ist er vollständig von mächtigeren quartären Ablagerungen bedeckt, nur in der heute nicht mehr zugänglichen Ziegeleigrube Gerdemann war seine Untergrenze erschlossen. Im südlichen Stadtgebiet transgrediert er teilweise auf Wealden mit einem Konglomerat grüner Tonsteingerölle, wie in der Bohrung Gronau 56 (31).

Die Kenntnis über seine Beschaffenheit gründet sich im Bereich der bearbeiteten Blätter hauptsächlich auf die Ergebnisse von Bohrungen, wenn man von dem schmalen, meist noch von einem quartären Schleier überdeckten Ausstrich am Ochtruper Sattel absieht.

Der Bentheimer Sandstein setzt mit scharfer Grenze in den oberen *Platylenticeras*-Schichten in der Subzone des *Platylenticeras involutum* sowohl bei Gronau als auch bei Bentheim ein (KEMPER 1961 a, b); allein bei Ochtrup beginnt er wegen der Küstennähe bereits eher, wie es oben dargelegt wurde. Seine Obergrenze geht höchstens bis in den höheren Teil der „Polyptychiten-Schichten“ hinein. Karten seiner Verbreitung und Mächtigkeiten haben WOLBURG (1954, Abb. 30) und KEMPER (1968 a, b) gegeben.

Über die Herkunft des Gesteinsmaterials im Kartengebiet sind verschiedene Meinungen geäußert worden. Während WOLBURG (1954) sowohl die Rheinische Masse im Süden, als auch den Itterbecker Landkomplex im Nordosten als Herkunftsgebiet erörterte, glaubte FÜCHTBAUER (1955, 1963), Anhaltspunkte für eine Süd-Nord-Störung zu haben. KEMPER (1963 b, 1964 b) meinte ursprünglich, wegen der meist nach Südosten und teilweise nach Südwesten gerichteten Schrägschichtung bei Bentheim eine Materialzufuhr von den im Nordosten gelegenen ostholländischen Landschwellen von Adorf, Enschede und Itterbeck annehmen zu können. Neuere Untersuchungen von KEMPER (1968 b) haben aber mehr Hinweise für eine Nord-Süd-Strömung ergeben, die aber wegen der sicherlich mehrfachen Umlagerung (LÖGTERS 1951) keinen direkten Beweis ihrer Herkunft bieten.

Die Entstehungsbedingungen des bei Bentheim zutage austreichenden Sandsteins werden ausführlich bei KEMPER (1968 a, b) erörtert. Demnach sind die untersten Teile des Sandsteins als Fluxo- oder Proximalturbidite ausgebildet, einem Gesteinstyp, der „einmal durch Trübestrome und Suspensionen und zum anderen durch Gleitung oder Massenbewegung in Kombination oder in bestimmter Abfolge“ abgelagert wurde. Für den übrigen Teil wird die Entstehung als ein mariner Schelfsandkörper des Flachwassers („shallow marine shelf sand body“ bei POTTER (1967)) oder auch als Küstensandbarriere („coast barrier“) diskutiert.

Der Sandstein läßt sich in seiner typischen Entwicklung bei Bentheim sowohl übertage, als auch in Bohrungen in zwei durch eine tonig-sandige Folge getrennte Partien aufteilen. Die untere, bei weitem mächtigere, als Hauptsandstein bezeichnete Partie ist in ihrer Textur mehr gröber gebankt. Dieser Hauptsandstein wird überlagert von einem etwa 4 m mächtigen tonig-sandigen, meist flaserig geschichteten Tonstein, den KEMPER (1963 b) nach seiner typischen Entwicklung am Romberg bei Gildehaus als Romberg-Zwischenmittel bezeichnet hat. Auffällig ist darin das massenhafte Auftreten der Foraminiferenart *Ammovertella cellensis* BARTENSTEIN & BRAND. Darüber folgt der obere Bentheimer Sandstein, der gegenüber dem unteren feinkörniger und damit dichter, durch häufige Einschaltung sandiger Tonschlieren geflasert und feingebankt, auch als Flasersandstein bezeichnet wird.

In östlicher und auch in südlicher Richtung schieben sich ähnlich wie bei Gronau mehr und mehr feinsandig-tonige, mürbe Lagen ein, die dann den Bentheimer Sandstein nur noch als eine indifferente Folge dünner feinkörniger Sandsteine und flaserig-sandiger Tonsteine erscheinen lassen. Im Untergrund nördlich von Ohre auf Blatt Ochtrup schließlich deutet sich das Niveau des Sandsteins nur noch durch einen mehr oder weniger gleichmäßig verteilten Feinsandgehalt in einem graubraunen Tonstein an.

Während im ganzen übrigen Gebiet über dem Bentheimer Sandstein das Obervalendis folgt, ist in dem küstennahen Gebiet von Ochtrup über dem hier grobkörnigen Sandstein das höhere Valendis im Ausbiß durch die Hauterivetransgression gekappt (WOLBURG 1953). Die nur spärlich auftretende Mikrofauna spricht allein für Mittelvalendis.

Auf den Oberflächen der Sandsteine ist bei Bentheim eine große Menge fossiler Lebensspuren ausgebildet, die ausführlich bei KEMPER (1968 b) beschrieben sind. Im übrigen ist der Sandstein im Gegensatz zum nördlichen Emsland (Scheerhorn) hier im Kartengebiet außerordentlich fossilarm. So berichtet BENTZ (1927 a) aus der Bohrung Salzreich 3 (50) bei Ochtrup nur vom Fund einer *Exogyra couloni* DEFRANCE und einer *Lima* sp. .

b. Obervalendis

erectum - Zwischenmittel

In dem Grenzbereich vom Mittel- zum Obervalendis ist ein ungefähr 25 m mächtiger milder, hell- bis dunkelgrauer, glimmerstaubiger Tonstein ausgebildet, dem in seinen unteren Partien nahe dem liegenden Bentheimer Sandstein kalkige, flaserige Sandsteine eingeschoben sind, während im höheren Teil stets ein gewisser Sandgehalt festzustellen ist. Daher ist eine Grenzziehung zum Hangenden und Liegenden oft schwierig. Als lithologisch besonders hervorzuheben sind neben den vereinzelt auftretenden Lagen von Toneisensteingeoden und flacher-linsen einzelne konglomeratische Bänke aus vorwiegend erbsengroßen Quarzen, einzelnen grünen, manchmal dolomitischen Tonsteinen und Kohlenbröckchen, die in den Bohrungen Gronau 48, 52, 55 (23, 27, 30) angetroffen wurden (WOLBURG 1954, S. 95).

Die Megafauna ist insgesamt recht spärlich, wenn auch Pyrit- und Sandfucoiden auf ein reiches Bodenleben hinweisen. Aus den Gronauer Schurfbohrungen wurde von Dr. WOLBURG folgende Fauna bestimmt:

Isocardia angulata SOWERBY

Lima sp.

Nucula sp.

Pentacrinus sp.

Pecten sp.

Die Mikrofossilien hingegen sind reichlicher vertreten. Nach dem häufigen Vorkommen der Sandschalerforaminiferen *Haplophragmium inconstans erectum* BAR-

TENSTEIN & BRAND, zu der in der unteren Hälfte des Horizonts die schon oben erwähnte *Ammovertella cellensis* BARTENSTEIN & BRAND und seltener die Ostracodenart *Protocythere pseudopropria* hinzukommen, hat KEMPER (1963 b) für dieses Zwischenmittel zur Unterscheidung von anderen die Bezeichnung ‚*erectum*-Zwischenmittel‘ vorgeschlagen.

Wenn KEMPER (1963 b) die Basis dieses Zwischenmittels mit der des Obervalendis gleichstellt, so kann dies nur für unser eng umgrenztes Gebiet gelten, denn die Hangendgrenze des Bentheimer Sandsteins kann örtlich höher oder tiefer liegen (BOIGK in BOIGK u. a. 1960).

Dichotomiten-Sandstein

Der bis zu einer Mächtigkeit von 75 m anwachsende Dichotomiten-Sandstein wird, wie ihn schon BOIGK u. a. (1960, S. 105) beschrieben haben, durch feinkörnige, schluffige Sandsteine mit einem meist tonig-kalkigen, teilweise auch dolomitisch-sideritischen Bindemittel aufgebaut, denen tonig-sandige Einschaltungen zwischengelagert sind. In schlierig-flaserigem Wechsel stehen die meist ungeschichteten, feinsandig-glimmerstaubigen Ton- und Tonmergelsteine mit den tonigen, graugrünen Feinsandsteinen.

In den Bohrungen Gronau 48, 52 und 55 (23, 27, 30) treten nach WOLBURG (1954, S. 95) in den stärker sandigen Partien außerdem häufig kleine Gerölle grüner dolomitischer Tonsteine, brauner Toneisensteine und Kohlenstückchen auf. In der Bohrung Neu-Gronau 1 (33) hingegen fand WOLBURG (1954, S. 95) Sandstein- und dolomitische Mergelsteingerölle.

Ebenso wie der Bentheimer Sandstein hat auch die Wechselfolge des Dichotomiten-Sandsteins nur wenige Fossilien geliefert. Neben den Spuren ehemaliger Bodenbewohner in Form von Sandfucoiden fand sich besonders in den mehr tonigen Partien folgende Fauna:

Dichotomites terscissus KOENEN
Thracia phillipsi A. ROEMER
Cardium cottaldianum d'ORBIGNY
Exogyra couloni DEFRANCE
Pecten germanicus WOLLEMANN
Ostrea sp. *Astarte* sp. *Avicula* sp. *Aucella* sp.; *Leda* sp.

Die Einstufung dieses Sandsteins in die Mittleren Dichotomiten-Schichten erfolgte auf Grund des oben angeführten *Dichotomites*.

Toniges Obervalendis

Über dem Dichotomiten-Sandstein folgt eine ca. 20—50 m mächtige Serie, die, nach oben begrenzt durch das Hauterive, ungefähr den oberen Dichotomiten-, Arnoldien- einschließlich der Astieren-Schichten entspricht. Diese einzelnen Schicht-

glieder lassen sich jedoch bei dem Mangel an bezeichnenden Fossilien nicht im einzelnen unterscheiden; daher wurden sie in diesem Raum unter der oben angeführten Bezeichnung zusammengefaßt. Lithologisch ist ohnehin keine vertikal gerichtete Änderung festzustellen.

Den petrographischen Aufbau dieses Gesteins im Emsland haben schon BOIX u. a. (1960, S. 106) beschrieben. Es sind vorherrschend mittelgraue, durchweg feinsandige Ton- und Tonmergelsteine. Sie sind massig, teilweise aber auch deutlich geschichtet, führen dünne Lagen brauner Toneisensteingeoden und gelegentlich Pyritfucoiden. Während diese Fazies bei Bentheim vorherrscht, schieben sich in südlicher Richtung mit Annäherung an das Festland braungraue, fein- bis mittelkörnige, tonige Sandsteine ein, die oft durch tonig-mergeliges Bindemittel verfestigt, mit einem schlierig-flaserigen Wechsel in die Tonsteine übergehen. Vereinzelt finden sich auch etwa 30 cm dicke, weißgraue, harte, mäßig geschichtete Kalksandsteinbänke, die seitlich in die helleren und mürben tonig-mergeligen Sandflasern übergehen. Zeitweise kam es offenbar zu einem Sedimentationsstillstand mit einer Aufarbeitung des Liegenden; so finden sich in der Bohrung Neu-Gronau 1 (33) und Gronau 52 (27) Kalksandsteingerölle bzw. feinkonglomeratische linsenförmige Einschaltungen bis 2 mm großer Quarze. Die für die folgenden Unterkreidestufen so bezeichnenden Toneisensteinknollen sind nur vereinzelt ausgebildet; hingegen sind auch hier Sand- und Pyritfucoiden häufig.

Wenn auch leitende Fossilien nur sporadisch auftreten, so ist die Zweischalerfauna durch eine Reihe von Formen vertreten, die sich wegen der schlechten Erhaltung meist artlich nicht bestimmen lassen:

Dichotomites sp.
Acroteuthis der *intermedius-subcarinatus*-Gruppe
Thracia phillipsi A. ROEMER
Astarte sp.
Pholadomya sp.
Pecten sp.
Isocardia sp.
Pentacrinus sp. (Stielglieder).

2. Hauterive (kh)

Infolge einer weiteren Ausdehnung des Meeres durch die Hilsphase transgredierte das Meer an der Küste der rheinischen Masse auf älteren Untergrund. Dabei kam es bei dem zutage austreichenden Valendis zu einer Aufarbeitung des Obervalendis, so daß heute das Hauterive am Westflügel des Odtruper Sattels direkt dem Mittelvalendis aufliegt. Im küstenferneren Teil jedoch ist eine konkordante Abfolge vorhanden.

Für die Zuordnung der kartierten und im folgenden beschriebenen Schichtglieder des Hauterive zu biostratigraphischen oder lithofaziellen Einheiten läßt sich im einzelnen der paläontologische Nachweis oft nicht unbedingt erbringen. Megafossilien fehlen fast gänzlich. Mikrofaunen aber sind natürlich in den allein

leşesteinbildenden gröberklastischen Gesteinen nicht anzutreffen. Die am Ochtruper Sattel und am Südflügel des Bentheimer Sattels bei Handbohrungen gewonnenen Proben mit bestimmbarer Mikrofauna, die durch vorübergehende Aufschlüsse während der Kartierung (siehe S. 11 und KEMPER 1963 a, b, 1964 b) und durch die Schichtprofile der Tiefbohrungen ergänzt wurden, gestatten aber eine Einordnung, die im großen gesehen wohl zutreffend ist. Erschwerend ist dabei sowohl der Umstand des unbefriedigenden Bearbeitungszustandes der Unterkreidecephalopoden, als auch ihre Seltenheit, auf die bei SEITZ (1950) und auch zuletzt bei KEMPER (1963 a) wiederholt hingewiesen wurde. Ebenso ist eine Gleichsetzung der mikrofaunistischen Zonen mit denen der Cephalopoden oft nicht gerechtfertigt und hat zu häufigen Irrtümern geführt (KEMPER 1963 a).

Das Hauterive dieses Raumes erreicht eine maximale Mächtigkeit von ungefähr 500 m und geht nördlich Bentheim außerhalb des Blattgebietes bis auf 600 m hinauf. Bedingt wird diese starke Anhäufung durch die tiefe synsedimentäre Absenkung der Bentheimer Bucht. Die nach Süden stetig abnehmende Mächtigkeit beruht sowohl auf der Nähe der Küste der Rheinischen Masse (vgl. auch LÖCTERS 1951), als auch bei Gronau auf der sich von Nordwesten hereinschiebenden untermeerischen Schwelle von Enschede — Epe, in deren Verlängerung sich die Gronauer Rinne anschließt, die noch einmal ein geringes Anschwellen der Sedimente verursachte.

Eine Unterteilung des Unterhauterives nach Ammoniten ist nach den Vorschlägen von RIEDEL (1941) seit langem im Gebrauch. Sie konnte aber bei einer Neubearbeitung der ihr zugrunde liegenden Ammonitenarten durch THIERMANN (1963), die er der neu geschaffenen Gattung *Endemoceras* zuordnet, nicht bestätigt werden und wurde durch eine neue ersetzt. Ähnliches würde sich wahrscheinlich auch bei einer Untersuchung der für das Oberhauterive als leitend angesehenen Crioceratenfolge ergeben.

Die Anwendung dieser Ammoniten zur biostratigraphischen Einstufung der auskartierten Horizonte war wegen des Fehlens dieser Cephalopoden nicht möglich. Für eine Übernahme von Namen der Ammonitenzonen, nur bei dem Vorliegen von Mikrofossilien, fehlen aber noch die Voraussetzungen (KEMPER 1963 a, 1964 b). Wenn aber dennoch im folgenden solche Ammonitenzonen-Namen angeführt werden, so sollen sie mehr der Orientierung im Profil überhaupt dienen.

Wenn somit eine biostratigraphisch exakte Untergliederung nicht möglich ist, so boten dennoch die Sandschüttungen, der *noricum*-Sandstein und der Gildehauser Sandstein eine Möglichkeit lithologischer Unterteilung. Diese Horizonte sind im ganzen Emsland verbreitet und nach WOLBURG (1954, S. 104) auch ungefähr stets an der gleichen Stelle im Profil.

Für die karbonatischen Mergelsandsteine sind die massenhaft vorkommenden Schwammnadeln typisch, für die zwischengelagerten und die Sandsteine trennenden Tonmergelsteinpakete hingegen sind die Echinodermenreste, besonders von Seelilien und Schlangensternen charakteristisch (KEMPER 1963 b, 1964 a), denen oft eine Unzahl pyritisierter Kleinschnecken zugesellt sind.

Tabelle 5
Stratigraphisch-fazielle Übersicht des Hauterives

Unter-Stufen	Nordwestdeutschland	Blatt Glanerbrücke, Gronau, Ochtrup
Oberhauterive	Schichten mit <i>Neocraspedites tenuis</i>	Obere <i>tenuis</i> -Schichten kh(4)
	Schichten mit <i>Crioceratites seeleyi</i> ?	
	Schichten mit <i>Aegocrioceras</i> der <i>capricornu</i> = <i>torulosum</i> = <i>semicinctum</i> = Gruppe	Gildehauser Sandstein khG
Unterhauterive	Zone des <i>Endemoceras noricum</i>	<i>noricum</i> -Zwischenmittel kh(3) <i>noricum</i> -Sandstein kh(2)
	Zone des <i>Endemoceras</i> <i>amblygonium</i>	<i>senckenbergi</i> -Schichten kh(1) Grenzsandstein

Dieser Fauneninhalt des Hauterives im Verein mit der Großwüchsigkeit verschiedener Foraminiferen (*Epistomina*, *Citharina*) wird von KEMPER (1963 b) als ein Hinweis für eine Flachsee als Ablagerungsraum angeführt. Die hohe Mächtigkeit nördlich der Schwelle von Gronau — Epe ist also durch ein synsedimentäres Absinken bedingt, wie es oben bereits angeführt wurde.

a. Unterhauterive

senckenbergi-Schichten (kh (1))

Die *senckenbergi*-Schichten werden bis 100 m mächtig. Sie bilden gegenüber den festeren und daher im Gelände als Rippe erscheinenden Valendissandsteinen eine lang durchlaufende Senke oder den Anstieg zum Hangenden.

Der Name für diese untersten Schichten wurde von KEMPER (1963 b, 1964 a) nach dem hierfür leitenden Muschelkrebs *Cythereis senckenbergi* TRIEBEL eingeführt. Sie bestehen aus feinsandflaserigen, feinschichtigen Tonmergelsteinen. Ihnen sind besonders im unteren Teil häufiger gelbbraune flaserige, mergelige Sandsteinlinsen feiner Körnung eingelagert, die etwa dem Grenzsandstein entsprechen.

Toneisensteingeoden in niedrig-knolliger Umgrenzung sind lagenweise zwischen-geschaltet. Pyrit in kleinen Kristallen, ebenso wie Glimmer, sind häufig.

Eine Besonderheit bilden die Karbonkohlengerölle, die sich deutlich von den kretazischen kohliglen Pflanzenresten abheben. Diese sind nach M. & R. TEICHMÜLLER (1953) gegenüber den Karbonkohlen nur bis zum Braun- oder Flammkohlenstadium gereift. Nach den Analysen enthalten sie auf die wasser-, asche-, stickstoff- und schwefelfreie Substanz berechnet: 79,0% C, 5,4% H und 15,0% O. Ebenso ist durch den deutlich geringeren Reflexionsgrad der kretazischen kohliglen Substanzen ein Unterschied gegeben. Außerdem sind diese häufig als größere Treibholzstämme von Bohrmuscheln angebohrt.

Die Karbonkohlen hingegen sind meist als kleinere eckige Gerölle von durchweg weniger als 1 mm Durchmesser in die Kreidesedimente eingelagert. Aus der Bohrung Rothenberg 3 (53) sind einige Gerölle aus 1660 m Teufe von M. & R. TEICHMÜLLER (1953) aus dem untersten Hauterive näher untersucht worden. Es fanden sich dort hauptsächlich Claritgerölle neben Vitrit-, Durit-, Fusit- und Kännelkohlengerölle. Die Clarite enthalten oft viele Sporen und sind deutlich geschichtet. Die Steinkohlengerölle bestehen vorwiegend aus Gasflamm- bis Flammkohlen. Einige stärker inkohlte Gerölle aus dieser Bohrung gehören, nach der Reflexion des Vitrits im Auflicht und der Farbe der Protobitumina zu urteilen, zu den Gas- und Fettkohlen. Die Untersuchung des Sporeninhaltes einiger Gerölle aus benachbarten Gebieten durch KREMP (1953) ergab als stratigraphische Stellung auf Grund der Densosporen Westfal B und C. Diese Einlagerungen beweisen, ebenso wie die zuweilen anzutreffenden Milchquarz- und Lyditgerölle, daß im Westen und Süden das anstehende Oberkarbon der Rheinischen Masse als Schuttlieferant weitgehend beteiligt gewesen ist (WOLBURG 1953).

Die mikropaläontologische Untersuchung einer Reihe von Proben von der Pipeline Wilhelmshaven—Köln, Blatt Ochtrup Nr. 3709, von r²⁵ 80 700, h⁵⁷ 96 180 bis r²⁵ 80 280, h⁵⁷ 95 500 durch KEMPER (1963 a) ergab eine reiche und großwüchsige Fauna in dieser Schicht (kh 1), neben zahlreichen verschiedenen Echinodermerresten (hauptsächlich Ophiurideen):

Serpula articulata SOWERBY

Astarte juv. sp.

Oxytoma juv. sp.

Haplophragmium aequale (ROEMER)

Ammobaculites der *subcretaceus-reophacoides*-Gruppe (selten)

Triplasia emslandensis BARTENSTEIN & BRAND (selten)

Triplasia pseudoroemeri BARTENSTEIN & BRAND (selten)

Marssonella oxycona (PREUSS) (selten)

Lagena haueriviana BARTENSTEIN & BRAND, mit den Unterarten *haueriviana* und *cylindracea*

Nodosaria sceptrum REUSS

Fronicularia concinna KOCH

Tristix acutangula (REUSS)

Vaginulina striolata REUSS

Vaginulina arguta REUSS

Citharina lafittei MARIE
Citharina sparsicosta (REUSS)
Citharina seitzi BARTENSTEIN & BRAND
Citharina harpa (ROEMER)
Marginulina pyramidalis (KOCH)
Lenticulina (Lenticulina) saxonica saxonica BARTENSTEIN & BRAND
Lenticulina (Lenticulina) guttata (DAM)
Lenticulina (Planularia) crepidularis (ROEMER)
Lenticulina (Marginulinopsis) gracilissima (REUSS)
Lenticulina (Marginulinopsis) bettenstaedti BARTENSTEIN & BRAND
Lenticulina (Vaginulinopsis) humilis humilis (REUSS)
Epistomina caracolla caracolla (ROEMER)
Bullopora laevis (SOLLAS)
Dolocytheridea hilseana (ROEMER)
Schuleridea rhomboidalis NEALE
Schuleridea thörenensis (TRIEBEL)
Schuleridea calcarata (TRIEBEL)
Cythereis senckenbergi TRIEBEL
Protocythere triplicata (ROEMER)
Protocythere hechti TRIEBEL
Cytherelloidea ovata WEBER.

Nach der Kartierung sind jedoch die letzten Proben schon zum *noricum*-Sandstein (kh (2)) zu zählen, der bei r²⁵ 80 330, h⁵⁷ 95 600 beginnt.

Da dieses Schichtglied sehr leicht verwittert und somit morphologisch nur hervortritt, wenn auch die hangenden oder liegenden Schichten als Erhebungen sichtbar sind, verschwinden die *senckenbergi*-Schichten südlich von Bentheim alsbald unter dem Quartär, da der überlagernde *noricum*-Sandstein durch Zurücktreten des sandigen Anteils in östlicher Richtung in der als Koppel bezeichneten Flur ebenfalls an morphologischer Bedeutung verliert.

n o r i c u m - S a n d s t e i n

Der *noricum*-Sandstein erreicht seine größte Mächtigkeit von 100 m in der Bauerschaft Sieringhoek östlich Gildehaus. Er bildet hier den Kamm und den Südhang eines dem Gildehauser Berg fast gleichwertigen Höhenzuges vom Gehöft Sahbrook bis fast zur Straße Bentheim—Ochtrup. Aber auch an dem Nord- und Westflügel des Ochtruper Sattels tritt dieser Sandsteinzug von der Lambertimark bis zum Kriegerdenkmal südlich des Hofes Elbers am Hang eines deutlich sich heraushebenden Hügelzuges zutage. Aufschlüsse sind nicht vorhanden. Nach Osten hin vertont der *noricum*-Sandstein, verliert damit an morphologischer Wertigkeit und verschwindet unter der quartären Bedeckung, wie es am Gehöft Pöplenburg östlich der Straße Bentheim—Ochtrup zu sehen ist.

Es sind mehr glimmerstaubige Tonmergelsteine mit einem höheren Schluff- und Feinsandgehalt, ohne daß sich aber geschlossene dickere Sandsteinbänke ausbilden. Geringmächtige flaserige Sandeinlagerungen finden sich öfter; insbesondere ist ein höherer Kalkgehalt festzustellen. Toneisensteingeoden sind lagenweise in dem fein-

schichtigen Sediment vorhanden. Trotz des Vorherrschens von feinkörnigem Material ist das Gestein sehr hart, wie es sich aus dem zutage Anstehenden ergibt. Das namengebende Fossil *Endemoceras noricum* (F. A. ROEMER) wurde nur in sehr schlecht erhaltenen Exemplaren im oberen Teil gefunden. Hingegen sind die Reste von tetraxonen Megaskleren von Kalkschwämmen (Orthotriänen, Dichotriänen) außerordentlich häufig, worauf KEMPER (1963 b, 1964 a) zuerst aufmerksam machte. Die von KEMPER (1963 a, Probe 65—71) beschriebene und von ihm zu der tonigen Fazies des *noricum*-Sandsteins gerechnete Mikrofauna ist nach der Kartierung noch zu den *senckenbergi*-Schichten zu stellen. Die von ihm bereits als fraglich in die „*bivirgatus*-Zone“ eingestufte Fauna ist nach den bei der Kartierung aufgefundenen Lagerungsverhältnissen zu dem *noricum*-Sandstein zu rechnen, der hier — nördlich vom Gehöft Pöplenburg — bereits in der mehr tonigmergeligen Fazies vorliegt. Allerdings dürften nach den Angaben der Koordinaten nur die letzten dieser bei dem Bau der Pipeline gewonnenen Faunenproben hierzu zu zählen sein. Die ersten Proben gehören noch zum Liegenden.

Neben den Echinodermenresten wurde von KEMPER (1963 a, Probe 72—87) eine phylogenetische Abfolge von *Turritella*-Arten aufgefunden, die wohl eine genauere Untergliederung möglich machen werden. Das häufige Vorkommen von Ostracoden und *Epistomina caracolla* (ROEMER) wird als typisch für diese Schicht angesehen.

Folgende Fauna hat KEMPER (1963 a) bestimmt: Blatt Ochtrup 3709, von r²⁵ 80 450, h⁵⁷ 95 780 bis r²⁵ 80 220, h⁵⁷ 95 500

Holothurienreste

Serpula articulata SOWERBY

Astarte sp.

Thracia cf. *phillipsi* ROEMER

Dentalien

Haplophragmium aequale (ROEMER)

Ammobaculites oder *subcretaceus-reophacoides*-Gruppe

Lagena hauteriviana BARTENSTEIN & BRAND

Lagena apiculata REUSS

Citharina harpa (ROEMER)

Citharina sparsicosta (REUSS)

Citharina aff. *discors* (KOCH)

Fronicularia concinna (KOCH)

Marginulina pyramidalis (KOCH)

Tristix sp.

Lenticulina (*Lenticulina*) *eichenbergi* BARTENSTEIN & BRAND

Lenticulina (*Planularia*) *crepidularis* (ROEMER)

Lenticulina (*Marginulinopsis*) *robusta* (REUSS)

Epistomina caracolla (ROEMER)

Dolocytheridea hilseana (ROEMER)

Schuleridea calcarata (TRIEBEL)

Schuleridea thörenensis (TRIEBEL)

Protocythere triplicata (ROEMER)

Cytherelloidea pulchra NEALE.

noricum-Zwischenmittel (kh (3))

Die als *noricum*-Zwischenmittel von KEMPER (1963 b, 1964 a) bezeichnete Folge wird auf Blatt Ochtrup bis zu 120 m mächtig, auf Blatt Gronau hingegen schwillt sie bis auf 140 m an. Früher war die von RIEDEL (1941) eingeführte Bezeichnung „bivirgaten-Schichten“ hierfür üblich. Nach den Untersuchungen von THIERMANN (1963) ist jedoch der hierfür als bezeichnend angesehene Ammonit *Acanthodiscus bivirgatus* WEERTH wegen seines außerordentlich seltenen Auftretens und seiner nicht genauer bekannten Vertikalverbreitung als Leitfossil denkbar ungeeignet; es wird deshalb auf die zutreffendere Benennung von KEMPER (1963 b) zurückgegriffen. Die Ammonitenart *Endemoceras noricum* (F. A. ROEMER) ist für das höhere Unterhauterive leitend und in diesen Schichten in mäßig erhaltenen Bruchstücken auch nachgewiesen.

Dieser Schichtkomplex besteht petrographisch aus milden, feingeschichteten, grau-blauen, feinsandigen Tonmergelsteinen mit schichtweise in einem Abstand von ca. 1 m eingelagerten knolligen, braunen Toneisensteingeoden verschiedenster Größe. Mit Pyrit erfüllte Wurmröhren sind auch hier nicht selten. Im ganzen ist diese Folge den *senckenbergi*-Schichten lithologisch sehr ähnlich, und eine Unterscheidung ist nur durch den Schichtverband möglich. Es treten aber die die letzteren so bezeichnenden dicken Feinsandflasern und -linsen zurück.

Infolge seiner geringen Widerstandsfähigkeit gegenüber der Verwitterung tritt das *noricum*-Zwischenmittel nur in Geländesenken zutage, die oft, wie südlich von Bentheim und in der Lambertimark, teilweise zu ebenen Talböden umgestaltet werden. Der Ausbiß ist wegen der großen Mächtigkeit besonders in der Bauerschaft Sieringhoek nicht nur auf den Hang des hangenden Gildehauser Sandsteins beschränkt, sondern umfaßt ebenso den Hang des liegenden *noricum*-Sandsteins, der zum unteren Drittel seiner Höhe noch von dem überlagernden *noricum*-Zwischenmittel bedeckt wird.

KEMPER (1963 a) bestimmte aus diesen Schichten eine eintönige Mikrofauna, die er allerdings schon zum Oberhauterive in den Bereich des Gildchauser Sandsteins stellte; nach der Kartierung jedoch sind diese Schichten noch zum Unterhauterive mit dem *noricum*-Zwischenmittel zu zählen.

Blatt Ochtrup 3709, von r²⁵ 80 220, h⁵⁷ 95 450 bis r²⁵ 80 160, h⁵⁷ 95 360

Pentacrinus-Teile
Serpula articulata SOWERBY
Astarte-Brut
Panopaea-Brut
Turritella sp.
Haplophragmium aequale (ROEMER)
Lagena hauteriviana BARTENSTEIN & BRAND
Citharina sp. sp.
Vaginulina flexa ZEDLER
Lenticulina (Vaginulinopsis) humilis humilis (REUSS)

Lenticulina (Marginulinopsis) foeda (REUSS)
Bullopore laevis (SOLLAS)
Epistomina caracolla (ROEMER)
Protocythere triplicata (ROEMER).

Aus einer gekernten Bohrung auf dem Gildehauser Berg bestimmte KEMPER (1963 a) folgende, oben noch nicht angetroffene Mikrofossilien:

Blatt Gronau 3708, r²⁵ 75 498, h⁵⁷ 96 012

Anmobaculites fontinensis (TERQU.)
Citharina harpa (ROEMER)
Rectoglandulina der *mutabilis-humilis*-Gruppe
Lenticulina (Plannularia crepidularis) (ROEMER)
Dolocytheridea hilseana (ROEMER)
Haplocytheridea calcarata TRIEBEL
Schuleridea thörenensis (TRIEEEL)
Apatocythere ellipsoidea (TRIEEEL)
Protocythere frankei TRIEBEL.

b. Oberhauterive

Gildehauser Sandstein (kh G)

Das Niveau des bis 100 m mächtigen Gildehauser Sandsteins zeichnet sich durch einen außerordentlichen Fazieswechsel sowohl in der Lithologie, als auch in der Zusammensetzung der Fauna aus. Eine Karte ihrer Verbreitung hat KEMPER (1968 a) entworfen.

An der Südflanke des Bentheimer Sattels streicht der Sandstein in einem langgestreckten O—W streichenden Höhenzuge zutage aus, der auf seinem Rücken an der höchsten Stelle die Ortschaft Gildehaus trägt, die BENTZ (1927 a) zu der Namensgebung veranlaßte. Auf Grund von Fossilbestimmungen älterer Autoren wie G. MÜLLER (1904), ROEMER (1850, 1854, 1855), VOGEL (1895) sah sich BENTZ (1927 a) veranlaßt, den Gildehauser Sandstein als sandige Vertretung des gesamten Hauterives aufzufassen, was sich späterhin aber nicht bestätigte.

Vielmehr haben die Untersuchungen von WOLBURG (1954) und MEYER (1963) eine wechselnde, hauptsächlich auf das Oberhauterive beschränkte Vertikalverbreitung ergeben. Seine Schüttung beginnt meist schon in den obersten Niveaus des *noricum*-Zwischenmittels (KEMPER 1968 a) und reicht je nach der Örtlichkeit nur bis in die *hildesiense*-Schichten wie bei Georgsdorf (MEYER 1963) oder bis in die unteren *tenuis*-Schichten wie hier bei Gildehaus (WOLBURG 1954) hinauf. Im Bereich der Strukturen Gronau und Ochtrup hingegen ist das gesamte Oberhauterive bis zum Barrême mehr oder weniger sandig ausgebildet.

Eine ausführliche Beschreibung des Sandsteins aus dem mittleren Emsland stammt von MEYER (1963). Dort ist er als Ölträger von besonderem wirtschaftlichen Interesse, während er hier nur geringe Ölsuren in Tiefbohrungen führte und bei Sie-ringhoek von asphaltdurchsetzten Klüften durchzogen wird, auf die aber später (vgl. S. 115) noch ausführlicher eingegangen werden soll.

Die typische, durch einen großen Reichtum an Schwammnadeln ausgezeichnete „Spiculitfazies“ (KEMPER 1968 a) beschränkt sich im Kartengebiet auf die Gegend von Gildehaus. Die Sandsteine reichen hier, wie schon erwähnt, nur bis in die unteren *tennis*-Schichten. Die oberen *tennis*-Schichten heben sich hier deutlich mit einem Knick am Fuße der genannten Höhe in der Bauerschaft Sieringhoek ab. Sie konnten hier daher auch gesondert (auf der Karte mit dem Symbol kh (4) dargestellt) kartiert werden (vgl. S. 62).

Die in Bohrungen zuweilen deutlich an den Schlumberger-Messungen erkennbare Zweiteilung des Gildehauser Sandsteins in einen unteren und einen oberen Teil tritt im zutage Ausgehenden nicht hervor. Eine Ausnahme bildet nur der östliche Teil des Sieringhoek. Hier kreuzt eine große Querstörung den Sandsteinzug und bringt einen relativen Horizontalversatz von ca. 300 m, so daß die Sandsteine im Streichen jäh abgeschnitten an Tonmergelsteine grenzen. Durch die tiefer liegende Erosionsbasis der Tonmergelsteine ist der Gildehauser Sandstein hier zu einem zweigeteilten Höhenzug herausmodelliert. Nach Osten zu vertont zunächst der nördliche, aus dem unteren Sandstein aufgebaute Zug, der zudem — wie auch der im Streichen etwas weiter östlich am Hubertushof durch eine mehr tonigmergelige Fazies ersetzte obere Sandstein — von weiteren Querstörungen begrenzt wird.

Gegenüber dem Ausbiß der anderen Unterkreidestufen bildet die Untergrenze des Gildehauser Sandsteins eine Ausnahme im Sieringhoek. Hier setzt der Sandstein in seiner mächtigen Entwicklung nicht erst auf der Kante oder Kammlinie ein, sondern stets schon einige Meter darunter. Am Ochtruper Sattel hingegen fallen bei geringmächtiger Ausbildung Kante und Kammlinie zusammen.

Im Bahneinschnitt quer zum Streichen, westlich von Gildehaus, läßt sich die typische Ausbildung des Gildehauser Sandsteins beobachten. Seine liegenden und hangenden Schichten sind zwar ehemals aufgeschlossen gewesen, heute aber völlig verwachsen und verstützt, so daß nur noch der Sandstein selbst südlich der Straßenbrücke zu sehen ist.

Er bildet hier eine Wechselfolge feinkörniger, bankiger, gelbbrauner und teilweise grünlicher Sandsteine mit zwischengeschalteten Lagen mehr sandig-flaseriger Mergelsteine, die seitlich oft auskeilend, in die im ganzen überwiegenden Sandsteine übergehen. Die Zweiteilung des Gildehauser Sandsteins ist hier in dem Aufschluß weniger deutlich ausgeprägt. Jedoch läßt sich allgemein feststellen, daß der untere Teil eine geringmächtige Bankung, häufige Einschaltungen weicherer Sandmergel und einen höheren Kalkgehalt aufweist, wie es auch in dem kleinen, diese Schichten erschließenden Steinbruch südlich des Niehofes zu sehen ist (Blatt Gronau 3708, r²⁵ 77 380, h⁵⁷ 95 570). Der obere Teil dagegen wird durch mehr dickbankige Sandsteine ausgezeichnet. Das scheinbar massige Aussehen der Bänke löst sich bei der Anwitterung in ein Netz feiner Kreuzschichtungslinien auf. Das von BENTZ (1927 a) und MEYER (1963) erwähnte Auftreten der Konglomeratfazies, die von WOLBURG (1954) in einer Übersichtskarte dargestellt wurde, wird mit ihrer

schlechten Sortierung und dem hohen Anteil an kleinen Geröllen aus aufgearbeiteten Tonmergelsteinen, Kohlebröckchen und feinsandig-schluffigen Tonsteinen mit einem tonigen Bindemittel von den Autoren als Hinweis für eine Deltaablagerung angesehen, da diese Kornzusammensetzung sehr für eine küstennahe Ablagerung spricht.

Die in den Tiefbohrungen angetroffene weißgraue Farbe des Gildehauser Sandsteins ist wahrscheinlich seine ursprüngliche. Der zutage anstehende Sandstein ist durch die Verwitterung von feinverteiltem Chamosit oft streifig rostbraun geflammt. Die von WOLBURG (1954) erwähnten Brauneisenoide erweisen sich nach MEYER (1963) im mittleren Emsland lediglich als teilweise zersetzte Chamosite, die von einer randlichen Verwitterungsrinde umgeben sind, die vermutlich aus Brauneisen besteht, und so das Vorhandensein von Ooiden vortäuschen.

Vereinzelt finden sich manchmal bunte Kieselknollen, deren Entstehung BENTZ (1927 a) auf die Wanderung und Ausfällung der Kieselsäure der in diesem Gestein besonders häufigen Schwammnadeln zurückführen möchte. Einzelne Linsen und Hohlräume mit gänzlich unverfestigtem Sand durchziehen das Gestein.

Fossilien haben sich im Laufe der Zeit bei Gildehaus in großer Menge, aber schlechter Erhaltung — der sandigen Fazies entsprechend — angefundenes. Es liegen nur Steinkerne oder Abdrücke vor. Die erste Fundliste mit Ammoniten und Muscheln stammt von F. ROEMER (1850); sie wurde später von VOGEL (1895) durch eine umfangreiche Aufzählung ergänzt. Leider hat VOGEL das von den Fundorten Lossen in Holland und Gildehaus stammende Material bei seiner Bearbeitung nicht getrennt behandelt, worauf schon BENTZ (1927 a) hinwies, der auch die Liste der beiden Autoren anführt. Auf diese sei hiermit verwiesen; ein neuerliches Zitat erscheint bei der Unmöglichkeit einer genaueren Nachbestimmung des Materials ohne Nutzen. Diese Liste wurde von WOLLEMAN (1900) durch die Beschreibung einer Reihe von Muscheln ergänzt, die HARBORT (1907) nochmal zusammengestellt hat. G. MÜLLER (1904) berichtet vom Fund eines *Neohibolites jaculum* (PHILLIPS). Einen heute wohl als *Endemoceras noricum* (F. A. ROEMER) zu bestimmenden Ammoniten erwähnt BENTZ (1927 a), zusammen mit einem *Aegocrioceras* cf. *tenuilobatum* von KOENEN und einem Krebs der Art *Meyeria ornata* M'COY.

Erst in jüngster Zeit sind wieder umfangreiche, taxionomisch revidierte Listen der bei Gildehaus gefundenen Fossilien durch KEMPER (1963 b, 1964 b, 1968 a) und BRAMER (1967) zusammen mit Abbildungen und Beschreibungen der Funde veröffentlicht worden. Eine bemerkenswerte *Pinna*-Gemeinschaft in Lebendstellung, deren Schalen durch die überlagernden Sedimente zerbrochen sind, haben BRAMER & KEMPER (1966) aus dem Aufschluß in der Gemarkung Sieringhoek (r²⁵ 77 400, h⁵⁷ 95 550) beschrieben.

In östlicher Richtung vertont der Gildehauser Sandstein zusehends und jenseits der Straße Ochtrup-Bentheim schließlich ist das Hauterive gänzlich unter Quartär begraben. Wir befinden uns hier schon in der küstenfernen Beckenfazies. Im nördlichen Emsland kommen in dieser Fazies des Oberhauterives häufig Ammoniten

der *Sibirskites*-Gruppe und Muscheln der Art *Thracia phillipsi* ROEMER vor. Sie wurde daher von KEMPER (1968 a) als „Sibirskiten-phillipsi-Fazies“ bezeichnet.

Beim Bau der Pipeline waren westlich vom Hubertushof diese tonigen Äquivalente aufgeschlossen. Zwischen den folgenden Punkten hat KEMPER (1963 a) eine reiche Mikrofauna bestimmen können:

Blatt Ochtrup 3709 von r²⁵ 80 150, h⁵⁷ 95 340 bis r²⁵ 79 750, h⁵⁷ 94 600

Echinodermenreste, darunter *Pentacrinus* sp.
„Löffel“ aus dem Periproct von Saleniden
Serpula articulata SOWERBY
Haplophragmium aequale (ROEMER)
Ammobaculites goodlandensis CUSHMAN & ALEXANDER
Triplasia emslandensis emslandensis BARTENSTEIN & BRAND
Marssonella oxycona (REUSS)
Spiroplectamina dorni ZEDLER
Gaudryina richteri GRABERT (selten)
Lagena hauteriviana cylindracea BARTENSTEIN & BRAND
Nodosaria sceptrum REUSS
Fronicularia concinna KOCH
Fronicularia simplicissima DAM
Tristix sp.
Vaginulina kochi ROEMER
Vaginulina costulata ROEMER
Citharina harpa (ROEMER)
Hechtina antiqua (REUSS) (selten)
Lenticulina (Planularia) crepidularis (ROEMER)
Lenticulina (Marginulinopsis) foeda (REUSS)
Epistomina caracolla (ROEMER)
Doloccytheridea hilseana (ROEMER)
Schuleridea thörenensis (TRIEBEL)
Protocythere triplicata (ROEMER)
Protocythere hechti TRIEBEL
Cytherelloidea der *pulchra-ovata*-Gruppe (Endform!)

Ähnlich, wie es eben von der Struktur Bentheim beschrieben wurde, tritt auch im Osten der Struktur Ochtrup die tonige Beckenfazies auf. Sie beginnt etwa beim Gehöft Brockevert in der Osterbauerschaft durch immer mächtigerer, tonige Einschaltungen, und beim Hof Wiggenhorn schließlich liegt die ganze Folge in toniger Fazies vor. Morphologisch tritt sie aber auch hier noch als eine leichte Anhöhe hervor.

In der Richtung auf die Küste geht diese Beckenfazies in die „Bioturbationsfazies“ über. Eine Bezeichnung, die von KEMPER (1968 a) mit der starken Durchwühlung des Sedimentes durch die Bodenfauna erklärt wird. Sie streicht sowohl bei Gronau, als auch bei Ochtrup am Westrand der Strukturen zutage aus. Sie besteht hier aus einer Wechselfolge von intensiv durchwühlten und stark flaserigen, gelbbraunen Sandsteinen mit sandigen grauen Mergelsteinen. Konglomeratische Lagen sind hier selten, ebenso die schon erwähnten Kieselknollen.

Die Bioturbationsfazies geht unmittelbar an der Küste dann in die gröberklastische und wenig sortierte „*Trigonia*-Fazies“ über, von KEMPER (1968 a) so bezeichnet nach den im Raum von Alstätte hierin so typischen Vertretern der Muschelgattung *Trigonia*. Im Kartengebiet lassen sich Anklänge dieser Fazies am Westrand des Ochtruper Sattels im Süden der Lambertimark feststellen.

O b e r e *t e n n i s*-S c h i c h t e n (kh(4))

Die oberen *tenuis*-Schichten ließen sich als ungefähr 60 m mächtige Folge nur am Südflügel des Bentheimer Sattels vom Gildehauser Sandstein abtrennen, wie es schon anfangs erwähnt wurde, da hier die sandige Fazies nicht so weit hinaufreicht. Es sind hauptsächlich graugüne glimmerstaubige, teilweise feingeschichtete Tonmergelsteine mit vereinzelt feinsandigen Flasern und dünnen Feinsandsteinbänken.

Vereinzelte Geodenbänke sind dazwischen eingelagert. Die Mikrofauna entspricht wohl zu einem Teil derjenigen, die in der oben angeführten Liste aufgezählt wird. Megafossilien, insbesondere Cephalopoden, sind äußerst selten. Es fanden sich nur einzelne Belemnitenbruchstücke. Bei KEMPER (1963 b) wurden drei aus der Gemarkung Sieringhoek als *Hibolites* aff. *jaculum* (PHILLIPS) abgebildet. Die Fundortskordinaten sind: Blatt Gronau 3708, r²⁵⁷⁷ 680, h⁶⁷⁹⁵ 130.

3. Barrême (kb)

Die Mächtigkeit der Schichten des Barrêmes geht auf fast 500 m hinauf. Sie ist also noch etwas größer anzusetzen als bei KEMPER (1963 b), der sie auf ungefähr 400 m schätzte. Die Schichtfolge ist lithologisch äußerst einheitlich aus grauschwarzen Tonsteinen und zwischengelagerten Toneisensteinbänken aufgebaut. Für das Barrême der Brechte-Mulde ist ein großer Reichtum an diesen Toneisensteingeoden charakteristisch. Sie gaben den Anlaß zu einer ganzen Reihe von Versuchsschächten und Schürfen, die mit einem besonderen Zeichen (Fe) auch in der Karte eingetragen sind. Über die Ergebnisse dieser aus dem vergangenen Jahrhundert stammenden Untersuchungen wird noch berichtet (vgl. S. 117). Im Gebiet von Gronau und Ochtrup sind besonders im Mittelbarrême sandige Tonsteine und plattige Feinsandsteine den Tonsteinen eingeschaltet. Dünnere Lagen fanden sich auch im höheren und tieferen Teil des Barrêmes und gestatteten so eine morphologisch orientierte Kartierung dieser oberflächlich am weitesten verbreiteten Kreidestufe. Diese klastischen Schüttungen sind besonders markant im Süden und Osten des Blattgebietes, das zur Barrêmezeit als Küstengebiet anzusehen ist. Im Zuge der langsam nach Süden fortschreitenden Überflutung der Beckenränder ist die Küste selbst etwas weiter südlich als während des Hauterives zu suchen. Sie verläuft nun zwischen Gronau und Ochtrup knapp südlich des Blattrandes und fällt östlich Ochtrup ungefähr mit dem Lauf der Vechte zusammen (siehe auch die Karten bei WOLBURG (1954, S. 108, Abb. 36) und KEMPER (1963 b, S. 11, Abb. 3 b).

Dieser paläogeographischen Lage entsprechend unterscheidet KEMPER (1963 b) zwischen einer außerordentlich fossilarmen Trogfazies, in der sich nur kümmerliche Faunengemeinschaften sandschaliger Foraminiferen und vereinzelt Belemniten finden, und einer durch kalkschalige Foraminiferen der Gattungen *Gavelinella*, *Epistomina*, *Lenticulina* u. a. ausgezeichneten Flachmeerfazies.

Tabelle 6
Stratigraphische Übersicht des Barrêmes

Unter-Stufen	Nordwestdeutschland	Blatt Glanerbrücke, Gronau, Ochtrup
Oberbarrême	Schichten mit <i>Parancyloceras bidentatum</i> + <i>aegoceras</i>	<i>bidentatum-aegoceras</i> -Schichten kb(4)
	Schichten mit <i>Parancyloceras rude</i>	<i>rude</i> -Schichten kb(3)
Mittelbarrême	Schichten mit <i>Oxyteuthis brunsvicensis</i>	<i>brunsvicensis</i> -Schichten kb(2)
Unterbarrême	Schichten mit Aulacoteuthiden	<i>strombecki-Aulacoteuthis</i> -Schichten kb(1)
	Schichten mit <i>Haplocioceras rarocinctum</i>	
	Schichten mit <i>Paracrioceras strombecki</i>	

Die zur Zonengliederung nach Ammoniten herangezogenen, angeblich leitenden Crioceraten wurden kaum gefunden. Die zuweilen in Aufschlüssen zu findenden Belemniten lassen sich jedoch nur schwer nach den zwar ausführlichen, aber dennoch wenig klaren Beschreibungen von STOLLEY (1925 a, b) bestimmen (KEMPER 1963 b, 1964 b). Die Angabe der Schichtbezeichnungen nach Ammoniten soll und kann deshalb, ähnlich wie es für das Hauterive bereits ausführlicher dargelegt wurde, nur einer allgemeinen Orientierung im Profil überhaupt dienen.

a. Unterbarrême

strombecki-Aulacotenthis-Schichten (kb(1))

Die *strombecki-Aulacotenthis*-Schichten erreichen bei Bentheim ihre größte Mächtigkeit mit 180 m; nach Süden zu wird sie zunehmend geringer und beträgt im Ausbiß am Nordflügel der Struktur Ochtrup nur noch 70 m. Infolge der mit 20—30° nach Norden einfallenden, relativ steilen Lagerung lassen sich die weichen, hier in einer Senke zutage tretenden Schichten morphologisch gut auskartieren. Besonders eindrucksvoll ist diese Morphologie: Die Untergrenze bildet den Knick über dem hier das ganze Oberhauertive umfassenden Gildehauser Sandstein, die Obergrenze bildet den Knick vor dem Anstieg zum Mittelbarrême (nordwestlich Ochtrup am Kriegerdenkmal). Nach Westen hin in der Westerbauerschaft jedoch nimmt mit dem flacher werdenden Einfallen beim umlaufenden Streichen des Muldenschlusses der Brechte-Mulde besonders die als Knick ausgebildete Obergrenze an Deutlichkeit ab. Sie läßt sich aber ebenso wie die höheren Barrêmenstufen noch einigermaßen gut verfolgen.

Aufgeschlossen sind diese Schichten in ihrem mittleren Teil, der aber beispielhaft für die ganze Folge ist, in der jetzt aufgelassenen südlichsten Tongrube der Ziegelei Becker, nordwestlich von Ochtrup, östlich der Straße, die vom Kriegerdenkmal zur Osterschule führt. Die Folge baut sich aus dunkelgrauen bis blaugrauen, teilweise feinstsandig-schluffigen Tonsteinen auf. Sie sind von mäßiger Härte und zeichnen sich durch einen grobstückig-scherbigen Bruch aus. Toneisensteingeoden in verschiedener Umgrenzung durchsetzen das Gestein lagenweise. Sie sind aber oft nicht streng schichtparallel, sondern schwanken etwas um die Horizontale. Die wohl auffälligste Erscheinung im Barrême, auf die zuerst KEMPER (1963 a, b) aufmerksam machte, bilden die feinschichtigen, milden, etwas bituminösen, blättrigen, tiefschwarzen Tonsteine im höheren Teil des Unterbarrême. Die durch das fehlende Bodenleben erhaltene papierdünne Feinschichtung deutet im Verein mit dem hohen Gehalt organischer Substanzen, fehlendem Kalk und der auffälligen Häufung knollig-traubiger Pyritkonkretionen, die auch als „Rogenpyrit“ angesprochen wurden, und schließlich der pyritisierten Molluskenfauna auf das anaerobe, sauerstoffarme Milieu eines tief abgesenkten Ablagerungsraumes hin.

Von der Grabensohle der Pipeline zwischen den Punkten

Blatt Gronau 3708, r²⁵ 79 600, h⁵⁷ 94 250 und r²⁵⁷⁹ 560, h 5794 110 bestimmte KEMPER (1963 a) folgende Fauna des mittleren Unterbarrêmes. Sie besteht überwiegend aus sandschaligen Foraminiferen der *subcretaceus-reophacoides*-Gruppe der Gattung *Ammobaculites*. An Kalkschalern und Ostracoden fanden sich:

- Dentalina subguttifera* BARTENSTEIN
- Fronicularia* aff. *bastata* ROEMER
- Vaginulina procera* ALBERS
- Vaginulina arguta* REUSS
- Citbarina acuminata* (REUSS)
- Marginulina pyramidalis* (KOCH)

Rectoglandulina humilis (ROEMER)
Lenticulina (Lenticulina) ouachensis (SIGAL)
Lenticulina (Vaginulinopsis) pachynota (DAM), besonders typisch für diese Schichten!
Lenticulina (Saracenaria) frankei DAM und viele andere Lenticulinen
Dolocytheridea hilseana (ROEMER)
Schuleridea thörenensis (TRIEBEL).

Dr. KNAUFF isolierte aus einer Probe von der Grabensohle der Ersatzölleitung in der Lambertimark noch folgende Foraminiferen:

Blatt Gronau 3708, r²⁵⁷⁷ 840, h⁵⁷⁸⁷ 660

Gaudryinella sherlocki BETTENSTÄEDT
Trochammina cf. *nana* BRADY
Hyperammina sp.

Aus der oben angeführten Ziegeleigrube gibt KEMPER (1963 a) aus dem höheren Teil folgende Fauna an:

Blatt Ochtrup 3709, r²⁵⁷⁹ 975, h⁵⁷⁸⁹ 080

Muschelbrut (pyritisiert)
 Kleingastropoden (pyritisiert)
Ammobaculites der *subcretaceus-reophacoides*-Gruppe
Vaginulina procera ALBERS
Lenticulina (Lenticulina) münsteri (ROEMER)
Lenticulina (Marginulinopsis) robusta (REUSS)

Eine ähnliche arme Fauna aus dem Oberen Unterbarrême mit vielen Pyritkugeln wird von ihm aus dem Pipeline-Graben südlich Sieringhoek von dem Punkt Blatt Gronau 3708, r²⁵⁷⁹ 540, h⁵⁷⁹⁴ 100 bis r²⁵⁷⁹ 300, h⁵⁷⁹³ 560, erwähnt. Die Sandschalerfauna besteht zur Hauptsache aus Arten der Gattung *Ammobaculites* der *subcretaceus-reophacoides*-Gruppe und ganz selten auftretenden Formen der Art *Verneuilinoides subfiliiformis* BARTENSTEIN.

b. Mittelbarrême

brunsvicensis-Schichten (kb(2))

Die *brunsvicensis*-Schichten werden auf Blatt Ochtrup bis zu 80 m mächtig und schwellen auf dem Nachbarblatt Gronau besonders im nördlichen Teil auf 150 m an. In der Osterbauerschaft tritt ihre morphologische Wertigkeit wie die aller anderen Unterkreidestufen infolge der steileren Lagerung besonders gut hervor. Der Ausbiß fällt mit dem Anstieg zwischen dem Knick der Obergrenze des Unterbarrêmes und der Kante der Untergrenze des Oberbarrêmes zusammen. Aufgeschlossen sind diese Schichten sehr gut an zwei Stellen: in der Ziegelei Ransmann, an der Straße Bentheim—Ochtrup an der Landesgrenze, und in der nördlichsten Grube der Ziegelei Becker in der Osterbauerschaft nordwestlich Ochtrup; diese

zeigt in ihrem nördlichsten Teil aber noch nicht das Apt, wie es DIETZ (in BOIGK u. a. 1960, S. 380) angibt.

Es sind graublau und teilweise auch mehr bräunliche Tonsteine mit einem mehr oder weniger starken Kalkanteil, so daß einige Partien auch als Tonmergelsteine anzusprechen sind. Grabgänge und Pyritfucoiden finden sich öfter, ebenso braune Lagen von Toneisensteingeoden. Eine Schichtung ist oft kaum wahrnehmbar, wenn sie nicht durch 1—4 cm starke flaserige, sandige Lagen markiert wird, die schon BENTZ (1927 a) und WOLBURG (1954, S. 109) anführen. Daneben treten auch dickere tonig-sandige Bänke auf, die sich in die bis zu 2 m mächtigen Flasersandsteine fortsetzen, wie sie in der Bohrung Rothenberg 1 (51) angetroffen wurden. Diese mächtigen Sandschüttungen des Mittelbarrêmes sind aber offenbar nur auf den östlichen Teil des Blattes Ochtrup am Rothenberg beschränkt. Sie entsprechen wohl dem hier langsam ausfingernenden Gravenhorster Sandstein des nordwestlichen Teutoburger Waldes, der nach KELLER (1953 a, b) das Mittel- und Oberbarrême umfaßt. Im nördlichen Raum unweit Ohne fanden sich in der Bohrung Schüttorf 12 (69) noch einige Feinsandlagen als letzte Ausläufer der nach Norden hin auskeilenden Sandfazies. Häufiges Auftreten von konglomeratischen Lagen oder Nestern von feinen Kohlebröckchen, Pflanzenresten und kleineren Quarzgeröllen bis 5 mm Durchmesser sind den Barrêmesandsteinen eigentümlich.

Die stratigraphische Einordnung dieser Schichten ist durch Mikro- und Megafossilien einigermaßen gut gesichert.

Eine Bestimmung der Fauna der Ziegelei Ransmann durch KEMPER (1963 a) ergab folgende Zusammensetzung:

Blatt Ochtrup 3709, ca. r ²⁵80 000, h ⁵⁷⁹³180

Megafauna:

Gastropoden juv. sp.

Thracia juv. sp.

Panopaea juv. sp.

Oxyteuthis brunsvicensis (STROMBECK), z. T. typische Formen.

BOIGK (in BOIGK u. a. 1960, S. 112) erwähnt von hier auch den Fund eines *Crioceras elegans* v. KOENEN.

Mikrofauna: überwiegend sandschalige Foraminiferen

Haplophragmoides necomianus gaultinus BERTHELIN

Ammobaculites der *subcretaceus-reophacoides*-Gruppe

Ammobaculites goodlandensis CUSHMAN & ALEXANDER

Glomospira gordialis (JONES & PARKER)

Verneuulinoides subfiliformis BARTENSTEIN

Verneuulinoides neocomiensis (MJATLIUK)

Gaudryinella sherlocki BETTENSTAEDT.

Kalkschaler und Ostracoden kommen ganz untergeordnet vor:

Citharina acuminata (REUSS)

Marginulina pyramidalis (KOCH)

Lenticulina (*Lenticulina*) *münsteri* (ROEMER)

Lenticulina (*Lenticulina*) *ouachensis* (SIGAL)

Lenticulina (Lenticulina) heiermanni BETTENSTAEDT
Lenticulina (Lenticulina) cultrata (MONTFORT)
Lenticulina (Marginulinopsis) robusta (REUSS)
Lenticulina (Marginulinopsis) gracilissima (REUSS)
Lenticulina (Saracenaria) bronni (ROEMER)
Conorotalites bartensteini (BETTENSTAEDT)
Gavelinella barremiana BETTENSTAEDT
Cythereis aff. acuticostata TRIEBEL

Diese Fauna gehört ins mittlere bis höhere Mittelbarrême; eine ähnliche, aber weniger reiche Fauna bestimmte Dr. KNAUFF aus den Proben vom Baugrubenaushub für die Fundamente von Hochspannungsleitungsmasten. Die Fundpunkte sind durch das Mikrofossilzeichen in der Karte angegeben.

Aus dem Bereich der Pipeline östlich des Gildehauser Venns erwähnt KEMPER (1963 a) hier aus der Beckenfazies eine mehrfache Wechsellagerung von reinen Sandschaler-Faunen mit gemischten Kalkschaler-Sandschaler-Faunen. Ohne eine Koordinatenangabe werden aus diesem Bereich des unteren und mittleren Mittelbarrêmes folgende kalkschalige Foraminiferen und ein Ostracode angeführt:

Dentalina communis d'ORBIGNY
Dentalina terquemi d'ORBIGNY
Frondicularia concinna KOCH
Frondicularia cf. hastata ROEMER
Vaginulina striolata REUSS
Vaginulina procera ALBERS
Vaginulina kochii ROEMER
Lenticulina (Lenticulina) ouachensis (SIGAL)
Lenticulina (Marginulinopsis) gracilissima (REUSS)
Lenticulina (Saracenaria) bronni (ROEMER), besonders im mittleren Mittelbarrême!
Gavelinella barremiana BETTENSTAEDT
Schuleridea aff. kammi (TRIEBEL).

Aus den obersten Schichten des Mittelbarrême, aufgeschlossen in der neuen Tongrube der Ziegelei Becker, bestimmte Dr. KNAUFF:
 Blatt Ochtrup 3709, r²⁵⁷⁹ 750, h⁵⁷⁸⁹ 620

Ammobaculites reophacoides BARTENSTEIN
Glomospira gordialis (JONES & PARKER)
Textularia foeda REUSS
Vermeulinoides subfiliformis BARTENSTEIN
Lenticulina (Marginuliopsis) gracilissima (REUSS).

c. Oberbarrême

Hier am Nordrand der Rheinischen Masse beginnt die stärker sandige Fazies erst im Oberbarrême, ohne sich aber zu einer solchen geschlossenen Folge zusammenzuschließen, wie es der bereits im Mittelbarrême des westlichen Osning beginnende Gravenhorster Sandstein tut. Vielmehr ist hier diese Folge in eine von Tonsteinbänken unterbrochene Serie aufgegliedert, die durch ihren Wechsel eine morphologische Unterteilung in zwei Schichtglieder ermöglicht.

rude-Schichten kb(3))

Die *rude*-Schichten werden bis zu 140 m mächtig. Ihre Untergrenze tritt im Gelände als eine besonders in der Osterbauerschaft nördlich Ochtrup deutlich sichtbare Kante hervor; ihre Obergrenze hingegen bildet einen weniger deutlichen Knick.

Die Folge baut sich aus feinsandigen, glimmerstaubigen, mäßig geschichteten und von Geodenlagen durchsetzten Ton- und vereinzelt Tonmergelsteinen auf, denen im Wechsel grauweiß-grünliche papier- bis daumendicke Feinsandlagen eingeschaltet sind. Zuweilen schließen sich diese Lagen zu mächtigen tonigen Feinsandsteinbänken zusammen. In den Sandsteinen finden sich Kohlengerölle und graugrüne abgerollte Quarze und Tonsteine, ferner Lebensspuren verschiedenster Art, wie pyriterfüllte Fucoiden, Grabgänge, Wurmbauten und dergl.. Glimmerschuppen und Pflanzenhäcksel sind besonders auf den meist wulstigen Schichtflächen der Sandsteine angereichert. Diese sandigen Lagen sind vor allem im unteren Teil häufiger und verursachen damit den deutlichen Anstieg, der schon BENTZ (1927 a) auffiel. Nach oben hin treten dann die Ton- und Tonmergelsteine mehr hervor, so daß die morphologische Wertigkeit abnimmt. Wie es oben schon angedeutet wurde, bleibt jedoch im Ostteil des Blattgebietes der Sandgehalt der Tone insgesamt größer als im Westen.

Der namensgebende evolutive Ammonit *Parancycloceras rude* (v. KOENEN) wurde nicht aufgefunden.

Folgende Fossilien wurden von Dr. STAESCHE in der Bohrung Rothenberg 2 (52) bestimmt:

Corbula sp.
Trigonia sp.
Rhynchonella sp.
Hibolites sp.
Arca sp.
Aulacoteuthis absolutiformis SINZOW
Acroteuthis sp.
Aucella sp.

Infolge der sandigen Fazies ist der Anteil der Mikrofossilien nicht besonders groß. Dr. KNAUFF bestimmte aus Proben des Bodenaushubs von Gruben für Fundamente von Hochspannungsmasten in der Westerbauerschaft auf Blatt Gronau 3708, r²⁵⁷⁹ 370, h⁵⁷⁹⁰ 370, folgende Foraminiferen:

Glomospira gordialis (JONES & PARKER)
Lenticulina (*Lenticulina*) *heiermanni* BETTENSTAEDT
Lenticulina (*Marginulinopsis*) *gracilissima* (REUSS)
Epistomina cf. *chapmani* DAM
Verneuilinoides subfiliiformis BARTENSTEIN.

Diese Faunengemeinschaft fand sich in ähnlicher Zusammensetzung auch an den übrigen, durch das Mikrofossilzeichen auf der Karte kenntlich gemachten Stellen im unteren Oberbarrême.

bidentatum-aegoceras-Schichten (kb(4))

Die *bidentatum-aegoceras*-Schichten werden südlich Gildehaus bis zu 160 m mächtig. Von den bezeichnenden Ammoniten wurde keine aufgefunden. Der von KEMPER (1963 b, Taf. 1, Fig. 1) bereits als fraglicher *Parancyloceras bidentatum* (KOENEN) abgebildete Ammonit ist wahrscheinlich eine Form des tieferen Oberbarrêmes. Der Ausbiß dieser Schichten bildet den Anstieg, beginnend mit einem Knick über dem unteren Oberbarrême (kb(3)) bis zur kammbildenden Kante der Aptbasis.

Das Gestein besteht hauptsächlich aus mittel- bis dunkelgrauen, feinsandig-schluffigen Tonsteinen, die zuweilen schwach glimmerstaubig in helle kalkige oder braune sideritische Feinsandsteinbänke und -linsen übergehen. Eine deutliche Schichtung ist meist nicht ausgebildet. Die Tonsteine sind verhältnismäßig fest und zeichnen sich durch einen unregelmäßig grobstückigen Bruch aus. Konglomeratische schichtungslose Lagen aus kleineren bis kirschkerngroßen, gut gerundeten Quarzen von weißer, brauner und rötlicher Farbe, sowie schwarze Kohlengerölle und kohlige, z. T. pyritisierte Treibholzreste sind in den Tiefbohrungen besonders im Gebiet des Rothenberges, das ja ganz nahe der damaligen Küste lag, aber auch in der Töpfertongrube Ostkotte in der Osterbauerschaft angetroffen worden. Toneisensteine als häufig kalzitgeäderte Geoden von plattig-brotlaibartiger Form sind lagenweise in Nuß- bis Kopfgröße im Gestein vorhanden. Neben dem Kalzit als Ausfüllung der Schwundrisse tritt in den Geoden der Rothenberg-Bohrungen auch etwas Zinkblende auf. Dieser Metallgehalt stammt nach MEMPEL (1962) wohl aus dem umgebenden Sediment.

Die Mikrofauna ist nach den Untersuchungen von KEMPER (1963 a) am Prallhang der Ems nördlich von Rheine durch die löffelartigen Echinodermenreste gekennzeichnet. Unter den Foraminiferen wird als besonders bezeichnend für die Randfazies die Art *Lamarckina* aff. *lamplughi* (SHERLOCK) angesehen. Sie ähnelt sehr der besonders im Alb vorkommenden *Lamarckina lamplughi*.

Aus der zeitweilig in Betrieb befindlichen Töpfertongrube Ostkotte (Blatt Odtrup 3709, r²⁸81 540, h⁵⁷89 930) bestimmte Dr. KNAUFF die folgende wegen der Verwitterungsvorgänge nur noch aus agglutinierenden Foraminiferen bestehende Fauna:

Ammobaculites reophacoides BARTENSTEIN
Glomospira gordialis (JONES & PARKER)
Haplophragmoides cf. *cushmani* LOEBLICH & TAPPAN
Reophax minuta TAPPAN.

4. Apt (kp)

Mit dem Apt vergrößert sich der Meeresraum wiederum in südlicher Richtung und liegt nun wahrscheinlich jenseits des Gebietes am nördlichen Blatttrand. Die Mächtigkeit erreicht hier im Arbeitsgebiet etwa 300 m und ist allein der Trogfazies zuzurechnen. Die Randfazies liegt weiter südwestlich außerhalb des Blattgebietes bei Alstätte.

Anders als die vorangegangenen Unterkreidestufen läßt sich das Apt wegen seiner lithologisch ziemlich einheitlich aufgebauten Sedimentfolge kartiermäßig im Gelände auf Grund der unterschiedlichen morphologischen Wertigkeit einzelner Schichtglieder nicht unterteilen, wenn man von dem im oberen Apt einsetzenden Rothenberg-Sandstein einmal absieht. Wenn auch im einzelnen besonders in der Osterbauerschaft ein vertikaler lithologischer Wechsel vorliegt, wie es gelegentliche Aufschlüsse von Ausschachtungen, Entwässerungsgräben und ähnlichem zeigen, so lassen sich diese Folgen aber nicht im Streichen den morphologischen Einheiten einer Senke oder Geländewelle zuordnen.

Der Schwierigkeit einer petrographischen Unterteilung steht die Möglichkeit einer relativ feinen biostratigraphischen Gliederung gegenüber (KEMPER 1963 a,

Tabelle 7
Stratigraphisch-fazielle Übersicht des Apts

Unter-Stufen	Nordwestdeutschland nach KEMPER (1964 a, 1967)	Blatt Glanerbrücke, Gronau u. Ochtrup
Oberapt	Zone des <i>Parahoplites nutfieldensis</i>	<i>nutfieldensis</i> -Schichten
	Subzone des Zone des <i>Cheloniceras buxtorfi</i> <i>Cheloniceras laticostatum</i>	Rothenberg-Sandstein kR <i>laticostatum</i> -Schichten
	Zone des <i>Cheloniceras tschernyschewi</i>	?
	Zone des <i>Cheloniceras seminosum</i> und des <i>Tropaeum drewi</i>	<i>seminodosum-drewi</i> -Schichten
	Zone der <i>Dufrenoya furcata</i> und des <i>Tropaeum bowerbanki</i>	?
Unterapt	Zone des <i>Deshayesites deshayesi</i>	<i>deshayesi</i> -Schichten
	Zone des <i>Deshayesites forbesi</i>	?
	Zone des <i>Paradeshayesites obsoletus</i>	Blättertorn ?
	Zone des <i>Prodeshayesites tenuicostatus</i>	<i>tenuicostatus</i> -Schichten

1964 b). Ihre Anwendung im Rahmen einer Kartierung setzt gekernte Flachbohrungen voraus. Aus Kostengründen wurde darauf verzichtet, zumal die Ausblößfläche des Apts wegen einer mächtigen Quartärdecke nicht sehr groß ist.

Im Vergleich zu den Vorkommen des Apts in England (CASEY 1954, 1960, 1961 a, b, c, 1964) konnten von KEMPER (1964 b) hier nicht alle Zonen nachgewiesen werden. Da nur wenige Aufschlüsse vorhanden sind, und die Tiefbohrungen naturgemäß kaum Cephalopoden liefern, bleibt es unklar, ob eine vollständige Schichtfolge des Apts vorliegt. Am Westrand der Struktur Ochtrup (vgl. S. 101) konnte z. B. KEMPER (1963 b) einen Aufarbeitungshorizont feststellen.

a. Unterapt

Die Ablagerungen des Apts bestehen in ihrem unteren Teil gegenüber den fast kalkfreien und daher dunkleren Tonsteinen des Barrêmes aus mehr hellgrauen, oft feinsandig-schluffigen Tonmergelsteinen. Bezeichnend für das Apt ist das häufige Vorkommen von Glaukonit, der sich zusammen mit Siderit zu Glaukonit-Siderit-Bänken lagenweise anreichert und nach KEMPER (1963 b) wohl örtlich den Toneisensteinlagen entsprechen kann. Die Häufigkeit der Toneisensteingeoden tritt in ihrer Aufeinanderfolge gegenüber dem Barrême sehr zurück; daher sind im Apt dieses Gebietes auch keine Schürfversuche unternommen worden.

Die Untergrenze des Apts als Kammlinie findet sich in typischer Ausbildung südlich der Landesgrenze auf Blatt Ochtrup. Infolge der Widerstandsfähigkeit des untersten Apts hat sich hier ein besonders markanter langgestreckter Höhenzug herausgebildet, der — nach Osten langsam an Höhe verlierend — allmählich unter das Quartär abtaucht. In südwestlicher Richtung verliert die Aptgrenze mit dem umlaufenden Streichen an Deutlichkeit, tritt dann aber am Nordflügel des Ochtruper Sattels wieder besser hervor.

tenuicostatus-Schichten

Der morphologisch eindeutigen Abgrenzung läuft eine ebenso klare biostratigraphische Unterscheidung vom liegenden Barrême parallel. Als Leitfossil des untersten Apts in Nordwestdeutschland wurde bisher die Ammonitenart *Prodeshayesites bodei* (v. KOENEN) angesehen. Nach den Untersuchungen von KEMPER (1967) herrschen aber hier in den tiefsten Schichten, ähnlich wie in England (CASEY 1964), bereits Formen vor, die zum Kreis der Art *Prodeshayesites tenuicostatus* (v. KOENEN) gehören. Daher wird der Begriff *bodei*-Zone durch *tenuicostatus*-Zone ersetzt.

Mikropaläontologisch ist eine klare Abgrenzung durch die jüngst von KEMPER (1963 a) als neue Art beschriebene Foraminifere *Lenticulina (Lenticulina) deilmanni* KEMPER möglich, die sowohl in der Fazies flacher Buchten, deren Mikrofauna sonst der Oberbarrêmeafauna sehr ähnlich ist, als auch in der Beckenfazies

gleichermaßen vorkommt. Im Anschluß an KEMPER (1963 a) läßt sich die *tenuicostatus*-Zone mikropaläontologisch definieren als Schichten mit *Lenticulina* (*Lenticulina*) *deilmanni* KEMPER, *Lenticulina* (*Planularia*) *crepidularis* (ROEMER) und zuunterst mit *Lamarckina* aff. *lamplughii* (SHERLOCK).

Aufgeschlossen war die *tenuicostatus*-Zone vorübergehend beim Bau der Gasleitung in der Lambertimark. KEMPER (1963 a) führt von dort folgende Fauna an:

Blatt Gronau 3708, Profilmittte ca.: r ²⁵77 550, h ⁵⁷86 270.

Sandschalige Foraminiferen:

Ammobaculites reophacoides BARTENSTEIN
Trochammina limbata (CHAPMANN)
Textularia foeda REUSS
Verneuilina subfiliformis BARTENSTEIN (selten)
Arenobulimina sp. (selten)
Gaudryina dividens GRABERT.

An Kalkschalern kommen vor:

Dentalina sp. sp.
Frondicularia sp. sp.
Vaginulina procera ALBERS
Vaginulina kochii (ROEMER)
Citbarina acuminata (REUSS)
Lenticulina (*Lenticulina*) *deilmanni* KEMPER
Lenticulina (*Lenticulina*) *heiermanni* BETTENSTAEDT
Lenticulina (*Lenticulina*) *owachensis* (SIGAL)
Lenticulina (*Lenticulina*) *roemeri* (REUSS)
Lenticulina (*Lenticulina*) *münsteri* (ROEMER)
Lenticulina (*Lenticulina*) aff. *nodosa* (REUSS)
Lenticulina (*Astaculus*) cf. *schloenbachi* (REUSS)
Lenticulina (*Astaculus*) *perobliqua* (REUSS)
Lenticulina (*Planularia*) *crepidularis* (ROEMER) = *Lenticulina tricarinella* (REUSS)
Epistomina spinulifera (REUSS) (sehr selten!)
Conorotalites bartensteini intercedens (BETTENSTAEDT) (selten)
Gavelinella barremiana BETTENSTAEDT

An Ostracoden kommen vor:

Dolocysteridea bilseana (ROEMER)
Schuleridea hammi (TRIEBEL)
Cythereis cf. *bekumensis* TRIEBEL
Cythereis acuticosta TRIEBEL

Blätterschiefer

Ähnlich wie im unteren Barremé treten auch im höheren Unterapt schwarze dunkle „Blätterschiefer“ auf. Es sind feingeschichtete, etwas bituminöse Tonsteine von samtartig glänzender Oberfläche, die an der Luft bröckelig zerfallen. Knollig-traubige Pyritkonkretionen deuten auch hier zusammen mit der durch Bodenleben ungestörten feinen Schichtung auf ein tief abgesenktes Meeresbecken mit sauer-

stoffarmem Biotop hin. Diese Fazies ist jedoch auf den mittleren Teil der Brechtmulde beschränkt.

Nach den Bohrungen nördlich und östlich von Ochtrup zu urteilen, ist hier die weiter oben beschriebene Fazies der *tenuicostatus*-Zone typisch. Allerdings treten die Glaukonite zurück, und die Tonsteine sind merklich weniger sandig; dennoch sind zuweilen gröbere Quarzgerölle eingelagert. Da aber keine Aufschlüsse vorhanden sind, und die bei den Tiefbohrungen in Rothenberge gewonnenen Proben eine biostratigraphische Analyse nicht erlauben, kann über den Fossilinhalt und eine stratigraphische Einordnung nur ausgesagt werden, daß diese Schichten des mittleren und höheren Unterapt der Zone der *Deshayesites forbesi-obsoleteus*-Gruppe zugerechnet werden müssen.

deshayesi-Schichten

Das höchste Unterapt wurde paläontologisch bisher nur auf Blatt Gronau in der Horner Mark mit großer Wahrscheinlichkeit nachgewiesen. Dort sind im stratigraphisch tiefsten Teil der Ziegelei Borges, von dem in der Tongrube ebenfalls erschlossenen höheren Oberapt durch eine Schichtlücke oder streichende Störung getrennt, wohl als *deshayesi*-Schichten einzustufende Ablagerungen aufgeschlossen. Lithologisch handelt es sich um hellgraue Tonmergelsteine mit vereinzelt Geodenlagen, denen eine auffallende graue, grobkörnige Kalksandsteinbank eingeschaltet ist. Sie ist aber offenbar nur als Linse eingeschoben, denn sie läßt sich im Streichen nicht weiter verfolgen. Die Sandsteinbank weist eine feine Kreuzschichtung auf und führt vereinzelt gröbere bunte Quarze und Gerölle neben aufgearbeiteten Tonflatschen. Von besonderem Interesse aber sind die von der nahen Rheinischen Masse mit anstehendem Oberkarbon herrührenden, manchmal sogar faustgroßen Kohlengerölle (vgl. S. 54), hinzu kommen kohligere Pflanzenhäcksel, Fischreste und leider meist zu Schill aufgearbeitete Reste von Ammoniten- und Gastropodengehäusen.

Die sowohl in Steinkern- als auch in Schalenerhaltung, teilweise sogar noch mit Perlmuttglanz überlieferten Ammoniten gehören nach KEMPER (1964 a) zu den „ . . . echten Deshayesiten, die mit den bei CASEY angeführten Arten *D. involutus* SPATH und *vectensis* SPATH, *deshayesi* (LEYMERIE), *consobrinoides* (SINZOW) und *multicostatus* SWINNERTON aus der *deshayesi*-Zone der Ferruginous Sands Englands verglichen werden können. Das würde auf ein hohes Unterapt-Alter der tiefsten Schichten hier schließen lassen.“ Daneben fanden sich auch Aconeceraten:

Sanmartinoceras (Sinzovia) stolleyi CASEY
Aconeceras nisoides (SARASIN).

Die im gleichen Horizont anderer Gebiete so häufigen Cheloniceraten fehlen hier ausnahmsweise und werden von den oben angeführten Formen völlig vertreten.

b. Oberapt

Das Obere Apt ist in der petrographischen Ausbildung seiner Schichten denen des unteren Apt gleich. Allerdings besteht ein lithologischer Unterschied innerhalb des Oberapts insofern, als die unteren Schichten weniger Glaukonit führen. Es sind graublau, feinsandig-schluffige Tonmergelsteine, die meist glimmerstaubig und mäßig oder kaum geschichtet eine mehr oder weniger rauhe Oberfläche besitzen. Ihr Bruch ist unregelmäßig stückig. Toneisensteinlagen durchziehen das Gestein. Sie sind meist plattig oder brotlaibförmig, weniger als flache Bänke ausgebildet. Feinkonglomeratische Einschaltungen aus feinen hirsekorngroßen, weißen und gelben Quarzen, die manchmal auch als erbsengroße, gut kantengerundete Gerölle auftreten, sind zuweilen anzutreffen. Treibholzreste sind in den Geoden häufig.

Aufgeschlossen war die Grenze Unter-/Oberapt früher am Barler Berg bei Alstätte auf Blatt Ottenstein 3907 (vgl. KEMPER 1963 a) in der Randfazies mit der Zone des *Tropaeum bowerbanki* SOWERBY als unterster Horizont des Oberapt.

seminodosum-drewi-Schichten

Im Kartengebiet hingegen ist erst die nächsthöhere Abteilung, die Zone des *Cheloniceras seminodosum* und *Tropaeum drewi*, in der Ziegelei Schnermann in der Bauerschaft Rothenberge östlich Ochtrup aufgeschlossen. Die Petrographie entspricht der oben angeführten Ausbildung. Die Ammoniten sind in kritischer Anlehnung an CASEY (1960) von KEMPER (1964 b) paläontologisch eingehend bearbeitet. Es ist dies der einzige fossilführende Aufschluß dieser Zone in Deutschland und daher von besonderer Bedeutung. Folgende meist in den Geoden vorkommende Cephalopoden wurden bestimmt:

Blatt Ochtrup 3709, ca. r ²⁵86 300, h ⁵⁷89 050

Tropaeum drewi drewi CASEY

Tropaeum drewi tenuinodosum KEMPER

Tropaeum drewi spinosum KEMPER

Tropaeum lögteri KEMPER

Zürcherella zürcheri (JACOB)

Hamites sp.

Cheloniceras seminodosum (SINZOW)

Nautilus sp.

Neohibolites der *ewaldi* (STROMBECK)-*semicanaliculatus* (BLAINVILLE)-Gruppe (selten).

Da diese Schichten durch die Funde leitender Ammoniten biostratigraphisch eingestuft werden können, konnte KEMPER (1963 a) auch folgende mikropaläontologische Bezeichnung dafür angeben: Schichten mit häufigem Auftreten von *Gavelinella flandrini* MOULLADE, *Protocythere derooi* OERTLI und *Cytheridea (Clythocytheridea)* aff. *decumana* TRIEBEL sowie zahlreichem Vorkommen von *Rectoglandulina humilis* (ROEMER). Im einzelnen wurde von KEMPER (1963 a) folgende Mikrofauna aus der Ziegeleigrube bestimmt:

„Echinodermenlöffel“

Haplophragmoides neocomianus (CHAPMANN)
Ammobaculites reophacoides BARTENSTEIN
Trochammina sp.
Textularia foeda REUSS
Verneuilinoides subfiliformis BARTENSTEIN
Marssonella trochus (d'ORBIGNY)
Gaudryina dividens GRABERT
Arenobulimina sp. (klein)
Ramulina der *spandeli-aculeata*-Gruppe
Nodosaria sceptrum REUSS
Dentalina distincta REUSS
Dentalina sp. sp.
Vaginulina aptiensis EICHENBERG
Citharina acuminata (REUSS)
Lenticulina (*Lenticulina*) der *subalata-heiermanni*-Gruppe
Lenticulina (*Astacolus*) cf. *schloenbachi* (REUSS)
Lenticulina (*Lenticulina* — *Astacolus*) der *nuda-grata-strombecki*-Gruppe
Lenticulina (*Saracenaria*) *spinosa* (EICHENBERG)
Globigerina infracretacea GLAESSNER
Valvulineria gracillima DAM
Conorotalites bartensteini (BETTENSTAEDT) (selten)
Gavelinella flandrini MOULLADE
Gavelinella rudis (REUSS)
Dolocytheridea hilseana (ROEMER)
Cytheridea (*Clithrocytheridea*) aff. *decumana* „dreieckig gebuckelt“
Schuleridea hammi (TRIEBEL)
Prontocypella maynci OERTLI
Cythereis bekumensis TRIEBEL
Cythereis acuticosta TRIEBEL (sehr selten)
Neocythere mertensi OERTLI
Protocythere tricostata TRIEBEL
Protocythere derooi OERTLI.

laticostatum-Schichten

Das höhere Oberapt mit der *laticostatum*- und *nutfieldensis*-Zone ist in der Ziegelei Borges in der Horner Mark östlich Gronau aufgeschlossen. Diese Zonen folgen nach KEMPER (1964 b) jedoch nicht unmittelbar den oben beschriebenen vom Rothenberg, sondern sind durch eine nicht aufgeschlossene Folge davon getrennt, ohne daß aber bei dem noch nicht beendeten Stand der Bearbeitung der Aptstratigraphie eine genaue Aussage über diese dazwischen liegenden Schichten möglich wäre.

Die Schichten in der Ziegelei Borges fallen nach Nordosten ein, die ältesten, die *desbayesi*-Schichten sind also in dem am weitesten von den Ziegeleigebäuden entfernten Teil der Grube zu sehen. Obwohl eine Reihe streichender Störungen — wohl als Begleiterscheinungen der großen nördlich liegenden Überschiebung aufzufassen — das Profil durchziehen, lassen sich dennoch drei aufeinanderfolgende Ammonitenzonen aushalten. Den Großteil nehmen die im folgenden beschriebenen Schichten der *laticostatum*-Zone ein.

Das Gestein besteht aus dunkelgrauen milden Tonmergel- und Mergelsteinen, die zuweilen etwas schluffig und glimmerstaubig durch glaukonitische grüne Mergelsteinbänke untergliedert werden. Die darin vorkommenden plattig-knolligen, hellbraunen Toneisensteingeoden sind oft ebenso glaukonitführend und daher als Glaukonitsiderite anzusprechen.

Nach den Bestimmungen von KEMPER (1963 a, 1964 a, b) wurden hier folgende Cephalopoden in der *laticostatum*-Zone, die sich im einzelnen in eine liegende *laticostatum*-Subzone und eine hangende *buxtorfi*-Subzone untergliedern läßt, aufgefunden:

Ziegelei Borges, Blatt Gronau 3708, ca. r ²⁵77 700, h ⁵⁷85 900

- Cheloniceras laticostatum* (SINZOW)
- Cheloniceras tschernyschewi* (SINZOW)
- Cheloniceras buxtorfi* (JACOB & TOBLER)
- Cheloniceras subnodosocostatum* (SINZOW)
- Ammonitoceras transcaspium* (SINZOW)
- Sanmartinoceras* sp.
- Neohibolites* der *canaliculatus-clava-inflexus*-Gruppe (häufig).

Die allein hier in Deutschland aufgeschlossene *laticostatum*-Zone stimmt nach KEMPER (1964 b) mit ihren *Cheloniceras*-Formen, insbesondere mit den Faunen dieser Schichten aus der südlichen Sowjetunion und den benachbarten Räumen sowie England, weitgehend überein.

Die mikropaläontologische Bezeichnung dieser Zone in der Trogfazies des Raumes Gronau—Ochtrup ist nach KEMPER (1963 a) durch das häufige Auftreten von *Lenticulina* (*Lenticulina*) *turgidula* (REUSS), *Gavelinella intermedia* (BERTH.) und *Valvulina fusca* (WILLIAMSON) charakterisiert.

Ferner wurden folgende Mikrofossilien bestimmt:

- „Echinodermenlöffel“
- Haplophragmoides neocomianus* (CHAPMAN)
- Ammobaculites reophacoides* BARTENSTEIN
- Trochammina* sp.
- Textularia foeda* REUSS
- Marssonella* cf. *trochus* (d'ORBIGNY)
- Verneuilina subfiliformis* BARTENSTEIN
- Gaudryina dividens* GRABERT, meist ganz dreizellig
- Gaudryina sherlocki* BETTENSTAEDT
- Ramulina* der *spandeli-aculeata*-Gruppe
- Nodosaria obscura* REUSS u. a. Nodosarien
- Dentalina distincta* REUSS u. a. Dentalinen
- Vaginulina robusta* (CHAPMAN)
- Vaginulina aptiensis* EICHENBERG
- Rectoglandulina humilis* (ROEMER)
- Lenticulina* (*Lenticulina*) *frankei* EICHENBERG
- Lenticulina* (*Lenticulina*) der *roemeri-heiermanni-subalata*-Gruppe
- Lenticulina* (*Lenticulina*) cf. *gaultina* (BERTH.)

Lenticulina (Lenticulina) der nuda-grata-strombecki-schloenbachi-Gruppe
Lenticulina (Saracenaria) spinosa (EICHENBERG)
Globigerina infracretacea GLAESSNER (in einigen Lagen häufiger)
Valvulineria gracillima DAM (sehr selten)
Conorotalites bartensteini aptiensis (BETTENSTAEDT) (sehr selten)
Gavellinella flandrini MOULLADE
Gavellinella ammonoides (REUSS)
Cytheridea (Clithrocytheridea) intermedia OERTLI
Schuleridea hammi TRIEBEL
Pontocyprilla maynci OERTLI
Cythereis bekumensis TRIEBEL
Cythereis cf. acuticosta TRIEBEL
Neocythere mertense OERTLI
Protocythere tricostata TRIEBEL
Protocythere derooi OERTLI
Cytherella parallela (REUSS).

nutfieldensis-Schichten

Petrographisch bestehen die Gesteine der überlagernden Schichten der Zone des *Parahoplites nutfieldensis*, in der Ziegelei Borges am Bremsberg aufgeschlossen, aus dem gleichen oben beschriebenen Material, nur sind die Ton- und Mergelsteine mehr feinsandig; sie führen in den glaukonitischen Bänken sogar bunte, bis 1 mm große Quarze. Sie werden von KEMPER (1963 b) als das Äquivalent des hier vertonenden Rothenberg-Sandsteins angesehen. An Cephalopoden fanden sich der leitende Ammonit *Parahoplites nutfieldensis* (SOWERBY) und Acanthohopliten. Die mikrofaunistische Bezeichnung von KEMPER (1963 a) gibt als typisch an: Schichten mit eintönigen Sandschalerfaunen, die durch häufiges Auftreten von *Rhizammina indivisa* BRADY, *Textularia foeda* REUSS, *Glomospira* sp. und *Lenticulina (Saracenaria) cephalotes* (REUSS) ausgezeichnet sind und zur Albfauna hinüberleiten. Ferner wird von KEMPER (1963 a) folgende Fauna angeführt:

Ammodiscus gaultinus BERTH.
Glomospira charoides (JONES & PARKER)
Verneuilina subfiliformis BARTENSTEIN
 Untergeordnet einige Dentalien und *Marginulinopsis*-Formen
Lenticulina (Lenticulina) cf. gaultina (BERTH.)
Lenticulina (Lenticulina) aff. sulcifera (REUSS)
Lenticulina (Saracenaria) spinosa (EICHENBERG)
Globigerina infracretacea GLAESSNER
Gavellinella complanata (REUSS)
Gavellinella intermedia (BERTH.).

c. Rothenberg-Sandstein (kR)

Der schon F. ROEMER (1854) bekannte Rothenberg östlich von Ochtrup bildet mit 94,9 m über NN die markanteste Erhebung des Gebietes. Hier am locus typicus wird der Rothenberg-Sandstein etwa 200 m mächtig. Seine Basis liegt stets etwas unterhalb des Kammes, ähnlich der des mächtigen Gildehauser Sandsteins; seine

Obergrenze ist durch einen deutlichen Knick vom überlagernden tonigen Alb getrennt. Die stratigraphische Stellung des Rothenberg-Sandsteins war früher umstritten. So wurde er von BENTZ (1927 a) wegen der fraglichen Bestimmung einiger daraus geborgener Ammoniten mit Vorbehalt in das Unterapt gestellt. BÄRTLING (1925, S. 347, 384, 386) hingegen rechnete ihn ohne nähere Begründung allein zum Unteralb. Erst WOLBURG (1954) gelang die Einstufung auf Grund der Mikrofauna aus den ihn einschließenden Tonen. Demnach begann die Schüttung des Rothenberg-Sandsteins im höheren Oberapt und endete im Unteralb; er umfaßt den Bereich der *Cythereis bekumensis* TRIEBEL und der *Protocythere tricostata* TRIEBEL. Der Sandstein selbst hat nur einen *Sanmartinoceras* und einen heute im Naturhistorischen Museum von Enschede aufbewahrten *Parahoplites* geliefert; der erstere ist bei KEMPER (1963 b) abgebildet.

Nach Norden und Westen nimmt die Mächtigkeit des Sandsteins recht bald durch Vertonung und Ausfingering ab. Dementsprechend nimmt auch seine morphologische Wertigkeit ab. So verschwindet er in nördlicher Richtung beim Gehöft Grewe alsbald unter dem Talsand; nach Westen hingegen verliert er weniger schnell an Höhe und ist vom Gehöft Engelmann an als undeutlich ausgeprägte Kante bis an die östliche Stadtgrenze von Ochtrup noch weiter zu verfolgen, ehe er auch hier unter quartärer Überdeckung verschwindet.

In seiner typischen Ausbildung am Rothenberg besteht der Sandstein aus tonig-flaserigen, glaukonitisch und sideritisch gebundenen, im frischen Zustand graugrünen Flasersandsteinen, deren Bestandteile verschiedene Korngrößen aufweisen, durchweg aber fein- bis mittelkörnig sind. Bezeichnend sind die häufigen konglomeratischen Lagen erbsen- bis stecknadelkopfgroßer bunter Quarzgerölle, zu denen sich auch kohlige Bröckchen verschiedener Größe zugesellen, die dem Karbon der Rheinischen Masse entstammen.

In mannigfachem Übergang finden sich untergeordnet von einem hohen Feinsandgehalt verunreinigte, dunkelgrüne Tonsteine mit daumendicken Lagen brauner Toneisensteingeoden, die in vielfachem flaserigen Wechsel mit dem oft kreuzgeschichteten Sandstein stehen. Diese letzteren sind von sanderfüllten Grabgängen teilweise ganz durchsetzt.

Infolge der Verwitterung des Glaukonits und des Siderits entstehen die intensive braunrote Farbe des ursprünglich graugrünen Gesteins und die 1—2 cm dicken Eisenschwarten, die schichtparallel und sich oft netzartig verzweigend, knollig und teilweise Hohlformen bildend, das Gestein durchziehen. Diese Eisenschwarten gaben sogar Anlaß zur Verleihung dreier Grubenfelder (BENTZ (1927a), auf denen aber ein Abbau wohl kaum stattgefunden hat. Diese Verwitterung geht sehr tiefgründig bis zu 3 m unter das Geländeniveau und hinterläßt einen weichen, mürben, rotbraunen Sand mit einzelnen linsenförmigen, festeren Partien, wie er in den Hohlwegen am Osthang des Rothenberges zu sehen ist.

Nach Norden hin klingt — wie oben schon angedeutet — die mächtige Sand-schüttung des Rothenberg-Sandsteins allmählich aus. Schon in der Bohrung Rothenberg 2 (52) wird der Anteil der tonig-sandigen Einlagerungen größer; ähnliches

gilt für die letzten 40 m der Bohrung Brakken 1 (59). In der Bohrung Schüttorf 15 (72) schließlich belegen nur noch stark tonige Sandsteinbänke und flaserige Tonsteine an der Apt/Alb-Grenze das Niveau des Rothenberg-Sandsteins (WOLBURG 1954). Weiter östlich auf dem Nachbarblatt Rheine wurde er wieder in 200 m mächtiger und typischer Ausbildung in der Bohrung Waldhügel 1 angetroffen. Er ist offenbar am ganzen östlichen Nordrand der Rheinischen Masse verbreitet, denn eine ähnliche Sandsteinausbildung beschreibt KELLER (1953 a, b) auch vom nordwestlichen Teutoburger Wald aus dem Oberapt. Die Fortsetzung dieser Fazies im Unterhalb bezeichnete er als Dörenther Sandstein, der in südlicher Richtung zusammen mit den älteren Stufen der Unterkreide in den Osning-Sandstein übergeht. Wir haben mit dem Rothenberg-Sandstein im Gebiet von Ochtrup also den jüngsten westlichen Ausläufer des Osning-Sandsteins vor uns (LÖGTERS 1951).

Während sich die sandige Fazies vom Teutoburger Wald bis Ochtrup nahezu lückenlos verfolgen läßt, tritt westlich Ochtrup eine fast vollständige Vertonung ein. So finden sich in der Ziegelei Borges in den Schichten der *nutfieldensis*-Zone nur noch vereinzelte dünne, glaukonitische Quarzgeröllbänkchen (KEMPER 1963 a, 1964 b), die auf dem südlichen Anschlußblatt Nienborg allmählich wieder zu einem mächtigeren Sandsteinkomplex anschwellen; direkt an der holländischen Grenze bei Glanerbrücke nahe dem Hof Subgang jedoch ist er offenbar wieder durch die tonige Fazies vertreten. Bei Südlohn aber fand ihn BENTZ (1927 a) bereits in einer Mächtigkeit von 40—70 m wieder vor. Diese Art des Vorkommens läßt eine Ablagerung in Rinnen und Prielen als Folge von Küstenversatzströmungen mit mehrfachen Umlagerungen annehmen (LÖGTERS 1951).

Infolge der wechselnden Mächtigkeit entsprechen also tonige und sandige Bereiche teilweise einander; da dieser Wechsel teilweise sehr rasch vorgeht, ist eine genaue Alterseinstufung schon deshalb kaum möglich.

5. Alb (kl)

Der untere Teil des Albs ist größtenteils durch die Fazies des Rothenberg-Sandsteins vertreten, aus der durch stärkeres Zurücktreten des sandigen Anteils das tonige Alb mit ca. 380 m Mächtigkeit hervorgeht.

Auf dem Blattgebiet Glanerbrücke-Gronau tritt das Alb oder Gault nur in schmalen Streifen am Südwest- und Südostrand — teilweise unter quartärer Bedeckung — an die Oberfläche; auf dem Blattgebiet Ochtrup hingegen verbreitert sich der zunächst schmale Ausbiß des Unterhalb etwas und läuft dann als schmaler Streifen am Hang des Rothenberges entlang, ehe er nördlich davon — ebenso wie die höheren Albstufen — gänzlich unter mächtigeren quartären Sanden verschwindet. Über die räumliche Verbreitung und Ausbildung unterrichten also nur die wenigen, diese Schichten durchteufenden Bohrungen.

Die seit langem bekannten, mehr oder weniger paläontologisch begründeten Haupteinheiten ließen sich insbesondere durch ihre lithologische Ausbildung wiederfinden, während ein biostratigraphischer Beweis im einzelnen nicht immer möglich war.

Tabelle 8
Stratigraphisch-fazielle Übersicht des Albs

Unter-Stufen	Nordwestdeutschland	Blatt Glanerbrücke, Gronau, Ochtrup
Oberalb	Schichten mit <i>Aucellina gryphaeoides</i>	Flammenmergel
Mittelalb	Schichten mit <i>Anaboplites splendens</i> und <i>Inoceramus sulcatus</i>	<i>splendens</i> -Ton
	Schichten mit <i>Neobolites minimus</i> und <i>Inoceramus concentricus</i>	<i>minimus</i> -Grünsand
Unteralb	Schichten mit Leymeriellen	Leymeriellen-Schichten
	Schichten mit Acanthopliten	Rothenberg-Sandstein kR

a. Unteralb

Leymeriellen-Schichten

Das tiefere Unteralb wird teilweise — wie schon erwähnt — durch den Rothenberg-Sandstein vertreten; der übrige Teil hingegen liegt in toniger Fazies vor.

Das tonige Unteralb bilden schwarzgraue, weiche, plastische und gegenüber der älteren Unterkreide außerordentlich stark glimmerige Tonsteine mit vereinzelt Sandchliren aus gerundeten Quarzen und Glaukonitkörnern, die sich zuweilen zu Flasern und Linsen zusammenschließen. Eine mäßige Schichtung ist meist festzustellen; oft wird diese durch Sandfucoiden und pyriterfüllte Wurmbauten gestört. Nierig-traubige Pyritkonkretionen und knollig-nierige Toneisensteine sind nicht häufig zwischengeschaltet.

Die angetroffene Fauna ist nicht sehr reich; außer einigen nicht näher bezeichneten Sandschalern fand Dr. WOLBURG in den Bohrungen nur noch Inoceramenbruchstücke, Muschelreste und Serpelnröhren.

b. Mittelalb

minimus-Grünsand

Das Vorkommen des *minimus*-Grünsandes, als einem weit verbreiteten und besonders am Osning entwickelten Sandhorizontes, ist paläontologisch für unser Gebiet noch nicht nachgewiesen. Bei Alstätte und Öding weiter westlich wurde er von BENTZ (1927 a) und BÄRTLING (1908) beschrieben. Die Angaben von HOSIUS

(1860) über die Funde von *Neobibolites minimus* LIST am Südwestrand des Ochtruper Berges sind wohl als Fehlbestimmungen anzusehen, denn das Alb steht erst in einiger Entfernung vom Bergfuß unter mächtiger quartärer Bedeckung an. Allein aufgrund der lithologischen Ausbildung der in der Bohrung Brakken 1 (59) unterhalb der *sulcatus*-Zone angetroffenen Schichten glaubt WOLBURG (1954, S. 110) wohl mit Recht, diese mit dem *minimus*-Grünsand parallelisieren zu können.

Es sind dunkelgraue, sehr feste, zähe, feinglimmerige, stark sandige Ton- und Tonmergelsteine, die von Pyritkonkretionen und Pyritfucoiden teilweise völlig durchsetzt sind. Bezeichnend sind jedoch die schlierig angeordneten Glaukonit- (URBAN 1957) und Feinkieslagen, denen kohlige Pflanzenreste und grüne Tonsteingerölle sowie vereinzelte Toneisensteingeoden beigemischt sind. An der Basis und im höheren Teil sind mürbe, fein- bis grobkörnige, hellgraue Quarzsandsteinbänke eingeschaltet, denen ebenfalls in schlierig-flaserigem Wechsel die oben angeführten groben Komponenten eigen sind. Sie verzahnen sich aber auch mit den Tonsteinen, in denen die Milchquarze auch einzeln vorkommen.

Diese jüngsten grobklastischen Sandschüttungen der Unterkreide sind die letzten Anzeichen einer epirogenetischen Hebung der Rheinischen Masse vor ihrem Absinken, das dem höheren Albmeer die endgültige Überflutung ermöglichte.

Fossilien wurden aus diesen Schichten im Arbeitsgebiet — außer Spongiennadeln, die dem Tonstein an manchen Stellen eine feinzellige Textur verleihen — nicht weiter bekannt.

splendens-Ton

Die überlagernden Schichten, auch als „graue Tone mit *Anabibolites splendens* SOWERBY“ bezeichnet, sind durch das Vorkommen des leitenden *Inoceramus sulcatus* PARK. in der Bohrung Brakken 1 (59) paläontologisch belegt. Es sind hell- bis dunkelgraue, mäßig feste, glimmerstaubige Tonmergelsteine, die gelegentlich kleine bräunliche Toneisensteinknollen und niedrig-traubige Pyritkonkretionen enthalten. Eine deutliche Schichtung wird durch die Einlagerung sehr dünner, heller, stark karbonatischer Mehlsandlagen mit Feinglimmer bedingt. Neben der dunkelgrauen Farbe der Tonmergelsteine macht sich bisweilen auch eine olivgrüne Farbschlierung, besonders in der Nähe der häufig auftretenden Pyritfucoiden, bemerkbar. Damit deutet sich bereits die Fazies des hangenden Flammenmergels an.

Die von WOLBURG und LÖGTERS in den Bohrungen angetroffene Fauna besteht aus oft nicht genauer bestimmbar Resten von Cephalopoden (*Neobibolites* sp., *Crioceras* sp.), Inoceramenprismen, Muschelschill (*Aucellina* sp., *Avicula* sp.) und den besonders bemerkenswerten Fischresten (Schuppen, Wirbel und dergl.). Allein in der Bohrung Brakken 1 (59) ließ sich ein *Inoceramus sulcatus* von RIEDEL mit Sicherheit als solcher bestimmen. Die Mikrofauna wird durch den Ostracoden *Cythereis bonnemai* TRIEBEL und *Cytherelloidea* sp. und andere vertreten.

c. Oberalb

Flammenmergel

Die Schichten des Flammenmergels gehen ohne scharfe Grenze aus den *splendens*-Schichten durch einen zunehmenden Kalkgehalt hervor. Sie sind daher als Mergelsteine von mittel- bis hellgrauer Farbe entwickelt. Nur selten sind dunkelgraue oder olivgrüne bis bräunliche Farbschlieren zu beobachten, die sich durch einen höheren Tongehalt von den hellgrauen, manchmal schwach schluffigen und glimmerstaubigen Mergelsteinen unterscheiden. Feine Pyritkristalle und Lagen brauner kleiner Toneisensteinknollen sind in dem meist schichtungslosen Gestein ebenso selten wie die pyriterfüllten Grabgänge bodenwühlender Tiere. Die Schichten treten nur in einer kleinen Fläche nördlich des Bahnhofs Langenhorst (Blatt Ochtrup) zutage.

Die von BENTZ (1927 a) aus der Alstätter Gegend beschriebenen dünnen kieselligen Kalke an der Ober- und Untergrenze des Flammenmergels sind in den Tiefbohrungen des Arbeitsgebietes nicht angetroffen worden.

Die Fauna ist nur äußerst spärlich vertreten durch die charakteristische *Aucellina gryphaeoides* (SOWERBY), einige Aviculiden und aufgearbeitete Fischreste aus der Bohrung Haddorf 3 (62), sowie einen von SEITZ als *Euboplites* oder *Calliboplites* bestimmten Ammoniten aus der Bohrung Rothenberg 104 (58).

b) Oberkreide

Während der tieferen Unterkreide lag das Gebiet ständig in unmittelbarer Nähe der Küste, die sich zwar immer mehr nach Süden verlagerte, aber erst mit der Mittelalptransgression aus der direkten Nähe verschwand. Mit dem Beginn der Oberkreide ist das Gebiet endgültig in küstenfernere Räume gerückt; damit fehlen auch sandige Einschüttungen. Dieser Wechsel macht sich in einem allmählichen Wandel der Sedimentationsverhältnisse bemerkbar, denn die tonig-mergeligen Gesteine des höheren Albs leiten kontinuierlich in die mergelig-kalkigen Sedimente der Oberkreide über, die aber stets im Gegensatz zur Unterkreide in einem Flachmeer abgelagert wurden.

Über die geologische Entwicklung der Münsterländer Oberkreide, zu der auch die des Kartengebietes gehört, hat unlängst ARNOLD (1964 a—e) ausführlich berichtet.

Die Oberkreideschichten streichen zutage nur auf dem Süd- und Ostteil von Blatt Ochtrup aus; auf Blatt Gronau sind sie südlich der Stadt und in der Lambertimark durch Quartär verdeckt.

1. Cenoman (kc)

Die unterste Stufe der Oberkreide läßt sich lithologisch durch den nach oben hin ständig zunehmenden Kalkgehalt in drei auch im Geländeausstrich unterschied-

liche Abteilungen von insgesamt 200 m Mächtigkeit gliedern. Die oberen beiden entsprechen auch Biozonen, deren leitende Ammoniten allerdings nur in größere Schichtmächtigkeiten erschließenden Aufschlüssen gefunden wurden.

Das Cenoman tritt nördlich Wettringen auf dem Gebiet von Blatt Ochtrup als ein für das Flachland bedeutsamer Höhenrücken in dem Bilker Berg zutage, der in östlicher Richtung, durch das Aatal getrennt, sich im Thieberg fortsetzt. Westlich von Wettringen ist nur noch ein mäßig erhobener Geländerrücken vorhanden, der unter dem Alluvium der Vechte verschwindet und beim Bahnhof Langenhorst nur als leichte Geländewelle noch einmal auftaucht, ehe er gänzlich unter dem Quartär verschwindet, unter dem es an den oben schon angeführten Stellen auf dem Gebiet von Blatt Gronau stets verborgen liegt.

a. Cenomanmergel (kc 1)

Der Cenomanmergel ist ungefähr 60—80 m mächtig; für die Nachbargebiete wird wesentlich weniger angegeben, was offenbar darauf zurückzuführen ist, daß Teile des Cenomans noch zum Flammenmergel gezogen wurden. Von diesem lassen sie sich petrographisch nur schwer unterscheiden, da auch hierin zuweilen eine undeutliche Flammung festzustellen ist, doch bietet die Abwesenheit sowohl von feinsandig-glimmerigen Beimengungen, als auch von Toneisensteingeoden ein gutes Merkmal für den Cenomanmergel.

Den hellen bis dunkelgrauen ungeschichteten und von Pyritfucoiden durchzogenen Tonmergelsteinen sind härtere und durch Toneisenstein etwas verfestigte hellere, teilweise gelbliche Mergelkalkbänke zwischengeschaltet. Die von BENZ (1927 a) aus der Alstätter Gegend beschriebenen glaukonitischen Einlagerungen als Äquivalent des Essener Grünsandes wurden nicht aufgefunden.

Morphologisch tritt der Cenomanmergel am Fuß des Bilker Berges und seiner Ausläufer kaum hervor. Seine Untergrenze zum Alb liegt hier stets unter dem Quartär des Vechtetales verborgen. Allein südlich Ochtrup, am Bahnhof Langenhorst, tritt sie als Kante — durch die Bahnanlagen allerdings sehr verdeckt — morphologisch hervor. Seine Obergrenze, ebenfalls als Kante ausgebildet, die durch etwas härtere, durch Toneisenstein verfestigte Mergel der folgenden *varians*-Pläner bedingt wird, läßt sich von der Kleibrücke bis zum Gehöft Hundsbilk verfolgen; dann wird der Flammenmergel endgültig von quartären Sanden verdeckt.

Aus dem Cenomanmergel wurden folgende Fossilien bekannt:

Aucellina gryphaeoides (SOWERBY)

Inoceramus sp.

Avicula sp.

? *Rhynchonella plicatilis* SOWERBY.

b. *varians*-Pläner (kc 2)

Der *varians*-Pläner mit einer Mächtigkeit von 70—100 m streicht am Hang des Bilker Berges aus. Die Untergrenze, im Ausstrich als Kante ausgebildet, läßt

sich am Mittelhang ziemlich deutlich erkennen. Die Obergrenze hingegen, durch die harten Kalke des höchsten Cenoman bedingt, verläuft auf der Kammlinie, wenn sich die Cenomanrippe nur wenig morphologisch heraushebt, wie es westlich Wetringen z. B. der Fall ist. Gewinnt das Cenoman aber insgesamt an Höhe, so rückt auch die Obergrenze der *varians*-Pläner an den Hang.

Petrographisch entwickelt sich der Pläner aus dem Cenomanmergel durch eine häufigere Einschaltung von Mergelkalkbänken. Er besteht hauptsächlich aus graublauen, teilweise wellig unregelmäßig geschichteten Kalkmergelsteinbänken, die von einer Unzahl bläulicher pyritischer Grabspuren durchzogen werden. Ihre Schichtflächen sind meist knollig-knauerig ausgebildet. Dazwischen schalten sich graue, feingeschichtete Mergelsteine mit vereinzelt Pyritfucoiden und Schwefel-eisenkonkretionen. Die obersten Teile des Cenomanpläners sind in der Grube des Kalkwerkes Engels & Co. auf dem Bilker Berg erschlossen (Blatt Ochtrup 3709, r ²⁵90 080, h ⁵⁷88 500).

Fossilien sind in diesen Schichten relativ häufig. Aus dem heute verwachsenen und verstürzten Hohlweg südlich der Kleibrücke zitiert BENTZ (1927 a) die seinerzeit von BUSZ (1920) aufgefundene Fauna. Die Angabe eines *Acanthoceras rhotomagense* (DEFRANCE) muß allerdings als Fehlbestimmung angesehen werden, da, nach den Lagerungsverhältnissen zu urteilen, dort gar kein Cenomankalk erschlossen gewesen ist. Einige der angeführten Formen wurden auch bei der Kartierung wiedergefunden:

Blatt Ochtrup 3708, r ²⁵87 550, h ⁵⁷87 210

Schloenbachia varians (SOWERBY)
Schloenbachia coupei (BRONGNIART)
Acanthoceras (Mantelliceras) mantelli (SOWERBY)
Inoceramus cripsi MANTELL
Inoceramus tenuis MANTELL
Rhynchonella mantelliana SOWERBY
Rhynchonella pisum SOWERBY
Rhynchonella octoplicata SOWERBY
Terebratulina subrotunda SOWERBY
Terebratulina chrysalis SCHLOENBACH
Kingena lima DEFRANCE
Pecten sp.

c. *rhotomagense*-Kalk (kc 3)

Der *rhotomagense*-Kalk mit einer Mächtigkeit von 40—50 m stellt mit seinem fast reinen Kalkstein das Endglied der durch einen ständig zunehmenden Kalkgehalt gekennzeichneten Sedimentationsverhältnisse des Cenomans dar. Diese reine Ausbildung des obersten Cenomans wird als küstenferne Seichtwasserbildung (BENTZ 1927 a) aufgefaßt, da einmal alle Anzeichen der Küstennähe, wie Sand und Glaukonit, fehlen, zum anderen aber kann nur in einer warmen Flachsee Kalk ausgefällt werden. In tieferen und damit kühleren Meeresbecken würde der Kalk infolge des Lösungsdruckes der Kohlensäure nicht ausgeschieden werden.

Die beiden Kalksteinbrüche auf dem Bilker Berg, von denen der nördlichere der Firma Engels & Co., der südlichere der Firma Schencking & Co. gehört, geben einen guten Einblick in diese härteste Serie des Cenomans. Der Kalk bildet mit seinen untersten festen Bänken den Kamm des Berges oder streckenweise eine Kante unter ihm an dem nach Rothenberge geneigten Hang, im übrigen aber den zum südlichen oder östlichen Blattrand hin fallenden Abhang. Die als Knick ausgebildete Obergrenze zum Turon ist nur an wenigen Stellen frei von quartärer Bedeckung.

Der Cenomankalk besteht zur Hauptsache aus weißgrauen, festen, knauerigen, von wulstigen Schichtflächen begrenzten Kalksteinen, die in 10—30 cm Abständen durch graue, feinschichtige Kalkmergelsteine von Daumendicke gebankt werden. Die Kalksteine brechen scherbzig-muschelig, besitzen eine rauhe Bruchfläche und sind oft von bläulichen marmorartigen Schlieren durchzogen, die wohl von bodenwühlenden Organismen herrühren. Diese Grabgänge weisen einen höheren Tongehalt mit etwas Pyrit auf. Pyrit in Form von kugeligen oder stengeligen Aggregaten ist häufig im Gestein verteilt. Oft sind diese zu mulmigem Brauneisen verwittert. In den Aufschlüssen fallen die kalkspaterfüllten Klüfte und Rutschflächen besonders auf.

Tabelle 9
Stratigraphisch-fazielle Übersicht der älteren Oberkreide

Stufen		Norddeutschland	Blatt Gronau, Ochtrup
Coniac	Unter	Zone des <i>Inoceramus koencni</i>	
Turon	Ober	Zone des <i>Inoceramus schloenbachi</i>	Paläontologisch nicht nachgewiesen, aber unter dem Quartär der Umgebung von Wetrtingen (Blatt Ochtrup) vermutet
	Mittel	Scaphitenschichten Zone des <i>Inoceramus lamarcki</i>	
	Unter	Zone des <i>Inoceramus labiatus</i>	
Cenoman	Ober	Zone des <i>Acanthoceras rhotomagense</i>	<i>rhotomagense</i> -Kalk kc3
	Mittel	Zone der <i>Schloenbachia varians</i>	<i>varians</i> -Pläner kc2
	Unter	Zone des <i>Neohibolites ultimus</i>	Cenomanmergel kc1

Das obere Cenoman ist außerordentlich fossilarm und wird daher nicht umsonst als „Arme *rhotomagense*-Schichten“ bezeichnet. Dennoch konnten in den oben erwähnten Kalkbrüchen einige Fossilien geborgen werden, die mit den dort schon von BÄRTLING gefundenen und bei BENTZ (1927 a) zitierten übereinstimmen:

Acanthoceras rhotomagense DEFRANCE
Acanthoceras mantelli SOWERBY
Puzosia subplanulata SOWERBY
Inoceramus virgatus SCHLÜTER
Holaster subglobosus LESKE

Nach den Bestimmungen von PEAKE und HANCOCK (in KEMPER 1964 a) treten in dem Bruch von Schencking & Co. die für das hohe englische Cenoman (Totterhoe Stone, Norfolk) typischen Ammoniten der Art *Acanthoceras subflexuosum* SPATH auf, während die glatten Riesenammoniten einer neuen, der Gattung *Austini-ceras* ähnlichen, Gattung zugeordnet werden.

2. Turon (kt)

Das Turon steht nur auf Blatt Ochtrup mit einem Teil seiner untersten Schichten zutage an. Mit diesen *labiatus*-Plänern endet die Folge der uns im Arbeitsgebiet näher bekannten Schichten der Kreide und des Mesozoikums überhaupt. Auf Blatt Gronau wird das Turon südlich der Stadt auf Grund der Lagerungsverhältnisse in einem schmalen Streifen vermutet (s. abgedeckte Karte, Taf. 2). Es ist aber hier ebenso unter dem Quartär verborgen wie auf Blatt Ochtrup, wo die höheren Schichten des Turons im Untergrund von Wettringen und Umgebung anstehen. Sie sind dort nur durch flache Spülbohrungen erfaßt worden, die als Bohrgut „graue Mergel“ zutage brachten. Die Gesamtmächtigkeit des Turons wird auf ca. 350 m geschätzt.

labiatus-Pläner (ktu)

Der *labiatus*-Pläner streicht nur mit seinem unteren Teil in einer Mächtigkeit von 40 m aus; die Gesamtmächtigkeit mag ungefähr 50—60 m betragen. Seine Untergrenze ist als Knick am Süd- und Westhang des Bilker Berges und seiner Ausläufer ausgebildet. Seine Obergrenze ist jedoch schon unter dem Quartär verborgen.

Der Pläner besteht aus hellgrauen, manchmal grünlichen und durch wechselnden Tongehalt schlierig-flaserig geflammt Kalkmergelsteinen. Dazwischen liegen festere graue, knauerig-knollige Kalkbänke, die aber meist bald auskeilen und von ähnlichen linsenförmigen Bänken ersetzt werden. In den unteren 2—4 Metern tritt eine intensive Rot- und Violettfärbung einzelner schlieriger Kalkmergelsteinlagen besonders in der Nähe von Klüften auf, die sich auch in der Lesesteinbestreuung deutlich bemerkbar macht. Diese als „Rotpläner“ bezeichnete Ausbildung des tiefsten Turons bildet einen ausgezeichneten Leithorizont gegenüber den liegenden weißgrauen *rhotomagense*-Kalken des Cenomans. LÖSCHER (1925) möchte

diese am ganzen Ostrand des Münsterschen Kreidebeckens verbreitete Rotfärbung auf lateritische Staubeinwehung in das damalige Meeresbecken zurückführen. BRINKMANN (1935) dagegen deutet sie mehr als das Ergebnis halmyrolytischer Umsetzungen am Meeresboden in den tieferen Teilen des Turonmeeres. In den flacheren Bereichen kam es danach zu keiner Rotfärbung.

Aufgeschlossen waren die mittleren Schichten des Pläners vorübergehend an der Böschung zur Aa beim Gehöft Termühlen nördlich von Wetringen. Dort fanden sich auch einige Exemplare der leitenden Muschel *Inoceramus labiatus* SCHLOTHEIM.

3. Coniac (kco)

Das Coniac tritt nirgends zutage. Es wird allein auf Blatt Ochtrup südöstlich von Wetringen nach der Geotektonischen Übersichtskarte 1 : 100 000, Großblatt 70 (LÖGTERS & REICH 1948) in einer kleinen Fläche unter dem Quartär von Ziefkers Feld vermutet (vgl. abgedeckte Karte, Taf. 2). Eine hier bei dem Gehöft Hülsmann abgeteufte Brunnenbohrung erreichte unter dem 7,5 m mächtigen Talsand zuerst einen „weichen, grauen Ton“, der ab 9 m in einen „festen, sandigen Ton“ überging und bis zur Endteufe von 41 m anhielt.

Nach den Beschreibungen von BENTZ (1927 a) sind die tieferen Teile der damals noch als „Emscher“ bezeichneten Schichten in den benachbarten Räumen als grün-sandige Tonmergel ausgebildet. Vielleicht entsprechen die oben angetroffenen Tone diesen Schichten. Nach den Lagerungsverhältnissen zu urteilen, könnte es sich hier um die Zone des *Inoceramus koeneni* des Unteren Coniacs handeln.

VII. Quartär

Die Ablagerungen des Quartärs nehmen den größten Teil der Oberfläche des Kartengebietes ein und bedecken weithin diskordant den mesozoischen Untergrund der weiten Ebenen. Sie sind durchschnittlich ca. 3 m mächtig, stellenweise in den Niederungen aber auch 10 m und mehr. Auf den Höhen fehlt ein Schleier quartärer Bedeckung fast nie. Durch die erheblichen klimatischen Veränderungen entstanden während des Pleistozäns große Mengen lockerer Kiese und Sande und der Geschiebemergel. An der Oberfläche setzte sich die mehrfache Materialumlagerung bis in das Holozän hinein fort, das neben einer Austiefung der Wasserläufe, der Aufwehung von Dünen vor allem in der Ausbildung der Hochmoore des Gildehauser und des Rünenberger Venns bedeutsamere Ablagerungen hinterlassen hat.

a) Pleistozän

Während des Pleistozäns bedeckte das Inlandeis wahrscheinlich nur einmal, und zwar während der Saale-Kaltzeit, das Kartengebiet. Ablagerungen aus der Elster-Kaltzeit wurden ebensowenig aufgefunden wie aus der darauf folgenden Warmzeit

des Holstein-Interglazials. Somit gehören die ältesten bekannten quartären Sedimente zum Jung-Pleistozän, und zwar zu dem Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit. Dabei lassen sich sowohl glazigene Ablagerungen — wie der Geschiebemergel — als auch glazifluviatile — wie die Kiese und Sande des Münsterländer Kies-Sand-Zuges — unterscheiden. Nach einer kurzen Rückschmelzphase, dem Gerdau-Interstadial, das von KOPP & WOLDSTEDT (1965) neuerdings als Groß-Interstadial bezeichnet wird, erfolgte ein neuer Vorstoß des Saale-Eises, der mit dem Warthe-Stadium sein Ende fand. Er erreichte unser Gebiet aber nicht mehr. Auf die Saale-Kaltzeit folgte die Eem-Warmzeit; sie hat im Blattgebiet keine Ablagerungen hinterlassen, die als solche erkennbar sind. Während der Weichsel-Kaltzeit kam es hier zu Periglazialerscheinungen, wie Brodelböden und Frostkeilen, vor allem aber zur Aufschüttung des weithin die älteren Schichten bedeckenden Talsandes, dessen teilweise äolisch überprägte Bildung sich bis ins Holozän fortsetzte.

Tabelle 10
Stratigraphisch-fazielle Übersicht des Quartärs

Unter-Stufen	Norddeutschland	Blatt Glanerbrücke, Gronau Ochtrup
Holozän	Subatlantikum Subboreal Atlantikum Präboreal	Moorerde ,Hm Niedermoor ,Hn Hodmoor ,Hh Talausand ,S,ta jüngere Dünen „d und Flugsande ,Sa
Jung-Pleistozän	Weichsel-Kaltzeit Jüngere <i>Dryas</i> -Zeit Alleröd-Interstadial Ältere <i>Dryas</i> -Zeit Bölling-Interstadial Älteste <i>Dryas</i> -Zeit Pleniglazial Frühglazial	Uferwall w,Ssw Talsand w,S,ta ältere Dünen „d und Flugsande ,Sa
	Eem-Warmzeit	Ablagerungen vermutet, aber bisher nicht nachgewiesen
	Saale-Kaltzeit Warthe-Stadium Groß-Interstadial Drenthe-Stadium	Grundmoräne Münsterländer Kies- D,M,g Sand-Zug D,X+G+S,gf
Alt- und Mittelpleistozän		Ablagerungen bisher nicht nachgewiesen

1. Saale-Kaltzeit

Drenthe-Stadium

a. Grundmoräne (D,M,g)

Die älteste im Arbeitsgebiet nachgewiesene Schicht des Quartärs ist die vom Inlandeis des Drenthe-Stadiums abgelagerte Grundmoräne. Sie bedeckte ehemals wohl ziemlich lückenlos die gesamte Fläche. Aber schon während das Eis langsam zurückwich, begann ihre Abtragung. Heute ist sie weitgehend erodiert, umgelagert oder von jüngeren Bildungen verdeckt. Nur noch an wenigen Stellen hat sie sich als Geschiebemergel in einer geschlossenen Decke von 2—3 m Mächtigkeit erhalten, und zwar besonders an nach Süden geneigten Hängen und den ihnen vorgelagerten Ebenen. Südlich des Rothenberges auf Blatt Ochtrup bildet er sogar eine ausgedehnte Anhöhe.

Die Zusammensetzung aus aufgearbeiteten Kreidetonen mit Toneisensteingeoden, Oberkreidekalken und unregelmäßig geformten, sandigen Einlagerungen weist den Geschiebemergel als Lokalmoräne aus. Er läßt sich von der anstehenden Unterkreide in den Aufschlüssen, wie z. B. Baugruben, wegen des seltenen Vorkommens nordischer Geschiebe (HESEMANN 1957) oft nur schwer unterscheiden, zumal die Unterkreidetone, durch das heranrückende Inlandeis intensiv gestaucht, mit dem Geschiebemergel innig verknüpft sind und daher eine ebene Trennungsfäche fehlt. Ein typisches Merkmal ist jedoch stets die Regel- und Schichtungslosigkeit des Geschiebemergels gegenüber der geschichteten Kreide.

Oberflächlich ist der Geschiebemergel bis in eine Tiefe von 0,5 m zu einem sandig-bindigen Geschiebelehm verwittert, der nicht selten so stark enttont ist, daß nur noch ein Geschiebesand übriggeblieben ist. Manchmal bildet nur dieser Geschiebesand, durch die „Kieselinge“ vom Flugsand zu unterscheiden, häufiger aber der Geschiebelehm als Erosionsrest einen dünnen Schleier auf dem Mesozoikum. Er wurde dann mit einer besonderen Signatur als Überdeckung eingetragen, während die Unterlage in voller Farbe verzeichnet wurde. Einzelne größere nordische Geschiebe, die z. T. auch außerhalb des Moränenschleiers vorkommen, wurden als Findlinge besonders in der Karte verzeichnet.

b. Münsterländer Hauptkiessandzug (D, G + S, gf)

Eine eigenartige fazielle Vertretung des Geschiebemergels bilden die Kiese und Sande des Münsterländer Hauptkiessandzuges im Ostteil des Blattes Ochtrup. Dieser Zug beginnt bei Ennigerloh-Hoest im Münsterland und zieht meist als 1 km breiter Walberg über oder zuweilen auch neben einer in die Kreide eingetieften Rinne, deren Gefälle 0,8 Promille beträgt, nordwestwärts und tritt südlich von Haddorf in das Blattgebiet ein. Er folgt der Steinfurter Aa im Durchbruch des Oberkreiderückens, um dann als 2 km breiter, in einzelne Kuppen aufgelöster Hügelzug in nördlicher Richtung zu verlaufen. Er hebt sich um 5 m

über die hier bei 40 m über NN liegende Talsandebene heraus, unter die er jedoch, allmählich schwächer werdend, wieder abtaucht.

Eine Reihe wassergefüllter Kiesnaßbaggereien nördlich von Haddorf lassen seinen Aufbau aus südostwärts geschütteten kiesigen Grobsanden, mit kopfgroßen Geschieben aus nordischem und einheimischem Material erkennen; hinzu kommen im gefrorenen Zustand transportierte Tongerölle, die, ehemals gut gerundet, heute zerfallen dazwischen liegen. Diese mit einer besonderen Signatur (D, X + G + S, gf) bezeichneten Grobkiese bilden die tiefste Füllung und den Kern des Zuges, sie treten morphologisch als Härtlinge besonders hervor. Ihre größte Mächtigkeit beträgt hier ca. 25 m. Nördlich der Heidhöhe und der Höhe 45,6 zeichnen sich diese Schichten durch einen höheren Ton- und Schluffgehalt aus. Sie wurden gesondert auskartiert (D, X + G + uS, gf). Eine Deutung als Geschiebemergel (HERRMANN in BOIGK u. a. Blatt A, 1960) erscheint nach einem Aufschluß nördlich Haddorf (Blatt Ochtrup 3709, r ²⁵90 000, h ⁵⁷95 230) nicht gerechtfertigt, da hier eine Schichtung — wenn auch mäßig ausgebildet — erkennbar ist.

Den stratigraphisch höheren Teil des Kiessandzuges nehmen gelbweiße, scharfe, teilweise tonig-bindige Mittelsande und Kiese ein (D, G + S, gf), denen aber die ganz groben Komponenten des oben beschriebenen tieferen Teiles fehlen. Sie sind aber teilweise schon abgetragen und umgeben daher nur noch randlich die als Härtlinge an der Tagesoberfläche herausragenden tieferen Schichten. Diese Abtragung muß aber vor der Ablagerung der Dünen und Flugdecksande geschehen sein, da diese auf der Höhe 45,6 den tieferen Schichten (D, X + G + S, gf) direkt auflagern.

Die in die Kreide eingetiefte Rinne (Tafel 1) konnte durch Bohrungen und geoelektrische Messungen in ihrem Verlauf unter der Kiesbedeckung kartiert werden. Dabei zeigten sich auch hier einzelne lokale Übertiefungen, wie sie auch aus anderen Gebieten bekanntgeworden sind, ferner die nordwärts gerichtete Neigung der Talsohle, die im Gegensatz zur südlichen Schüttung der Grobkiese steht.

Die Genese dieses ganzen Komplexes der Kiessandzone ist auch heute noch nicht zufriedenstellend erklärt, obwohl sie schon seit langem (v. d. MARCK 1858, HOSIUS 1872) bekannt ist. WEGNER (1909, 1911, 1926) deutete den Sandzug als „Münsterländer Endmoräne“, WOLFF (1928) hielt die Kiessandzone für eine kames- oder osartige Bildung, während H. SCHNEIDER (1938) sich für eine alleinige Deutung als Os entschied.

In neuerer Zeit sind diesen Fragen LOTZE (1951, 1954), ARNOLD (1960) und besonders auch BAECKER (1963) nachgegangen. Nach den Untersuchungen von LOTZE (1954) und BAECKER (1963) ist die Rinne im südlichen Gebiet bei Münster teilweise als Trog eines elsterzeitlichen Talgletschers angelegt, der später im Holstein-Interglazial örtlich einen von Süden kommenden Fluß aufnahm. Nach der Überfahung durch das Eis des Drenthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit pauste sich die Rinne auf die Eisoberfläche durch und zog dort die Entwässerung des später wieder schmelzenden Eises an sich.

Im Kartengebiet hingegen finden sich keine Anzeichen für eine schon zu Beginn der Vereisung vorliegende Rinne. Hier ist sie erst durch die Schmelzwässer des Drenthe-Eises geschaffen worden, die sich durch tiefe Eisspalten ihren Weg suchten. In beiden Fällen wäre damit also der Kiessandzug als Kames-Bildung zu erklären.

2. Weichsel-Kaltzeit

a. Talsand (w,S,ta)

Die Talsande gehören zu den an der Oberfläche des Kartengebietes am weitesten verbreiteten Ablagerungen des Quartärs. In den weiten Gebieten des Gildehauser und des Rünenberger Venns und ebenso in der Brechte geben sich die Talsande mit einer fast tischebenen Fläche zu erkennen, die nur von aufgesetzten Dünen und Flugsandfeldern und den eingesenkten Alluvionen unterbrochen wird. Durch einen deutlichen Geländeknick grenzt die Talsandebene an den Fuß der höher liegenden Gebiete. Die Kante zu den tiefer liegenden Talauen der kleineren Wasserläufe dagegen ist oft nur wenig ausgeprägt.

Über das Alter und die Entstehung der Talsande haben sich verschiedene Meinungen entwickelt, ohne daß es aber zu einer endgültigen Klärung der damit zusammenhängenden Fragen gekommen ist, die zuletzt ausführlicher von HESEMANN (1950) und GRAHLE (in BOIGK u. a. 1960, S. 196 ff.) behandelt wurden.

Nach TIETZE (1907, 1909, 1914), HARBORT & KEILHACK (1918), BÄRTLING (1921), WEGNER (1927), BEYENBURG (1934), HAACK (1935) und DIENEMANN (1941) soll die Aufschüttung in der Saale-Kaltzeit begonnen haben und nach BÄRTLING und BEYENBURG auch abgeschlossen sein. Während HARBORT & KEILHACK ihre Zeitdauer nicht behandelten, glaubte WEGNER an eine Fortsetzung der Aufschüttung bis in die Weichsel-Kaltzeit. DIENEMANN und TIETZE nahmen sogar eine Fortdauer über diese Zeit hinaus bis in das Alluvium (Holozän) an. HAACK dagegen hielt nur eine Umlagerung in der Weichsel-Kaltzeit für möglich.

Die moderne Anschauung der ausschließlich weichselzeitlichen Entstehung wurde zuerst von MESTWERDT (1926) vertreten. Ihr schlossen sich später HESEMANN (1950) und KELLER (1950) an, denen es gelang, die Talsandebene südlich von Rheine mit der älteren Niederterrasse der Ems zu parallelisieren.

Damit sind auch die alten Anschauungen von BÄRTLING, BEYENBURG und DIENEMANN über eine teilweise fluvioglaziale Entstehungsweise der Talsande überholt. Ihre fluviatile Ablagerung sieht aber GRAHLE besonders im höheren Teil durch äolische Einschaltungen unterbrochen.

Während GRAHLE die Aufschüttung der Talsande im Emsland erst mit dem Ende der Weichsel-Kaltzeit für abgeschlossen hält, ergeben sich aus der näheren Umgebung des Kartengebietes in der Gegend südlich von Rheine Hinweise für eine wesentlich frühere Beendigung. Hier konnte BREUKER (1958) nachweisen, daß sich die von HESEMANN (1950) beschriebene untere Stufe der Emsniederterrasse in die obere Stufe (Talsandebene) bereits in der jüngeren *Dryas*-Zeit einschneidet.

Die Mächtigkeit der Talsande geht über 9 m nicht hinaus, meist beträgt sie sogar nur 3—5 m. An ihrer Basis ist eine schon von BÄCKER (1963) erwähnte Grobsandlage ausgebildet. In ihrem unteren Teil führen die Talsande einen Mittelsand, dem öfter Grobsandlagen eingeschaltet sind. Nach oben geht die Folge in einen feingeschichteten Mittel- bis Feinsand über, dem auch dünne Lagen von Feinstanden und Kiesen eingelagert sind. Sofern die Mächtigkeit der Talsandüberdeckung geringer als 2 m ist, wurde sie auf der Karte mit einer besonderen Punktierung dargestellt.

Die heute flächenhaft weite Verbreitung wird allgemein mit GRAHLE (in BOIGK u. a. 1960, S. 198) auf die verstärkte Wasserführung auch kleinerer Wasserläufe zurückgeführt, deren Transportkraft daher sehr viel größer war, als es die heute kleinen Rinnsale vermuten lassen. Außerdem wurden diese Wildwasser auch kaum durch Pflanzenwuchs an einer ständigen Laufverlegung gehindert.

Wenn auch an der Ems eine Parallelisierung der Emsniederterrasse mit der Talsandebene möglich ist, so können wir HESEMANN (1950) zustimmen, wenn er sagt: „Die „Talsandebene“ ist jedoch keine eigentliche Terrassenbildung, sondern eine steinfreie Talauausfüllung, durch örtliche Verschwemmung aus dem angrenzenden Höhendiluvium und nicht durch Ferntransport zustande gekommen.“

b. Uferwälle (w,S,sw)

Die Uferwälle begleiten als ungefähr 2 m hohe und durchschnittlich 100—200 m und höchstens 500 m breite Anhöhen die Talauen der größeren Wasserläufe. Durch eine Reihe von Querrinnen im Niveau der Talsandebene werden sie oft in einzelne flach schildförmige Hügelgruppen aufgelöst. Der Abhang zur Talsandfläche ist sehr steil und meist noch durch Feldergrenzen und Knicks überprägt. Ähnlich sind auch die Hänge zur Wasserseite hin gestaltet. Die Oberfläche der Uferwälle ist sehr unruhig und wellig und steht damit in deutlichem Gegensatz zu der fast tischebenen Talsandfläche. Ihr Material besteht aus meist eben und weniger kreuzgeschichteten Feinsanden mit zuweilen eingeschalteten gröber körnigen Sanden.

Ursprünglich wurden solche Bildungen als sogenannte Flußbegleitdünen aufgefaßt (GRABERT 1952, GRAHLE in BOIGK u. a. 1960, S. 201), deren Sand Auswehungen der Talauen entstammen sollte. Für die äolische Anlieferung solcher Sandmengen, wie sie in den Uferwällen vorliegen, sind die Talauen jedoch viel zu klein. Auch wenn man die Talsandebene als zusätzliches Liefergebiet ansieht, berücksichtigen sie doch nicht genügend die Tatsache, daß beiderseits der Wasserläufe solche Erhebungen vorliegen. Sehr viel zwangloser lassen sie sich aber als Uferwälle deuten, wie sie schon BRAUN (1965) vom Niederrhein erwähnt und als rezente Bildungen von WILHELMY (1958) beschrieben werden. Die ebene, gleichmäßige Schichtung und die morphologische, etwas asymmetrische Ausbildung weisen auf die fluviatile Bildung hin. Natürlich sind die Uferwälle äolisch überprägt und oft sind ihnen auch Dünen aufgesetzt, wie man es besonders gut westlich von Haddorf auf dem Gebiet des Blattes Ochtrup sehen kann.

Die Uferwälle entstanden bei Hochwässern, wenn das Wasser über die Ufer der Stromrinne trat und flächenhaft stark verbreitert dahinflöß. Dabei erlahmte am Rande der Flußrinne die Transportfähigkeit des Wassers, und die im Hochwasser mitgeführten Sande lagerten sich als flach nach den Seiten abfallende Wälle an beiden Ufern ab. Die folgenden Hochwasser überschwemmten die Wälle und verbreiterten und erhöhten oder durchbrachen sie.

Für eine Altersdeutung ergeben sich aus dem Kartengebiet keine direkten Hinweise. Es bleiben nur die Analogieschlüsse zu benachbarten Räumen. So konnte BRAUN (1965) am Niederrhein in den Uferwällen den Usselo-Horizont (ERBE 1958, EDELMANN & MAARLEVELD 1958) aus der Alleröd-Zeit feststellen.

c. Flugsand (S,a)

Von allen quartären Sedimenten hat der Flugsand die größte räumliche Verbreitung. Eine dünne Flugsandhaut überzieht auch alle zutage tretenden älteren Schichten. Wenn sie nur den Ackerboden betrifft, ist sie nicht gesondert dargestellt, wird sie etwas mächtiger, so ist sie als Überdeckung auf älterem Untergrund in der Karte eingetragen. Im übrigen aber geht die Mächtigkeit über 2 m selten hinaus. Über den Sanden der Niederterrasse ist eine Unterscheidung von diesen nur in Aufschlüssen möglich. Morphologisch macht sich eine mächtigere Flugsanddecke durch ihre leicht wellige Form gegenüber der ebenen Talsandfläche bemerkbar und läßt sich so auch von dieser zudem tiefer liegenden Ebene gut abgrenzen. Besonders typisch ist der Gegensatz auf Blatt Gronau in der Westerbauerschaft und in der Eilermark ausgeprägt.

Der Flugsand besteht aus gelbgrauen, lebhaft kreuzgeschichteten Feinsanden, denen aber zuweilen auch Sande gröberer Körnung eingelagert sind. Das Material entstammt den Auswehungen der Talsandebene, wo es zuweilen zur Bildung der bereits erwähnten, heute anmoorigen Deflationswannen gekommen ist.

Am Hangfuß der Anhöhen mit anstehendem Mesozoikum führen die Flugsande häufig Einschaltungen von gröberem Gesteinsbrocken und ineinander verfäلتeten, sandigen und tonigen Bänkchen, die als *F l i e ß e r d e n* (mündl. Mitt. Dr. BRAUN) zu deuten sind.

Die Aufwehung der Flugsande begann in der ausgehenden Weichselzeit und reicht wahrscheinlich noch weit in das Holozän hinein (MAAS 1955). Eine genauere Altersdatierung läßt sich aber im Arbeitsgebiet nicht führen. Sie wurden aber sicherlich ähnlich wie die Dünen nicht in einem kontinuierlichen Vorgang abgelagert. So konnte ARENS (1964) bei Stadtlohn drei Generationen von Flugsanden unterscheiden, die durch eine Bodenbildung im Bölling-Interstadial und im Alleröd-Interstadial unterbrochen werden. Bisher haben sich für diese Bodenhorizonte im Kartengebiet aber nur unklare Hinweise ergeben.

d. D ü n e n („d)

Im Kartengebiet lassen sich — ähnlich wie in anderen Gebieten (GRABERT 1952, H. MÜLLER 1956, GRAHLE (in BOIGK u. a. 1960, S. 202)) — mindestens zwei Dünengenerationen unterscheiden. Die Entstehung der älteren fällt nach MAAS (1955) mit der Flugsandablagerung zeitlich zusammen. Sie geht also auch noch ins Holozän. Diese Dünen stellen genau genommen nur eine räumlich enger begrenzte morphologische Varietät des Flugsandes dar. Sie lassen sich deshalb von diesem oft nur schwer abgrenzen, sofern sie nicht als morphologisch scharf begrenzte Einheiten auftreten oder gar als Barchane (KEILHACK 1917) ausgebildet sind, wie sie in typischer Form in der Horner Mark südlich der Bundesstraße 54 auf Blatt Gronau auftreten. Auf den ebenen Talsandflächen hingegen sind sie stets gut von dieser zu trennen. Auf den Höhen fehlen sie, da auf dem ausstreichenden Mesozoikum ihr Ausgangsmaterial — der Sand — nicht vorhanden war.

Die Dünen bestehen aus lebhaft kreuzgeschichteten, feinkörnigen Sanden. Die älteren lagern den Flug- und Talsanden, aber auch den Uferwällen ohne Bodenbildung auf. Die Dünenbildung schloß sich offenbar gleich an. Vermutlich werden auch diese älteren Dünen ähnlich wie die Flugsande zuweilen durch Bodenprofile aus dem Bölling-Interstadial und dem Alleröd-Interstadial gegliedert. Allerdings wurden hier im Gegensatz zu anderen Gebieten (ARENS 1964, BRAUN 1968, ERBE 1958) noch keine Anzeichen aufgefunden. Oben werden die älteren Dünen durch ein gut ausgebildetes Podsolprofil abgeschlossen, das öfter im Gildehauser Venn (HAMELOCH 1957) angeschnitten ist.

Das oben erwähnte Podsolprofil ist zuweilen diskordant abgeschnitten und durch eine ganz junge Generation von Dünen überlagert. Sie unterscheiden sich von den älteren durch eine fehlende Bodenbildung und mehr kuppige Oberfläche, ohne daß aber bei fehlenden Aufschlüssen eine sichere Abgrenzung möglich ist. Nach den Beobachtungen von H. MÜLLER (1956) im Emstal dürften diese jungen Aufwehungen erst in geschichtlicher Zeit vor etwa 500 Jahren erfolgt sein. Solche Dünen treten in ausgedehnten Feldern auf Blatt Gronau auf, sowohl in der Gemarkung Bardel als auch östlich des Gildehauser Venns; auf Blatt Ochtrup häufen sie sich westlich Haddorf und in der Gemarkung Brakken südwestlich des Ortes.

Die Dünen lassen keine bevorzugte Windrichtung erkennen. Barchane sind nur ganz selten ausgebildet. Die Form der meisten entspringt vielmehr dem Kampf zwischen Bewuchs und Windangriff (ARNOLD 1960). Heute sind ihre Formen vielfach durch die landwirtschaftliche Kultur überprägt.

b) Holozän

Der Beginn dieses jüngsten Abschnitts der Erdgeschichte kann beim Fehlen organischer Einlagerungen oder eines petrographischen Wechsels (wie z. B. bei Flugsand- und Dünenbildung) oft nicht genau festgelegt werden. In diese Zeit fällt neben der Fortsetzung der äolischen Sedimentation von allem die Ausbildung

der Torfe und anmoorigen Ablagerungen und insbesondere die Formung der Talauen. Hinzu kommt die zunehmende Einwirkung des Menschen auf die Oberflächenformen.

1. Talauen (S,ta)

Die Talauen der kleineren Wasserläufe sind oft nur wenige Dezimeter eingeschnitten. Durch die landwirtschaftliche Kultivierung sind die Ränder teils eingeebnet oder aber auch steiler abgestochen, um eine gleichmäßig zum Grundwasser liegende und auch größere Wiesenfläche zu haben. Die Bachläufe selbst sind meist durch am Rande verlaufende Entwässerungsgräben ersetzt. Die Breite der Talauen schwankt zwischen wenigen Metern und 500 m bei den größeren namengebenden Flußläufen und Bächen, deren Alluvium-Oberfläche etwa 2 m unter dem Tal sandniveau verläuft. Die Dinkel, Vechte und Aa sind heute reguliert und kanalisiert. Die früher häufigen Mäander sind verschwunden; deshalb treten heute kaum noch Überschwemmungen auf, die den Talauen neues Material zuführen oder fortnehmen könnten. Ihre Formen sind also ziemlich erstarrt.

Die Sedimente der Talauen bestehen aus feinkörnigen Sanden mit humosen Einlagerungen und einem ganz unbedeutenden Tongehalt, der auch in der Nähe austreichender Unterkreidetone nicht mehr zunimmt, wie es auch ARNOLD (1960) im Münsterland beobachtete. Die Auensedimente sind wohl zum größten Teil umgelagerte Flugdecksande.

Der Grundwasserstand in den Auen ist sehr hoch und liegt nur wenig unter dem Gelände. In diesen grundwassernahen Böden kommt öfter Eisenocker als rostbrauner Schlamm in Entwässerungsgräben vor, der durch Oxydation des durch Humussäuren zunächst gelösten Eisens entstanden ist.

Auf dem Gebiet des Blattes Ochtrup ist es an wenigen Stellen durch stärkere Konzentration des Eisens zur Ausbildung von Raseneisenstein (Er) gekommen. Es sind höchstens faustgroße, knollige, schlackenartige Klumpen von braunem Eisenhydroxid $\text{Fe}(\text{OH})_3$, das durch Sand, Humus und dergl. verunreinigt, nur nesterweise, ohne sich zu durchlaufenden Bänken oder größeren Platten zusammenzuschließen, in den Sanden der Talböden auftritt.

2. Moorerde (Hm)

Anmoorige Bildungen in Form weniger Zentimeter bis Dezimeter mächtiger grauschwarzer, stark humoser Sande — bodenkundlich den Anmoorgleyen zuzurechnen — finden sich als Ausfüllung in flachen, vom Winde ausgewehten Wannen im Talsand, in kleineren Dünentälern (z. B. am Rande des Gildehauser Venns) und schließlich in den Talauen der Wasserläufe. Wie BURGHARDT & JÄGER (1968) zeigen konnten, hängt die Vermoorung oft mit der Ausbildung undurchlässiger, wasserstauer Bodenhorizonte zusammen.

3. N i e d e r m o o r (,Hn)

Nur auf Blatt Ochtrup ist nordwestlich der Heidhöhe in der Gemarkung Samern über dem Amnoorgley auch ein höchstens 0,5 m mächtiger Niedermoor-
torf unter einem Erlen-, Weiden- und Birkenbruchwald entwickelt. Solche Bil-
dungen mögen früher noch weiter verbreitet gewesen sein.

4. H o c h m o o r (,Hh)

VON HANS-WOLFGANG REHAGEN

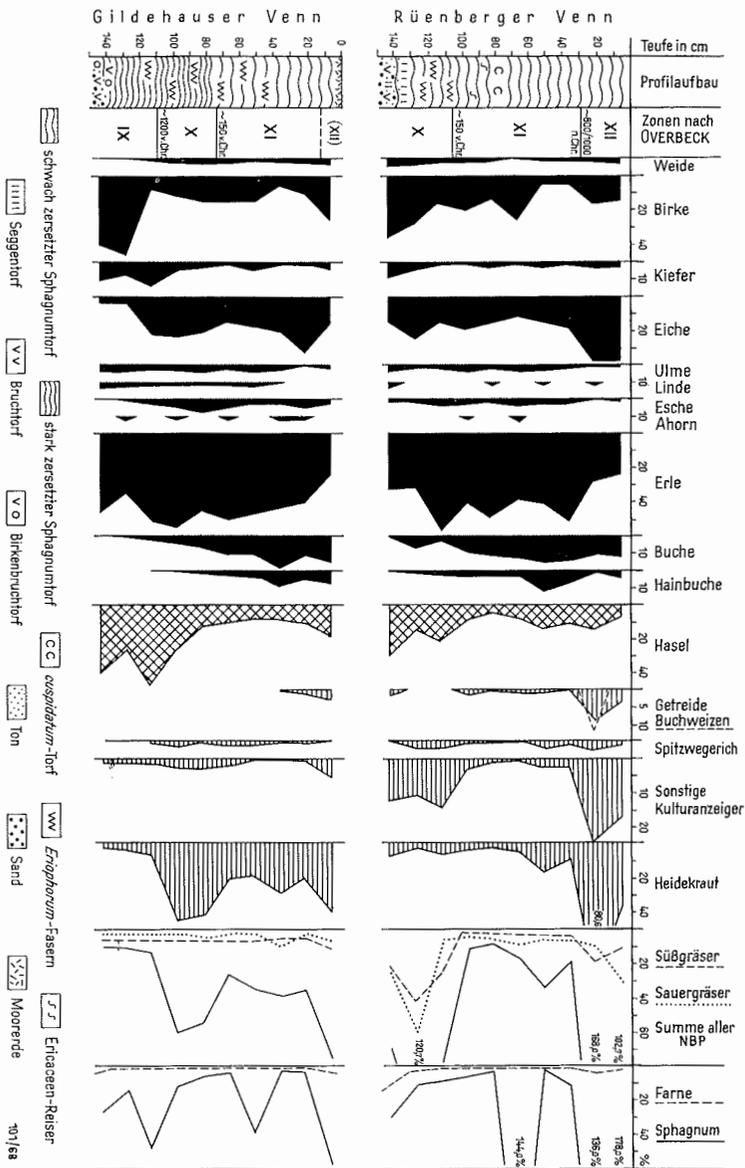
Von den einstmals etliche Quadratkilometer umfassenden Heide- und Hoch-
moorflächen des Gildehauser und Rünenberger Vennis ist heute der weitaus größte
Teil kultiviert. Nur kleinere Areale von wenigen Hektar sind verschont und in-
zwischen unter Naturschutz gestellt worden. Doch selbst in diesen Gebieten ist
die alte Mooroberfläche nicht mehr ungestört, sondern durch Torfstechen ganz
oder zum Teil abgebaut worden. Um einen Einblick in das Alter der noch an-
stehenden Torfe zu gewinnen, wurde aus den beiden Hochmooren je ein Profil
für pollenanalytische Untersuchungen geborgen.

Die Proben sind im Abstand von 15 cm entnommen worden. Bei der Fest-
stellung der Humositätsgrade fand die VON POST'sche Feldmethode (v. POST &
GRANLUND 1925) Anwendung. Die Aufbereitung erfolgte nach der Acetolyse-
Methode von ERDTMAN (1960). Je Pollenspektrum wurde in einem Wasser-Gly-
cerin-Gemisch auf ca. 350 Baumpollen (BP) ausgezählt. Auf die BP-Summe von
100% — in den Diagrammen (Abb. 1) die schwarz ausgefüllten „Sägeblätter“ —
beziehen sich sowohl die Kurvenwerte für die Hasel wie auch für die Nichtbaum-
pollen (NBP) bzw. Farn- und Moossporen. Die Zonierung der vegetationsgeschicht-
lichen Perioden erfolgte nach dem in Nordwestdeutschland gebräuchlichen System
von OVERBECK¹⁾. Über eingehendere pollenanalytische Untersuchungen benachbarter
Hochmoore vergleiche KOCH (1929) und REHAGEN (1964). Einen Überblick über
die Naturschutzgebiete Westfalens, in der auch das Rünenberger Venn berücksich-
tigt wird, gibt RUNGE (1958).

Abbildung 1

Pollendiagramme aus dem Rünenberger und dem Gildehauser Venn (vereinfacht
dargestellt). Die schwarz ausgefüllten Kurven ergeben die Baumpollensumme
von 100%; alle übrigen Kurven werden auf diesen Betrag bezogen. In der Kurve
der „sonstigen Kulturanzeiger“ sind die Werte für die Pflanzengattung bzw.
-familien wie *Artemisia* Compositae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Cruciferae,
Ranunculaceae, Rosaceae, *Rumex*, Umbelliferae und einige andere zusammengefaßt
worden.

¹⁾ Das Zonierungssystem, nach den waldgeschichtlichen Abschnitten des Spät-
und Postglazial in die Zonen I—XII gegliedert, wurde erstmalig in der Arbeit
von OVERBECK & SCHNEIDER (1938) aufgestellt und durch weitere Untersu-
chungen vervollkommenet (OVERBECK 1950, OVERBECK u. a. 1957 — hier be-
sonders die jüngeren Zonen VIIb—XII.



a. Gildehauser Venn

Blatt Gronau 3708, r²⁵ 75 470, h⁵⁷ 92 480)

Aufbau des Torfprofils:

- | | |
|------------|--|
| 0—75 cm | brauner <i>Sphagnum</i> -Torf, H 3—5, bis 30 cm rezent durchwurzelt, ab 45 cm mit wechselndem Anteil von <i>Eriophorum</i> (Wollgras) |
| 75—135 cm | dunkel- bis schwarzbrauner <i>Sphagnum</i> -Torf, H 7—9, mit wechselndem Anteil an <i>Eriophorum</i> (Wollgras) |
| 135—150 cm | erdiger, grauer bis schwarzer Bruchtorf, H 8—9, mit zunehmendem Anteil an <i>Sphagnum</i> -Resten und rasch abnehmenden mineralischen Beimengungen |

Die vegetationsgeschichtlichen Perioden

Zone IX (150 — 112,5 cm): Im unteren Abschnitt des Diagramms (s. Abb. 1) dominiert die Hasel (*Corylus*), während die Buche (*Fagus*) nur schwach vertreten ist. Vergleicht man diese Phase mit denen aus benachbarten Hochmooren, z. B. dem ca. 35 km südlichen gelegenen Burloer Venn oder dem Weißen Venn bei Velen (KOCH 1929, REHAGEN 1964), läßt sich die Spitze der Haselkurve bei 112,5 cm als das spätwärmezeitliche Maximum C₄ erkennen. Der vorübergehend hohe Anteil der Birke (*Betula*) stammt überwiegend von mooreigenen Beständen, wie u. a. aus dem Aufbau des Torfprofils hervorgeht. Ein nicht minder starker Anteil der Erle (*Alnus*) rührt dagegen aus dem moorrandständigen Erlenbruchwaldgürtel her. Der im allgemeinen zu dieser Zeit noch vorherrschende Eichenmischwald (EMW) mit seinem Hauptvertreter, der Eiche (*Quercus*), und den anderen Gliedern, Ulme (*Ulmus*), Linde (*Tilia*), Esche (*Fraxinus*) und Ahorn (*Acer*), wird im Pollenspektrum durch den lokalen Überhang der Birke (*Betula*) erheblich zurückgedrängt.

Zone X (112,5 — 82,5 cm): Die Hasel (*Corylus*) fällt von ihrem subborealen Gipfel C₄ ab; gleichzeitig breitet sich die Buche (*Fagus*) aus. Mittlerweile hat die Hainbuche (*Carpinus*) auf ihrer nacheiszeitlichen Wanderung nun auch das Gebiet des Blattes Gronau erreicht. Im Verlauf der Zone X kulminieren die Kurven der kulturanzeigenden Kräuter schwach und weisen so auf bescheidene Anzeichen spätbronzezeitlicher bzw. früheisenzeitlicher Siedlungstätigkeit hin.

Zone XI (82,5 — 0 cm): Zwar erreicht die Buche (*Fagus*) in diesem Abschnitt ihre höchsten Werte, doch wird sie hier, wie häufig im küstennahen Tiefland, auch während der Nachwärmezeit von der Eiche (*Quercus*) noch übertroffen. Die Hainbuche (*Carpinus*) strebt ihren subatlantischen, bei uns meist bescheidenen Gipfelwerten entgegen. Die Haselkurve durchläuft unterdessen ihre nachwärmezeitlichen Minima. Bei den Kulturbegleitern zeigt sich ein deutlicher Rückgang, wie er für die „Siedlungslücke“, der Zeit zwischen der Völkerwanderung und den mittelalterlichen Rodungen, im nordwestdeutschen Raum oft in Erscheinung tritt. — Das oberste Pollenspektrum weist schon starke Züge der Zone XII (7,5—0 cm) auf, u. a. Rückgang der Erle (*Alnus*) infolge Rodung, Zunahme der lichtliebenden

Waldbäume, wie Hasel (*Corylus*) und Birke (*Betula*), sowie Anstieg der NBP-Kurven aufgrund abnehmender Bewaldungsdichte. Da jedoch die allerjüngsten Torflagen dem Abbau zum Opfer gefallen sind, läßt sich die Grenze zwischen den beiden Zonen nicht mit genügender Sicherheit ziehen, zumal auch mit Verunreinigung der jetzt oben anstehenden Schichten zu rechnen ist.

b. R ü e n b e r g e r V e n n

Blatt Gronau 3708, r²⁵ 75 100, h⁵⁷ 88 940)

Aufbau des Torfprofils:

- 0— 80 cm gelb- bis mittelbrauner *Sphagnum*-Torf, H 3—5, bei 30 cm Birkenrinde
- 80— 90 cm gelb- bis gelbbraune *Cuspidatum*-Torflinse, H 2—3
- 90—130 cm *Sphagnum*-Torf, bis 100 cm braun mit Reisern (H 4—5), ab 100 cm dunkelbraun werdend (H 6) mit wechselndem Anteil an *Eriophorum* (Wollgras)
- 130—150 cm grauschwarzer, erdiger Seggentorf, H 8—9, mit abnehmenden Bruchtorfanteilen und zunehmenden *Sphagnum*-Torfanteilen, Epidermisfetzen von *Phragmites* (Schilfrohr)

Die vegetationsgeschichtlichen Perioden

Zone X (150 — 112,5 cm): Das Torfwachstum im Rünenberger Venn setzt an der Profilentnahmestelle etwas später ein als an der des Gildehauser Venns. Die Hasel (*Corylus*) befindet sich bereits auf dem Rückzug, während die Buche (*Fagus*) schon im Ausbreiten begriffen ist. Auch die Hainbuchenkurve setzt gleich mit Beginn des Pollendiagramms ein. Ebenfalls kulminieren die Kulturbegleiter von Anfang an. Aus denselben Gründen wie im Gildehauser Venn sind auch hier Erle (*Alnus*) und Birke (*Betula*) lokal überrepräsentiert.

Zone XI (112,5 — 38,5 cm): Wie im vorigen Profil läuft hier die Entwicklung entsprechend ab. Buche (*Fagus*) und Hainbuche (*Carpinus*) erreichen jetzt ihre subatlantischen Höchstwerte, ohne jedoch die Eiche (*Quercus*) zu übertreffen. Die Hasel (*Corylus*) pendelt um die 10%-Grenze herum, und unter den Kulturbegleitern hebt sich die „Siedlungslücke“ heraus.

Zone XII (38,5 — 0 cm): Im Gegensatz zum Gildehauser Venn wird im Rünenberger Venn der letzte Vegetationsabschnitt mit Sicherheit erreicht. Im Pollendiagramm sieht man infolge Rodungstätigkeit die Kurven von Erle (*Alnus*) und Hainbuche (*Carpinus*) deutlich abfallen. Die Eiche (*Quercus*) wird dagegen wegen der Eichelmast gefördert, ihre Kurve steigt kräftig an. Ebenso schnellen Getreide- und Kulturanzeiger-Kurven empor. Das Auftreten von 12% Buchweizenpollen bei 22,5 cm läßt auf eine vorübergehende Bebauung einer Buchweizenkultur auf dem Moorboden schließen.

Abschließend eine kurze Zusammenfassung der vegetationsgeschichtlichen Perioden, wie sie sich nach den pollenanalytischen Untersuchungen dieser beiden Hochmoore auf dem Gebiet des Blattes Gronau ergeben, mit einer ungefähren Datenangabe der jeweiligen Zonengrenzen:

- | | | |
|---------------------|-----------------------|--|
| Zone XII: (heute) — | 800 n. Chr. | Zeit der mittelalterlichen Rodungen und der Kulturforsten |
| Zone XI: | 800 — 150 v. Chr. | Buchen-Eichenzeit |
| Zone X : | 150 — 1100 v. Chr. | Eichen(-Buchen)zeit |
| Zone IX: | 1150 — (3000) v. Chr. | Eichen(mischwald)-Haselzeit, in den Niederungen Erlen- bzw. Birkenbruchwälder. |

D. Tektonik

Das zum Südrand des Emslandes gehörige Kartengebiet bildet einen Ausschnitt des Südwestrandes des mittelsaxonischen Bruchfaltengebietes, das seinerseits im Norden durch die Pompeckjsche Scholle und im Süden durch die Rheinische Masse begrenzt wird. Für dieses Gebiet sind O—W streichende, durch eggische Querstörungen modifizierte Strukturen und ein insgesamt nach Norden sinkender Falten Spiegel charakteristisch. Der Faltenbau geht im wesentlichen auf die subherzyn-laramischen Bewegungsphasen zurück. Ihre Intensität war am Rand der Rheinischen Masse am größten und führte dort zu südvergenten Überschiebungsstrukturen (BOIGK 1955, 1968, BÄRTLING 1924, v. PROSCH 1951).

I. Lagerungsverhältnisse der Strukturen

Das Kartengebiet (vgl. Tafel 3) wird durch ungefähr O—W streichende Strukturen gegliedert. Im Süden wird das Bild von den in der gleichen Richtung überkippten und durch streichende Störungen gegliederten Sätteln von Gronau beherrscht, in deren Satteln Wealden bzw. Buntsandstein ausstreicht, entsprechend ihrer starken Emporhebung. Ihnen schließt sich nach Osten der Rothenbergsattel an. Den Zentralteil des Blattes nimmt die Brechte Mulde ein; im tieferen Untergrund der weithin vom Barrême eingenommenen Fläche auf Blatt Gronau verbirgt sich eine flache herzynische Aufwölbung als Fortsetzung des Ochtruper Sattels. Der nach Norden folgende Bentheimer Sattel ist infolge der weiteren Entfernung von der Rheinischen Masse nicht mehr überkippt, sondern nur noch asymmetrisch gebaut, indem der allein auf das Blattgebiet übergreifende Südflügel steiler steht. Ebenso wie die südlichen Strukturen wird auch dieser Sattel durch eggisch streichende Störungen gegliedert und von der östlichen anschließenden Schüttorfer Scholle und dem Salzbergener Sattel getrennt, deren südliche Flanken noch gerade im Blattgebiet austreichen.

a) Struktur Ochtrup

Der Ochtruper Sattel ist in seinem Aufbau am besten bekannt, da er fast frei von quartärer Bedeckung und durch eine Reihe von Tiefbohrungen erschlossen ist. Er stellt einen ringsum geschlossenen Sattel dar, dessen durch einige eggisch streichende Querstörungen unterteilte Achse nach Westen und Osten eintaucht, der aber insbesondere durch eine Reihe von Längsstörungen stärker gegliedert wird und im ganzen nach Süden überkippt ist. Der Bau dieser Struktur ist be-

sonders durch WOLBURG (1953) näher bekanntgeworden, dessen Ergebnisse dem folgenden zugrunde liegen.

Im Sattelkern tritt der Mittlere Buntsandstein als ältestes Schichtglied zutage und bezeichnet damit die Scheitellinie, deren Verlauf aber durch vier mehr oder weniger eggisch verlaufende Querstörungen versetzt wird. Die am weitesten westlich gelegene ist seit langem bekannt, während die anderen zwar vermutet (WOLBURG 1953) aber erst bei der Kartierung aufgefunden wurden. Sie trennt den westlich gelegenen, weniger stark herausgehobenen Teil, der daher noch von Röt und Muschelkalk bedeckt ist, von den östlich liegenden, stärker durch das angestaute Zechsteinsalz emporgewölbten Teilen, die bis auf den Mittleren Buntsandstein erodiert sind und den eigentlichen Sattelkern darstellen. Nach Osten taucht die Achse etwas steiler ab, denn Röt und Muschelkalk bilden hier gegenüber dem Westende nur einen schmalen Ausstrich; sie stehen also steiler. Auch das Barrême jenseits der Querstörung steht steiler, doch ist gerade hier die mikropaläontologische und morphologische Abgrenzung zum Apt unklar.

Auffälligerweise treten diese Querstörungen besonders deutlich nur im Kern des Ochtruper Sattels hervor; nach den Flanken hin nimmt die Verwurfshöhe alsbald ab. Diese Abhängigkeit von der Tiefe des angeschnittenen Stockwerks wird von BOIGK (1955) auf Einflüsse des Varistikums im tieferen Untergrund zurückgeführt. Für diese Deutung wird das Streichen der Verwerfungen herangezogen, das den Querstörungen der erzgebirgisch Faltenzüge des im Untergrund verborgenen paläozoischen Grundgebirges zugeordnet wird.

Bedeutsamer für den geologischen Bau aber sind die Längsstörungen, die den Flanken parallel laufen und alle nach Norden einfallen. Aus der geologischen Karte und den Profilen ergibt sich für die einfacher gebaute Nordflanke zunächst ein langsames Aufsteigen der Schichten aus der Brechte-Mulde bis zur nordwärts fallenden Abschiebung, die sich im Osten teilweise nach oben in zwei Äste verzweigt. Von diesen beiden Ästen begrenzt treten dort Muschelkalk, Wealden und Valendis in schmalen Streifen als wurzellose Schollen zutage. Im Osten endet sie an einer sich nach Norden Y-förmig aufspaltenden Querstörung, an der Gildehauser Sandstein und älteres Hauterive direkt an das Mittelbarrême mit den *brunsvicensis*-Schichten grenzen.

Im Westen in der Lambertimark schon auf dem Blatt Gronau tritt eine ähnliche Querstörung auf, hinter der hier aber die Abschiebung nicht endet, sondern nur etwas nach Süden versetzt, in ein SW-gerichtetes Streichen umbiegt und sich bis über die südliche Überschiebung hinaus noch weiter fortsetzt. Die oben angeführte Querstörung tritt im Gelände als eine von alluvialen Ablagerungen erfüllte Talaue östlich der Höfe Krabbe und Möllenkotte hervor. Östlich dieser Querstörungen grenzt durchweg älteres Hauterive oder auch Valendis an die Abschiebung; westlich von ihr sind die aus der Brechte-Mulde ansteigenden Schichten jedoch bereits so weit abgesunken, daß nun das Unterbarrême an die Abschiebung grenzt. Gleichzeitig treten hier infolge der langsam abtauchenden Sattelachse des

Mesozoikums in breitem Ausbiß Hauterive-Schichten nun südlich der Abschiebung auf.

Unbekümmert um dieses nach Westen gerichtete Achsentauchen der Unterkreide zweigt hier im tieferen Untergrund fiedrig eine flach herzyn streichende Aufwölbung ab, die in ihrem Kern Zechstein führt und erst südlich der Gemarkung Bardel ausläuft. Da sie auf jungkimmerische Einflüsse zurückgeht, macht sie sich in der oberflächlich anstehenden Unterkreide nicht bemerkbar (siehe auch S. 109).

Gegenüber dem einfacheren Nordflügel zeigt sich am Südflügel ein komplizierterer Bau. Das tektonische Hauptelement bilden hier die Überschiebungsbögen, die ebenfalls nach Norden fallend, sich in der Tiefe vereinigen. Sie entsprechen der Osning-Überschiebung im Teutoburger Wald. Bei der Auffaltung des Ochtruper Sattels haben diese südliche Überschiebung und die nördliche Abschiebung eine grundlegende Bedeutung. Zwischen ihnen nämlich drang das äußerst bewegliche Zechsteinsalz auf, wobei es innerhalb des Zechsteins ebenso zu Überfaltungen und Zerscherungen kam wie bei den mesozoischen Schichten. So ist die nördlichste, noch gänzlich innerhalb der Trias verlaufende Überschiebung wohl zu einem Großteil direkt durch eine Zerscherung des Zechsteins bedingt. Während an der nördlichen Abschiebung an dem Buntsandstein jüngere Schichten als dieser relativ abgesunken sind, dient die südliche Aufschiebung dem Zechsteinsalz teilweise direkt als Gleitbahn auf das überkippte Mesozoikum.

Die an der Oberfläche anstehenden Unterkreideschichten sind normal gelagert; erst mit zunehmender Tiefe tritt die überkippte Lagerung auf. Sowohl die Überschiebung selbst als auch ihr Liegendes sind in den Bohrungen Ochtrup 1, 2, 3, 4 (44, 45, 46, 47) und Salzreich 1 und 3 (48, 50) gefaßt worden. Es ist in den ersten fünf Bohrungen das Hauterive, in der letzten das Valendis in der Fazies des Bentheimer Sandsteins. Nach den Bohrergebnissen ergibt sich für die überfahrenen Unterkreideschichten nahe der Überschiebung eine starke Mylonitisierung und Verruschelung. Durch die Kombination dieser Bohrungen mit dem Ergebnis der Oberflächenkartierung ergibt sich eine relativ starke Überkippfung und Stauchung der Unterkreideschichten der überfahrenen Scholle. Da über die Unterlage der Unterkreide bzw. des Wealdens keine Bohrdaten vorliegen, ist im Vergleich zu den Aufschlüssen der Struktur Rothenberg anzunehmen, daß es sich dabei um Buntsandstein handelt (WOLBURG (1953)).

Nach der Kartierung von WOLBURG (1953) bildet der innere Überschiebungsbogen, an welchem der Buntsandstein auf Hauterive übergreift, nach Osten einen geschlossenen Bogen und vereinigt sich mit der Abschiebung. Dieses setzt also neben der südlichen Vergenz auch eine ostwärts gerichtete voraus. Jedoch ergab die Revisionskartierung und auch eine unveröffentlichte Untersuchung von BOIGK (1952), daß die Überschiebung nur durch eine Querstörung versetzt und nunmehr, mit der südlicher gelegenen zu einer vereint, sich in östlicher Richtung fortsetzt und dort allmählich durch eine Überfaltung ersetzt wird.

In westlicher Richtung ist diese innere Überschiebung im Gelände als ein Steilanstieg teilweise gut zu erkennen, so z. B. östlich Ochtrup, an der Stelle, wo sie

die Hauptstraße Ochtrup — Rothenberg kreuzt. Verstärkt wird hier auch noch der Eindruck durch den Gegensatz der roten Buntsandstein-Lesestücke zu den grauen Hauterivefarben. Sogar durch eine mächtigere Geschiebemergeldecke — wie im nördlichen Stadtgebiet von Ochtrup — paust sie sich hindurch. Auch am Mittelhang der Anhöhe 84,1 westlich Ochtrup tritt sie als auffälliger Anstieg hervor, wo sie inzwischen wegen der sinkenden Sattelachse verschiedene Wealdenstufen auf Valendis übergreifen läßt. In der Lambertimark klingt sie oberflächlich allmählich aus und wird wohl in der Tiefe — ähnlich wie an ihrem Ostende — durch eine auslaufende Überfaltung ersetzt, sofern sie sich nicht hier doch bis zur Struktur Gronau fortsetzt.

Dem inneren Überschiebungsgast läuft im Süden ein äußerer, mit diesem in der Tiefe sich vereinigend, ständig mehr oder weniger parallel. Sie begrenzen wurzellose Keile mit zutage anstehendem Valendis und Hauterive oder ausschließlich Hauterive. Eine ähnliche Schollenbildung ist ja auch am Nordrand der Struktur entwickelt.

Während die innere Überschiebung auch morphologisch so gut hervortritt, ist die äußere nur sehr schwach ausgebildet. Ihr Verlauf und ihre Existenz ist aber durch die mikropaläontologisch belegte Kartierung von WOLBURG (1953) erwiesen. Auf die östliche Fortsetzung zum Rothenberg wurde oben schon eingegangen. Im Westen läuft sie in ähnlicher Weise wie der innere Bogen allmählich aus. Hier in der Lambertimark tritt sie kurz vor ihrem Ende am Kriegerdenkmal nördlich des Bahnüberganges der Bundesstraße 54 morphologisch noch einmal deutlicher dort hervor, wo sie den Gildehauser Sandstein auf die Tone des Apts überschiebt.

Die tektonischen Verhältnisse in der westlichen Lambertimark sind aber wahrscheinlich noch etwas komplizierter als die geologische Karte es darstellt. Sowohl die Morphologie als auch die Mikrofauna waren nicht immer eindeutig. Andererseits ergab die Fauna aus dem Pipelinegraben am Bahnübergang beim Punkt 59,4 klar unterstes Apt mit der *tenuicostatus*-Zone, während nur wenige hundert Meter im Streichen in der Ziegelei Borges hohes Oberapt ansteht. Es müssen hier also Störungen vorliegen, über deren Richtung und Charakter aber wegen der lithologisch relativ indifferenten Fazies des Apts (s. S. 70) nichts weiter ausgesagt werden kann. Vielleicht hängt diese hier vermutete kompliziertere Tektonik mit der hier fiedrig abspaltenden, flach herzyn streichenden Aufwölbung zusammen, auf die oben bereits hingewiesen wurde.

b) Struktur Rothenberg

Auf der geologischen Karte erscheint das Gebiet des Rothenberges mit seinen umlaufend streichenden Schichten der Unter- und Oberkreide als ein Teil des Ochtruper Sattels mit einer hier langsam nach Osten einsinkenden Sattelachse ohne Überschiebungstektonik. Die Südvergenz ist allein durch ein stärkeres südliches Einfallen der Schichten ausgedrückt. Erst die Bohrung Rothenberg 3 (53) erschloß unter der Folge von Unterkreide, Buntsandstein und Zechstein die Überschie-

bungsbahn, deren westlicher Verlauf durch die Bohrungen Rothenberg 4 und 5 bis nach Ochtrup verfolgt werden konnte, wo sie unweit des Gehöftes Paschen erst zutage tritt. Dort verläuft auch die große, sich nach Norden V-förmig verzweigende Querstörung, die diese Überschiebung versetzt. Sie wird südlich des Hofes als Schwächezone von einem Bachlauf benutzt. Sie wurde auch in der Bohrung Rothenberg 4 (54) angetroffen und trennt die Ochtruper von der Rothenberger Struktur.

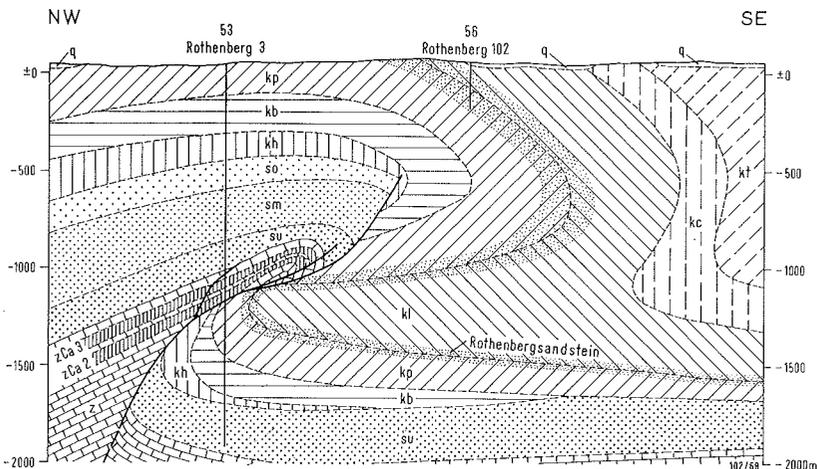


Abbildung 2
Geologisches Profil durch die Struktur Rothenberg entlang der Linie C—D auf Tafel 3 (umgezeichnet nach WOLBURG 1953).

Die Unterkreideschichten setzen am Rothenbergsattel durch ihre flexurartige und überkippte Lagerung, die an der Tagesoberfläche in eine normale übergeht, die in der Tiefe vorliegende Überschiebung bruchlos fort, wie es in dem Profil Auf Abb. 2 in Anlehnung an WOLBURG (1953) dargestellt ist. Durch eine Kombination der Bohrprofile mit dem Ausbiß übertage ergibt sich für den überfahrenen Flügel eine außerordentlich starke Überfaltung der Unterkreide bis zu einer liegenden Falte, deren Flügel teilweise horizontal liegen. Bei Ochtrup ist die hypothetische Achsenebene noch stets geneigt, hier dagegen ist sie örtlich horizontal. Sonst aber sind die beiden Sättel im Prinzip ähnlich gebaut, nur stellt der Rothenberg eine höhere Etage dar. Wäre bei Ochtrup die den Sattelkern ehemals bedeckende Unterkreide nicht schon erodiert, hätten wir dort ein ganz ähnliches Bild. Der wesentliche Unterschied besteht allein im Bau der Sattelkerne. Der Ochtruper Sattel weist eine sehr viel stärkere Anstauung von Zechsteinsalz auf, das pilzförmig überfaltet den Sattel sehr viel stärker heraushob und auch zwei

Bewegungsbahnen, die Ab- und die Überschiebung beanspruchte. Bei der Rothenberger Struktur hingegen kam es zu der mehr raumsparenden Zerschering und nur eine Bewegungsbahn benutzenden Überschiebung des Zechstein-Trias-Keiles auf den südlichen überkippten Unterkreideflügel.

c) Struktur Gronau

Die Struktur Gronau ist — abgesehen von den westlich der Stadt zutage austreichenden Flächen von Wealden und Unterkreide — weithin vom Quartär bedeckt. Ihre genaue Kenntnis gründet sich daher auf eine ganze Reihe von Untersuchungsbohrungen, die im Stadtgebiet niedergebracht wurden und in der Karte auch eingetragen sind. Eine detaillierte Auswertung gab WOLBURG (1953), ihm wird hier gefolgt.

Die flach herzyn verlaufende Struktur wird durch eine niederrheinisch streichende Querstörung in eine östliche, durch umlaufendes Streichen begrenzte Sattelscholle geteilt, der im Westen ein Halbsattel entspricht. Sie wird durch Längsstörungen gegliedert und ist nach Süden auf eine Oberkreidemulde²⁾ überschoben, deren Achse NNW—SSO streicht. Sie verläuft also spießwinklig zum Streichen der Struktur.

Entsprechend den allgemein im Westen weniger stark herausgehobenen Emslandstrukturen treten hier in der Struktur Gronau jüngere Schichten im Sattelnern zutage als bei Ochtrup. Westlich der Querstörung bezeichnet der im Brook austreichende Wealden die Scheitellinie, während im östlichen, etwas tiefer liegenden Teil das Valendis als älteste Schicht hervortritt.

Die östlich von Tiekerhook und Eßseite unter dem Quartär austreichende Querstörung wird von WOLBURG (1953) mit Vorbehalt auf eine wahrscheinlich aus jungkimmerischer Zeit stammende Anlage zurückgeführt, wo an dieser Stelle oder in der Nähe eine bedeutende Störung bestanden haben muß. Dies geht aus den unmittelbar südlich von Gronau auf dem Nachbarblatt Nienborg gelegenen Bohrungen Elly 1 und 2 hervor. Die auf der Ostscholle gelegene Bohrung Elly 2 durchteufte einen 6mal mächtigeren Weißjura, der hier auf Dogger transgrediert, als die westliche Bohrung Elly 1, wo der Weißjura bereits bis auf den Unteren Buntsandstein heruntergegriffen hat.

Bedeutsam für den geologischen Bau sind aber auch die dem Schichtenstreichen mehr oder weniger parallel laufenden Längsstörungen, die alle nach Nordosten einfallend, die Struktur im einzelnen gliedern.

Im geologischen Kartenbild erscheint die Nordflanke durch eine ungestörte Abfolge der Unterkreide aufgebaut. Die Bohrung Gronau DEA 1 (35) zeigte

²⁾ Auf dem geologischen Profil zum Blatt Gronau ist das Einfallen der überschobenen Kreideschichten irrtümlich nach SW gerichtet dargestellt worden. Sie fallen hier in Wirklichkeit nach NO ein, denn in der Profillinie ist der Westflügel der Mulde überschoben. Der Muldenkern liegt hier östlich der Überschiebung.

aber, daß in der Tiefe Zerrsprünge jungkimmerischen Alters von teilweise erheblicher Sprunghöhe vorliegen, die sich aber nach oben in die Unterkreide z. T. nicht fortsetzen, wenigstens lassen sie sich an der Oberfläche nicht nachweisen. So geriet die oben erwähnte Bohrung Gronau DEA 1 aus der Rötalsalzanstauung einer tief abgesunkenen Scholle in eine südliche Hochscholle mit Ältestem Zechstein und Oberkarbon. Ob die Störungen mit antithetischen Schollenverstellungen verknüpft waren, wie es die Profildeutung zeigt, wurde bereits von WOLBURG (1953) nur als eine Vermutung geäußert. Während hier in der Ostscholle die nordwärts fallenden Abschiebungen durch die Bohrung Gronau DEA 1 (35) belegt sind, läßt sich ihr Vorhandensein für die Westscholle nur vermuten. Nach der gesamten tektonischen Situation — auch im Vergleich zu den Nachbarstrukturen — sind sie aber sehr wahrscheinlich vorhanden.

Gegenüber dem einfacheren Nordflügel, dessen NNW-Ende schon auf holländischem Gebiet liegt, zeigt sich am Südflügel — ähnlich den östlich liegenden Strukturen Ochtrup und Rothenberg — ein wesentlich komplizierterer Bau. Das tektonische Hauptelement bildet hier die Gronauer Überschiebung, die, ebenfalls nach Norden einfallend, der Osning-Überschiebung entspricht (LÖGTERS 1951). Sie gabelt sich in der Westscholle — aber noch auf Blatt Nienborg — in zwei Äste auf, die, nach Nordwesten auf holländischer Seite stärker divergierend, schließlich in der Struktur Losser zwei selbstständige Überschiebungen bilden. Hier westlich Gronau laufen sie einander noch ziemlich parallel und sind in der Tiefe wohl noch vereinigt.

Diese südliche Überschiebung zusammen mit der nördlichen Abschiebungstektonik bilden die Bewegungsbahnen, an denen der Sattelnern empordrang. Dabei kam es in der Ostscholle nur zu einer schwachen Aufwölbung des Zechsteins in 1400 m Tiefe, ohne die starke Zerschering und Überfaltung wie bei Ochtrup. In der Westscholle hingegen zerscherte der Zechstein und drang als langgestreckter Keil bis auf ca. 200 m unter die Tagesoberfläche auf der Überschiebungsbahn empor und greift dabei bis auf die Oberkreide über, während er in der Ostscholle wahrscheinlich nur etwas auf den Buntsandstein überschoben ist.

Ähnlich wie bei den Nachbarstrukturen sind die an der Oberfläche stehenden Schichten des Südflügels, der in eine Oberkreidemulde übergeht, normal gelagert. Erst mit zunehmender Tiefe stellt sich wahrscheinlich eine überkippte Lagerung ein, die sich zumindest in einem Aufschleppen der Schichtköpfe an der Überschiebung äußert. Da Bohrungen den überfahrenden Flügel nicht durchteuft haben, kann nur angenommen werden, daß der Weißjura hier auf wesentlich ältere Schichten (vielleicht Buntsandstein) transgrediert, entsprechend der höher herausgehobenen südlichen, zur Rheinischen Masse hier ansteigenden Staffel.

Im geologischen Kartenbild läßt der innere Überschiebungsast unter quartärer Bedeckung in den Gemarkungen Eßseite und Buterland südlich Gronau zunächst Valendis auf Hauterive übergreifen. Im fortlaufenden Streichen nach Nordwesten tritt der geologische Bau westlich Gronau in der Gemarkung Brook bis zur Landesgrenze, nur von einem dünnen Schleier quartärer Ablagerungen überzogen,

direkt zutage. Die Überschiebung, als ein merklicher Anstieg auch im Stadtgebiet sichtbar, läßt nunmehr Wealden als Scheitelformation auf Hauterive mit südlich sich darüber legendem Barrême überfahren. Dieses Barrême wiederum grenzt mit dem äußeren, südlichen Überschiebungsast zunächst gegen Alb in der Gemarkung Buterland und an der Eßseite schließlich gegen die Oberkreide mit Cenoman und Turon. Jedoch ist der Ausstrich dieser Einheiten unter Quartär fast ganz verborgen.

d) Brechte-Mulde

Die Brechte-Mulde trennt mit ihrem breiten, zum großen Teil von Quartär bedecktem Ausstrich von Barrême und Apt die südlichen Strukturen Gronau, Ochtrup und Rothenberg von dem auf den nördlichen Blattrand übergreifenden Südflügel des Bentheim-Salzbergener Sattelzuges. Ihre Flügel fallen naturgemäß mit den Flanken dieser Strukturen zusammen.

Ihre Achse steigt nach Westen an; daher ist hier ein echter Muldenschluß mit umlaufendem Streichen ausgebildet. So läßt sich der markante Höhenzug des Gildehauser Sandsteins bis weit nach Losser in Holland verfolgen, wo er N—S streichend die Mulde begrenzt. Das östlich anschließende Unterbarrême streicht, wegen der in dieser Richtung zunächst nur langsam abtauchenden Muldenachse, weithin unter dem ausgedehnten Talsandgebiet zwischen Gildehaus und Gronau aus. Es tritt erst in der Westerbauerschaft mit dem morphologisch widerstandsfähigeren Mittel- und Oberbarrême zutage und wird hier von einer wahrscheinlich vom Bentheimer Sattel über die Gemarkung Sieringhoek heranziehenden Querstörung gekreuzt. Erst in der Osterbauerschaft schon auf Blatt Ochtrup legt sich das Apt darüber. Es greift also weder über die Straße Bentheim—Ochtrup, noch auf die Westerbauerschaft über, wie es bei BOIGK u. a. (1960) dargestellt wurde. Dieses ergab sich aus der mikropaläontologischen Untersuchung der Proben von den in der Karte mit dem Mikrofossilzeichen eingetragenen Punkten (vgl. auch KEMPER 1963 b, 1964 a). Das Apt tritt mit seiner Basis am Nordflügel besonders deutlich in einem Hügelzug hervor; auf der abgedeckten Karte bildet er daher eine nach Süden gerichtete „Ausbuchtung“. In der Gemarkung Brechte ist das Apt bereits unter der quartären Talsandbedeckung der Beobachtung entzogen, wie die übrigen Unterkreidestufen auch.

Hier neigt sich die Muldenachse etwas stärker, und es folgt das Alb mit einem schmalen Ausstrich im Muldenkern im Verhältnis zu den älteren Stufen. Gleichzeitig dreht sich die Achse aus der O-W-Richtung in eine OSO-Richtung, und die Oberkreide stellt sich mit dem Cenoman des Bilker Berges und jenseits der Aa mit dem Ausläufer des Thieberges südlich von Haddorf³⁾ ein. Damit ist die

³⁾ Die Grenze zwischen Alb und Cenoman im Untergrund ist auf dem geologischen Blatt Ochtrup bei Haddorf irrtümlich nördlich des Ortes eingetragen. Sie verläuft in Wirklichkeit wohl eben südlich des Ortes. Auf Tafel 3 ist sie richtig dargestellt.

Mulde in die Münsterländer Oberkreide eingetreten, in der sie auf dem Nachbarblatt Rheine bei Neuenkirchen allmählich ausläuft. Während hier die Oberkreideflügel anscheinend gänzlich ungestört verlaufen und auch ziemlich gleichmäßig einfallen, wird die Unterkreide des Nordflügels bei Ohne und in der Gemarkung Samern durch Querstörungen versetzt und nach Westen hin allmählich steiler gestellt, so daß insbesondere der Barrêmeausbiß sich verschmälert. Es sei aber dahingestellt, ob es sich hier nicht vielleicht auch um eine Mächtigkeitsabnahme des Barrêmes in dieser Richtung handelt.

Die Richtungen der Querstörungen können aber auch mehr in einer N-S-Richtung verlaufen. Sie stellen aber in der abgedeckten geologischen Karte nur eine mögliche Deutung dar. Zu einer genaueren Darstellung ist das Netz der Bohrungen zu weitmaschig. Die vermuteten, streichenden Störungen im nördlichen Teil der Mulde gehen auf geophysikalische Untersuchungen (SEISMOS 1961) zurück.

Unabhängig von dem O-W-gerichteten Achsenstreichen des von der Unterkreide gebildeten westlichen Muldenteiles verbirgt sich hier im Untergrund eine schon erwähnte, vom Ochtruper Sattel fiedrig abspaltende, flach herzyn streichende Aufwölbung, in der der Zechstein unter dem Naturschutzgebiet des Gildehauser Venns auf — 1600 m NN ansteigt. Südlich der Gemarkung Bardel taucht die Achse dann schnell nach Nordwesten ab. Diese Hochlage wurde von den Bohrungen Gildehaus Z 1 (41) und Ochtrup Z 1 (42) näher untersucht. Die Aufwölbung hängt mit einem jungkimmerischen Schwellengebiet (s. S. 103) zusammen, über dem nur eine geringmächtige Unterkreide abgelagert wurde, wie es die oben angeführten Bohrungen ergaben und auf dem N-S-Profil zu Blatt Gronau auch dargestellt wurde. Wegen der jungkimmerischen Entstehung prägt sie sich auch nicht in der Tektonik des oberflächlich anstehenden Barrême aus (BOIGK in BOIGK u. a. 1960, S. 221).

Dieser Aufwölbung ist nördlich eine Senke vorgelagert, die, ihr parallel streichend, ebenfalls auf jungkimmerische Einflüsse zurückgeht und daher im geologischen Kartenbild, das hier von der Unterkreide beherrscht wird, nicht hervortritt. Die Achse läuft hier fiedrig vom Bentheimer Sattel nach Südosten und neigt sich in dieser Richtung. In der Gemarkung Achterberg ist der Zechstein auf ca. 2800 m Tiefe versenkt. Über den weiteren Verlauf nach Südosten ist aber nichts veröffentlicht.

Auf diese flach herzyn streichenden Strukturen hat zuerst BOIGK (1955) hingewiesen. Mit Hilfe von Tiefenlinien, etwa dem reflexionsseismischen Horizont des Plattendolomits aus dem höheren Zechstein entsprechend, wurden sie auf dem Blatt E „Geotektonik“ der Geologischen Karte des Emslandes, 1 : 100 000, von ELBERSKIRCH & v. z. MÜHLEN in BOIGK u. a. (1960) dargestellt.

e) Bentheim-Salzbergener Sattelzug

Wegen der weiteren Entfernung von der Rheinischen Masse ist diese Struktur nicht mehr überkippt, sondern nur asymmetrisch gebaut, indem der allein auf

das Blattgebiet übergreifende Südflügel steiler steht. Nach den älteren Auffassungen wird dieser Zug als ein westlicher Ausläufer des Osnings angesehen, der bei Rheine in die O-W-Richtung drehen sollte (HAACK 1926, BENTZ 1927 a, b, BÄRRLING & BENTZ 1929). Dem widersprechen jedoch im tieferen Untergrund vorhandene, niedrig aufgereichte, flach herzyn streichende Aufwölbungen. Es wird deshalb heute dem Sattelzug eine eigene tektonische Stellung zuerkannt (BOIGK 1955, LÖGTERS 1951, HEIDORN & KESSLER 1959). Die Aufwölbung taucht nach Westen ein und wird von einer Reihe eggisch streichender Querstörungen gekreuzt. Zwei bedeutendere, die Schüttorfer und die Heidfeld-Störung, gliedern die Struktur in drei einzelne tektonische Einheiten, den Bentheimer Sattel, die Schüttorfer Scholle und den Salzbergener Sattel.

Diese Querbrüche werden von BOIGK (1955) ähnlich den bei Ochtrup geschilderten Verhältnissen auf Einflüsse des im tieferen Untergrund verborgenen Varistikums zurückgeführt.

1. Bentheimer Sattel

Als Scheitelformation treten auf dem nördlichen Nachbargebiet Serpult und Wealden zutage. Das dort in einem Höhenzuge am Südflügel ausstreichende Valendis taucht noch vor der Blattgrenze unter eine mächtigere Geschiebemergeldecke. Erst das Hauterive tritt als langgestrecktes und in sich quergliederter Höhenrücken unter dem Quartär hervor und steht damit im deutlichen Gegensatz zum Nordflügel, der aus den dort bereits in toniger Fazies vorliegenden Schichten aufgebaut wird und daher unter quartärer Bedeckung liegt.

Zwei eggische Störungen durchziehen den Flügel in der Gemarkung Sieringshoek, ihnen parallel laufende kleinere Verwerfungen sind von Asphalt erfüllt. Während das am Blattrand ausstreichende tonige Obervalendis ständig durch quartäre Ablagerungen dem Auge verborgen bleibt, tritt das auf Blatt Gronau zwischen Gildehaus und Sieringhoek morphologisch so markante Hauterive nach Osten langsam vertonend erst jenseits der Straße Bentheim — Ochtrup auf Blatt Ochtrup unter das Pleistozän. Unter dieser Bedeckung fortstreichend wird der Südflügel kurz vor der Eileringsbecke durch eine Querverwerfung abgeschnitten. Diese Schüttorfer Störung begrenzt im Osten den Bentheimer Sattel. Sie verläuft im Blattgebiet durch die Gemarkung Wüste bis in das Gebiet westlich des Dorfes Ohne.

Die gegenüber der Nordflanke steilere Stellung des Südflügels wird von HEIDORN (1949) auf einen südwärts fallenden Abbruch des Varistikums im tieferen Untergrund zurückgeführt. Er bildete sich zu Beginn der Älteren Salzfolge des Zechsteins und ergab so eine asymmetrische Schwellenregion.

2. Schüttorfer Scholle

Diese Scholle ist durch die oben angeführte Schüttorfer Störung vom Bentheimer Sattel getrennt; sie gehört aber zu der gesamten O-W-Aufwölbung und führt im

Kern Wealden, der noch eben auf Blatt Ochtrup in der Gemarkung Samern, von Quartär befreit, sichtbar wird. Auf dem nördlichen Nachbarblatt tritt nahe der Nordflanke eine Spezialaufwölbung des Zechsteins im tieferen Untergrund hervor; damit vereinigen sich in dieser Scholle offenbar zwei tektonische Formen (Boixk in Boixk u. a. 1960, S. 220). Nach einer kleineren Querstörung wird die Scholle im Osten durch die Heidfeld-Störung abgegrenzt. Sie verläuft ungefähr zwischen Ohne und der Heidhöhe. Wie aber bei der Besprechung der Brechte-Mulde schon angeführt wurde, ist die Lage der Störungen wegen des weiten Beobachtungsnetzes nur vermutet.

3. Salzbergener Sattel

Von dieser sehr kompliziert gebauten Struktur mit Buntsandstein und Muschelkalk als Scheitelformation tritt nur ein Teil des Südflügels auf den Nordostrand von Blatt Ochtrup über. Als älteste Schicht tritt nördlich der Gemarkung Samern noch eben der höhere Wealden unter dem die höheren Schichten bedeckenden Quartär hervor. Der hier ganz einfachen Südflanke steht im Nordosten außerhalb des Kartengebiets ein äußerst komplizierter Bau des Sattelnukerns gegenüber, bei dem bedeutende Unterschiede zwischen der oberflächennahen Tektonik und den Strukturelementen der Tiefe bestehen. Dort treten neben herzynischen Aufwölbungen auch solche mit O-W-gerichtetem Streichen auf. Unübersichtlich werden die Verhältnisse dort auch durch eine ganze Reihe von Querstörungen. Einen kurzen Abriss über den Bau des Sattels gibt Boixk (in Boixk u. a. 1960, S. 221).

II. Alter der Tektonik

Das Kartengebiet ist im Lauf der Erdgeschichte von mehreren Gebirgsbewegungen ergriffen worden. Ihre Auswirkungen auf die Paläogeographie und die Ausbildung der Schichten sind im stratigraphischen Teil schon besprochen. Das heute vor uns liegende tektonische Bild mit seiner Gliederung in die einzelnen Strukturen ist im wesentlichen das Ergebnis der subherzyn-laramischen Gebirgsbildung, deren Bewegungen aber teilweise eng mit der jungkimmerischen Tektonik verbunden sind.

Die jungkimmerische Gebirgsbildung führte sowohl zu Verbiegungen, wie der flach herzyn streichenden Aufwölbung im Untergrund der Brechte-Mulde, die in ihrer Anlage aber wohl schon auf das Paläozoikum zurückgeht, als auch zu Schichtverstellungen an Störungen. Besondere Bedeutung haben darum die Längstörungen in O-W-Richtung im Gebiet von Ochtrup und Gronau am Nordrand der Rheinischen Masse.

Die überzeugende Darstellung von WOLBURG (1953) geht nun dahin, daß die Überschiebungsflächen dieser südlichen Strukturen jungkimmerisch als Staffelbrüche angelegt waren. Diese Längsbrüche begrenzen die vom Nordrand der Rheinischen Masse zum Niedersächsischen Becken hin absteigenden Staffeln. Diese wurden von den nachfolgenden Formationen erst wieder langsam ausgeglichen und dann

überschritten. So transgrediert in der Bohrung Rothenberg 3 (55) das Hauterive auf der überschobenen südlichen Scholle schon auf Unteren Buntsandstein, auf der nördlichen hingegen noch auf Röt. Es lag hier also eine Sprunghöhe von 300-400 m vor.

Diese Transgression könnte man auch der letzten jungkimmerischen Bewegung, der späten Hilsphase, zuordnen, der, in dem Ostflügel des Ochtruper Sattels bezeugt durch die Valendistransgression, die frühere Hilsphase voranginge. Im Westflügel des Sattels wäre durch das Übergreifen des Wealdens und Serpultits eine jüngere und ältere Osterwaldphase verwirklicht, während sich bei Gronau schließlich die agassizische und die Deisterphase bemerkbar machen. Diese nach Westen wandernde Faltung steht im Gegensatz zu dem übrigen Emsland, wo ja die Faltung entgegengesetzt läuft (SCHOTT 1949, 1951). Diese entgegengesetzte Wanderung ist jedoch an den drei Strukturen nur eine scheinbare. Darauf wies WOLBURG (1953) hin; er erklärte sie mit der ostwestlichen Aufreihung der drei Sättel, die somit spießwinklig den jeweiligen Verlauf der SW-NO gerichteten Küstenlinien der Stufen vom Kimmeridge bis zum Valendis von Westen zum Osten schneiden.

Die mit einer einengenden Tektonik einhergehende spätere subherzyn-laramische Phase wirkte sich hier wegen des steileren Anstiegs zum starren Block der Rheinischen Masse besonders intensiv aus (LÖGTERS 1951), die zu der Überschiebung an den jungkimmerisch angelegten Längsbrüchen führte.

Die zeitliche Einstufung der Bewegungen, die zu dem heute vor uns liegenden tektonischen Bild geführt haben, läßt sich aus dem Kartengebiet heraus nicht klären. Hier läßt sich nur eine Bewegung in der höheren Oberkreide herleiten, denn die jüngere Oberkreide — wie am Bilker Berg — ist noch mit aufgerichtet. Aber auch aus dem übrigen Gebiet des Emslandes ist eine genauere Datierung meist nicht möglich, da die betreffenden Schichten schon abgetragen sind (BOIGK in BOIGK u. a. 1960, S. 261, LÖGTERS 1951).

Ein Hinweis für subherzyne Bewegungen läßt sich aus den Funden von Buntsandsteingeröllern aus dem Obersanton des Weiner Eisches südlich Ochtrup herleiten (BÄRTLING 1924), die aus dem damals also schon freigelegten Kern des Ochtruper Sattels stammen müssen. LÖGTERS (1951) erörtert für diese Gerölle als Herkunftsgebiet aber auch eine lokale am Beckenrand eventuell vorhandene Schwelle. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, daß nach WOLBURG (1953) bereits das Valendis aus abgetragenem Buntsandsteinschutt aufgebaut wurde, während die höheren Unterkreidestufen schon aus erodiertem Oberkarbon der Rheinischen Masse gebildet wurden.

Mit Sicherheit sind bisher nur an der Struktur Hebelmeer von SCHREIBER (1957) subherzyne Bewegungen durch diskordantes Übergreifen von Santon auf Alb und Cenoman erwiesen. Einen weiteren Hinweis gibt die Transgression von Santon auf den Zechstein von Weerselo, das seinerseits wieder diskordant von Paläozän bedeckt wird.

Da das triassische Gerölle führende Obersanton vom Weiner Eisch selbst wiederum geneigt steht, ist also die subherzyne Phase durch wiederholte Bewegungen ausgezeichnet. Sie wird von LÖGTERS (1951) als die eigentliche strukturbildende Gebirgsbewegung angesehen, während der laramischen an der Wende Kreide/Tertiär nur noch ein epirogener Charakter zugestanden wird. Im Tertiär schließlich machen sich nur noch kleinere, unwesentliche tektonische Veränderungen bemerkbar. Dieser Formation könnte man vielleicht altersmäßig die eggischen Querstörungen zuordnen, die insbesondere im Ochtruper Sattel die subherzyn-laramischen Überschiebungen versetzen, auch wenn die Anlage dieser quer gerichteten Bruchformen, wie bei der Scheitelstörung des Gronauer Sattels, aus jungkimmerischer Zeit stammt. Wenigstens beschreibt FABIAN (1954) solche intratertiären eggischen Störungen in der Struktur Emlichheim, und BOIGK (1955) berichtet von solchen in der Struktur Scheerhorn, die sich hier sogar bis in das Pleistozän fortsetzen sollen.

E. Nutzbare Ablagerungen

Die Verbreitung der von den Berggätern verliehenen Grubenfelder ist nach Unterlagen der Oberbergämter auf der Taf. 2 dargestellt, die Verbreitung der nutzbaren Gesteine ist aus Taf. 4 zu ersehen.

a) Erdöl und Erdgas

Erdöl und Erdgas sind im Kartengebiet in wirtschaftlich ausbeutbarer Menge bisher nicht nachgewiesen worden.

Es fehlt offenbar an einer mächtigeren Ausbildung feinschichtig-bituminöser Lagen im Münder Mergel und Wealden, die als hauptsächliche Erdölmuttergesteine im Emsland (WOLBURG 1954) angesehen werden. Infolge der unmittelbaren Nähe der damaligen Küste liegen diese Gesteine hier in einer mehr klastischen Fazies vor. Die Schichten des Malms und auch des tieferen Juras sind durch die jungkimmerischen Bewegungen stark reduziert oder gar abgetragen.

So erklärt es sich wohl, daß in den Tiefbohrungen bisher nur geringe Öl- und Gasspuren im Münder Mergel und Wealden angetroffen wurden, obwohl die Asphalte von Sieringhoek den Anlaß zur Erdölsuche im Emsland gegeben hatten. Die im Bereich des Blattes Gronau 1904/1905 abgeteufte Bohrung Bentheim 2 (39) war eine der ersten Erdölaufschlußbohrungen des Emslandes (BENTZ 1951, CLOOS 1951, KESSLER 1951), und die Bohrung Ochtrup 1 (44) war die erste Reichsbohrung im deutsch-holländischen Grenzgebiet. Sie wurde im Jahre 1934 niedergebracht.

Neben den in größerer Tiefe nachgewiesenen Öl- und Gasspuren im Zechstein fanden sich solche auch nahe der Oberfläche — nur 7 m untertage — in einer Untersuchungsbohrung in der Osterbauerschaft nördlich Ochtrup (Blatt Ochtrup 3709, r ²⁵79 780, h ⁵⁷90 000). SCHOTT (1938) berichtet in einer unveröffentlichten Aktennotiz, daß die hier austreichenden Tonsteine des Oberbarrêmes mit den *rude*-Schichten in dieser Bohrung einen deutlichen Gasgeruch aufwiesen und nach den Angaben des Bohrmeisters auch Öltropfen an dem Kern zu sehen waren. Nach dem Abdichten der Bohrung soll sich sogar etwas Gas angesammelt haben.

b) Asphalt

An der Südflanke des Bentheimer Sattels in der Gemarkung Sieringhoek (Blatt Gronau) werden die Sandsteine des Hauterives zwischen den Höfen Kuhn und Dahlenbrock von eggisch streichenden Querstörungen durchzogen. Diese mit 80—85° nach Osten einfallenden Verwerfungen sind hier mit Asphalt erfüllt. Dieses Material ist wahrscheinlich durch den oxydierenden Einfluß der Luft und des

Grundwassers aus paraffinreichen Restölen entstanden, die auf den genannten Störungen emporstiegen.

Zusammenfassende Darstellungen über dieses Vorkommen gaben WEGNER (1924, 1931) und zuvor BEHME (1926) und SCHÜTTE (1927), zuletzt BOIGK (in BOIGK, u. a. 1960, S. 362), SCHEURMANN (1964) und KEMPER (1963 b, c, 1964 a, 1968 a).

Die Lagerstätte ist schon seit dem Beginn des 18. Jahrhunderts bekannt. Sie wurde zunächst als „Pechkohle“ angesehen. Erst CREDNER (1862) erkannte die asphaltische Natur des Vorkommens, dennoch wurden später vom Oberbergamt die Grubenfelder mit den Namen „Hoffnungszeche, Victoria, Victoria II, Friedrich Wilhelm“ und „Friedrich Wilhelm II“ (s. Taf. 2) auf Steinkohle verliehen. Der am Anfang des 18. Jahrhunderts zuerst urkundlich erwähnte bergmännische Abbau wurde mit Unterbrechungen von verschiedenen Unternehmen bis in das Ende des 19. Jahrhunderts (v. DÜCKER 1880) fortgesetzt. Durch einen katastrophalen Wassereinbruch beim Auffahren eines Querschlags in 120 m Tiefe, bei dem innerhalb von zwei Tagen der Karl-Rudolf-Schacht ersoff, kam der Bergbau im Jahre 1884 dann endgültig zum Erliegen. 1929—1930 wurden Teile des alten Grubengebäudes wieder aufgewältigt, um den als Albertit bezeichneten Asphalt zur Prüfung auf seine Verwendbarkeit zu gewinnen. Heute finden sich nur noch Halden und Pingen sowie Fundamente der Schachtgebäude als Zeugen des Bergbaus.

Nach diesen Literaturangaben zu urteilen, beschränkt sich das Asphaltvorkommen auf eine 2 m breite Kluftzone, deren Einzelspalten im Durchschnitt 15 cm dick sind, wobei aber auch von 50 cm breiten Gängen berichtet wird. Oft aber dünnen die asphaltischen Spaltenfüllungen bis zu millimeter-dicken Schnüren aus oder bilden einzelne Nester in der aus Sandsteinen und Tonen bestehenden Gangbrekzie. An den Salbändern wurden Kalkspat- und nierig-traubige Pyritbestege beobachten. Neben dem Hauptgang sind aber auch noch dünnere, nur 2 cm starke Nebenspalten aus der nördlich liegenden Bohrung Bentheim 2 (39) im Wealden bekanntgeworden.

Der ehemals hier abgebaute Asphalt, von dem auch heute noch Bruchstücke auf den Halden zu sammeln sind, ist pechschwarz, geruchlos, ziemlich spröde und von muscheligem, glasähnlichem Bruch. Er löst sich in Schwefelkohlenstoff, besser noch in Tetrahydronaphthalin. Sein spezifisches Gewicht liegt zwischen 1,07 und 1,092, seine Härte beträgt 2,5, doch wurde auf der unteren Sohle des Schachtes auch weicher Asphalt festgestellt. Eine Elementaranalyse von STROMMEYER (1860, 1861) ergab:

C	86,7 %
H	9,3 %
N	0,7 %
O	2,8 %
Asche	0,5 %

Destillationsversuche des Asphalts ergaben nach WEGNER (1924), umgerechnet auf 100 kg Asphalt, 3 kg Benzin, 14 kg Brennöl, 15 kg Paraffin und Schmieröl

und 48 kg Koks. Bei einer fraktionierten Destillation des bei 80° siedenden Teers mit einem spezifischen Gewicht von 0,834 erhielt ENGLER in WEGNER (1924) bei einer Temperatur von 150° 10,3 % Öl vom spez. Gewicht 0,743, zwischen 150—310° 43,3 % Leuchtöl vom spez. Gewicht 0,806, während ein Rückstand von 46,4 % verblieb.

Nach Löslichkeitsversuchen von PIETZER (1965) ist der Asphalt in die Gruppe der Karboide einzureihen. In seinem Bericht schreibt er dazu: „Eine genauere Ansprache ist nach dem Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis nicht möglich (86,91 % C, 9,61 % H). Es liegen offensichtlich Gemische von verschiedenen Asphalten vor. Röntgenspektralanalytisch wurden folgende Elemente nachgewiesen (Ordnungszahl > 20):

Zn	1100 ppm
Ni	160 ppm
Fe	500 ppm
Mn	60 ppm
Cu	Spur
Sr	Spur

Während die Gehalte an Ni, Fe und Mn für Sapropel nicht ungewöhnlich sind, ist die hohe Zn-Konzentration bemerkenswert.“

c) Steinsalz

Im Blattgebiet treten Steinsalze im Zechstein und im Röt in großer Mächtigkeit auf. Das Vorkommen im oberen Münder Mergel beschränkt sich auf den nördlichen Teil des Gebietes und ist an handbreite, nicht lange durchhaltende Linsen in einem tonig-anhydritischen Gestein geknüpft. Diese Salze liegen jedoch sehr tief versenkt in Teufen zwischen 1500 und 2000 m und mehr. Allein im Kern des Ochtruper Sattels tritt das Werra-Steinsalz in domförmiger, teilweise überkippter Lagerung bis auf 500 m unter die Tagesoberfläche heran. In der Westscholle des Gronauer Sattels liegt es 1000 m tief. Das allein im nördlichen Teil des Kartengebietes auftretende 20—30 m mächtige Salz der Riedel-Gruppe hält sich ebenso an die Teufen über 1500 m wie auch das dort allein vorkommende Röt Salz von ca. 100 m Mächtigkeit. Ein wirtschaftlicher Abbau dürfte kaum möglich sein, zumal es sich hier nur um Steinsalze handelt und die wertvolleren Kalisalze fehlen. Immerhin sind bei Ochtrup auf das Zechsteinsalz die Grubenfelder „Salzreich I“ und „Ochtrup“ verliehen, während die in Rothenberge beim Gehöft Saltmann (s. S. 129) austretende Sole mit einem Gehalt von 8793 mg Cl/1 Veranlassung zur Verleihung der Solfelder „Petra“ und „Hugal“ gegeben hat.

d) Eisenerz

1. Toneisenstein

In der Wester- und der Osterbauerschaft beiderseits der von Bentheim nach Ochtrup führenden Chaussee, aber auch in der Horner Mark südlich der Bundesstraße 54, finden sich im Gelände verstreut und oft nur mühsam zugänglich eine Reihe von Schurfschächten und Versuchsbauen aus der Zeit der Jahrhundertwende, die sich heute nur noch als wassergefüllte Tränklöcher mit daneben aufgehäuften Tonsteinhalden zu erkennen geben. Von einer neueren im Jahre 1938 in größerem Ausmaße betriebenen Aufschürfung zeugen drei größere Teiche und ein hügeliges Haldengelände westlich der Straße Bentheim — Ochtrup beim Kilometerstein 6,0. Bei diesen Schürfvorsuchen sollte die Verteilung der Geodenlagen in den Tonsteinen des Barrêmes näher untersucht werden, um die Toneisensteine gegebenenfalls für die Eisengewinnung in der Georgsmarienhütte abzubauen.

Nach den Unterlagen des Oberbergamtes Dortmund wurden fast für das ganze Gebiet der zutage und unter quartärer Bedeckung anstehenden Unterkreide Grubenfelder auf diese Eisensteine verliehen (s. Tafel 2). Auf dem westfälischen Anteil wurden die Felder größtenteils unter dem Namen „Deutschland, Konsolidation“ zusammengefaßt, hinzu kommen die kleineren Felder „Eisenwerk 9, 10, 11, 12“ und Wohlbeck IV“. Auf dem niedersächsischen Gebiet wurden die Eisensteinfelder unter der Bezeichnung „Glückauf, Konsolidation“ vereinigt. Die übrigen kleineren sind die beiden Felder „Hoffnungszeche“ und weiterhin „Bentheim“ und „Eisenwerk V, VI, XIII—XV“.

Zusammenfassende Darstellungen über die älteren Schürfvorsuche gaben: v. d. MARCK (1863, 1864), KETTE (1898), KOSSMANN (1898), WILLERT (1908), EINECKE & KÖHLER (1910), KRUSCH (1918) und zuletzt referierend WAGER (in BOIGK u. a. 1960, S. 363) sowie KEMPER (1964 a, 1968 a).

Obwohl auch die anderen Stufen der tonigen Unterkreide Toneisensteingeoden führen, so ist für das Barrême der Brechte-Mulde ein besonderer Reichtum charakteristisch. Das Verhältnis der in mehr oder weniger geschlossenen Lagen auftretenden, brotlaibförmigen einzelnen Toneisensteingeoden zu den sie einschließenden Tonsteinen wechselt in der Mächtigkeit sehr, wie man sich in den Tongruben der Ziegeleien Becker und Ransmann überzeugen kann. Schon in diesen Aufschlüssen zeigte es sich, daß sie zuweilen auskeilen und dann höher oder niedriger im Profil einsetzen. So sind die von EINECKE & KÖHLER (1910) angeführten Mächtigkeitsverhältnisse von Eisenstein zu Ton zwischen 1 : 4 und häufiger 1 : 10 schwankend, nur als Durchschnittswerte zu nehmen, ebenso wie die Angabe von 74 Eisensteinflözen im Profil der Straße Bentheim — Ochtrup nur als Anhalt dienen kann; da aber die Schürfe hier nicht alle Schichten erfaßt haben, ist sicher noch eine größere Anzahl zu erwarten.

Dementsprechend schwanken auch die Angaben über die Vorräte. Sie werden von EINECKE (1950) als sehr erheblich bezeichnet. Genauere Angaben machen EINECKE & KÖHLER (1910) für ein 30 qkm großes Gebiet, in dem 200 Mio t

Eisenerz bis zu einer Tiefe von 30 m vermutet werden, während für besonders günstige Gebiete bei einer Größe von 3 qkm der Vorrat auf 15 Mio t bis zu einer Tiefe von 20 m geschätzt werden.

Für eine Gewinnung wird von WILLERT (1908) der Tagebau vorgeschlagen, während KRUSCH (1918) auch den Abbau besonders ausgesuchter mächtiger und zahlreicher Lagen unter Tage erwägt. Bisher hat aber ein Abbau noch nicht stattgefunden. Nach den Untersuchungen von HENKE (1952) scheint er auch nicht wirtschaftlich zu betreiben sein.

Eine Durchschnittsanalyse der Geoden aus der Brechte Mulde durch das Laboratorium der Preußischen Geologischen Landesanstalt aus dem Jahre 1906 ergab einen Fe-Gehalt von 33,65 %, der nach dem Rösten auf 47 % anstieg. Im übrigen ergab die Analyse der Geoden folgendes Bild:

FeCO_3 = 60,04 %	CaCO_3 = 6,78 %	MgCO_3 = 6,21 %
FeO = 8,71 %	CaSO_4 = 0,26 %	MnCO_3 = 0,45 %
	Al_2O_3 = 2,77 %	SiO_2 = 13,80 %

2. Eisenschwarten

Ein weiteres wirtschaftlich nicht abzubauen und praktisch kaum zu verhüttendes Erz stellen die kleinen Vorräte der durch Verwitterung entstandenen 1—2 cm dicken Eisenschwarten im Rothenberg-Sandstein dar, die schichtparallel und oft netzartig sich verzweigend und knollig oder Hohlformen bildend das Gestein durchziehen. Da sie ihre Entstehung der Einwirkung der Atmosphärien verdanken, reichen sie kaum tiefer als 3—4 m unter die Geländeoberfläche. Während das frisch hellgrau bis grünliche, schwach kalkige und reichlich glaukonit- und sideritführende Gestein nach einer Analyse von BENTZ (1927 a) durch einen Fe-Gehalt von 18,8 % neben 43,73 % SiO_2 , 11,21 % CaCO_3 und etwas Tonerde ausgezeichnet ist, steigt der Fe-Gehalt des verwitterten und nun rotbraunen Sandsteins auf 24,08 %; die sich dabei bildenden Krusten haben einen Fe-Gehalt von 33,86 %, der aber naturgemäß etwas schwanken kann.

Diese Schwarten führten zur Verleihung der Grubenfelder „Lisette“ mit einem Fe-Gehalt von 36,9 %, „Felix“ mit einem Fe-Gehalt von 33,5 % und „Glückauf“ (BENTZ 1927 a). Später wurden diese Felder zusammen mit dem auf Raseneisenstein verliehenen Feld „Hoffnung“ unter dem Namen „Westphalia“ zusammengefaßt. Wahrscheinlich ist ein wirtschaftlicher Abbau wegen der nur geringen Vorräte und der unregelmäßigen Art des Vorkommens, vor allem aber wegen der durch den hohen Kieselsäuregehalt bedingten äußerst schwierigen Verhüttung gar nicht erst in Gang gekommen. Nach Auskunft der Bauern soll sich jedoch früher 350 m östlich des Gehöftes Haarmann auf dem Rothenberg (Blatt Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁶ 510, h⁵⁷⁸⁸ 060) ein kleiner Stollen befunden haben. Auf Schürfversuche deuten vielleicht auch die tief eingeschnittenen, senkrecht zur Hangneigung verlaufenden Hohlwege am Nord- und Südabhang des Rothenberges.

3. Raseneisenstein

Das Vorkommen von Raseneisenstein beschränkt sich auf wenige, besonders grundwassernahe und daher feuchte Stellen in den Talauen kleinerer Wasserläufe. Es sind höchstens faustgroße, niedrig-knollige Klumpen von Eisenhydroxid ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), das durch Sand, Humus und dergl. verunreinigt, nur nesterweise, ohne sich zu durchlaufenden Bänken oder Lagen zusammenzuschließen, in den Sanden der Talböden auftritt. Ein Abbau dieser lokal sehr begrenzten und äußerst geringen Vorkommen hat bisher nicht stattgefunden und würde auch nicht wirtschaftlich sein.

Der zum Kreis Ahaus gehörige Teil ist als Raseneisenstein-Distriktsfeld „Wilhelm I“ verliehen, während der zum Kreis Steinfurt zählende Teil als „Andreas Hütte“ gemutet wurde. In Rothenberge liegt noch ein kleines Feld mit der Bezeichnung „Hoffnung“, das mit den Mutungen auf Eisenstein unter der Bezeichnung „Westphalia“ vereinigt wurde.

4. Schwefeleisen

Am Nordhang des Rothenberges findet sich vereinzelt Schwefelkies in Form einzelner Kristalle oder als kugelige Konkretion im Rothenberg-Sandstein. Auf dieses kümmerliche Vorkommen wurde das Feld „Christine“ verliehen.

e) Torf

Die an Deflationswannen gebundenen Vorkommen der nur wenige Dezimeter mächtigen Niedermoortorfe haben keinerlei Bedeutung, zumal sie meist durch eingewehte Sande in ihrem Wert gemindert und auch durch die meist nur mäßig zersetzten Holzreste schwer gewinnbar sind.

Bedeutungsvoller sind dagegen die Torfe der beiden Hochmoore des Gildehauser und des Rünenberger Vennis auf Blatt Gronau gewesen. Wie aus der Kartendarstellung hervorgeht, sind sie beide heute fast gänzlich bis auf ihre Talsandbasis abgetorft und teilweise schon kultiviert. Insgesamt sind heute nur noch ca. $\frac{1}{4}$ qkm Fläche von einer 1,5 m mächtigen, in Schwarz- und Weißtorf gegliederten Torfschicht bedeckt. Während in dem unter Naturschutz stehenden Gildehauser Venn nur noch wenige 100 qm Torfbedeckung übriggeblieben sind, liegt der Großteil im Rünenberger Venn über das ganze Gebiet verteilt als oft nur noch einige qm große Reste des im bäuerlichen Handstich für Brennzwecke betriebenen Abbaus.

f) Steine und Erden

1. Tonstein

Die in weiter Verbreitung und erheblicher Mächtigkeit anstehenden Ton- und Tonmergelsteine der Unterkreide sind für die Ziegelherstellung sehr gut geeignet; die Vorräte sind praktisch unerschöpflich. Die Horizonte der tonigen Unterkreide

mit eingeschalteten feinsandigen Zwischenlagen sind jedoch zu meiden. Die graublauen, nur mäßig festen Tone lassen sich maschinell gut abbauen, wobei die in einzelnen Lagen konzentrierten Toneisensteingeoden, die meist keine durchlaufenden Bänke bilden, die Gewinnung nicht weiter stören. Es lassen sich neben der Vollware auch Gittersteine herstellen. Aus den oberen etwa 1,5 m mächtigen und durch die Verwitterung weitgehend entkalkten Apt-Tonen wurden in der Ziegelei Schnermann in Rothenberge früher sogar Klinker gebrannt; die heute aus tieferen Lagen gewonnenen Tonmergelsteine sind dazu nicht geeignet.

Neben dieser Ziegelei ist heute noch die ebenfalls Apt-Tone abbauende Ziegelei Borges in der Lambertimark in Betrieb; hinzu kommen die beiden Barrême-Tone verarbeitenden Ziegeleien Becker in der Osterbauerschaft und die Ziegelei Ransmann an der westfälisch-niedersächsischen Landesgrenze. In der Zeit der Jahrhundertwende wurde außerdem noch eine ganze Anzahl, darunter viele Feldbrand-Ziegeleien, im Kartengebiet betrieben, die aber mehr dem örtlichen Bedarf dienten und alle der Konkurrenz der mechanisierten Großbetriebe gewichen sind.

Außer für Ziegel eignen sich die Tonsteine auch gut zur Herstellung von Tonwaren. Während früher die Töpferkunst besonders in Ochtrup weit verbreitet war, ist heute nur noch ein Betrieb, die Firma Ostkotte, in Ochtrup tätig. Als Rohstoff werden Tonsteine des Oberbarrêmes in der Osterbauerschaft aus einer kleinen Grube gewonnen (Blatt Ochtrup 3709, r ²⁸81 500, h ⁵⁷89 940).

2. Kalkstein

Einen ziemlich reinen und klingend harten, weißen Kalkstein mit teilweise 98 % CaCO_3 bildet der *rhotomagense*-Kalk des Bilker Berges und seiner Ausläufer. Die knollig-knauerigen, etwa 10—30 cm mächtigen, durch daumendicke graue Mergelsteine gebankten Kalke werden heute in zwei benachbarten Steinbrüchen von den Firmen Engels & Co. und Schencking & Co. gewonnen und gebrannt. Der gebrannte Kalk wird unter anderem besonders für die Kalksandsteinherstellung in benachbarten Betrieben verwendet.

Die an dem Hang zum Rothenberg hin ausstreichenden Kalkmergel und Mergelkalke des tieferen Cenomans wurden in früheren Zeiten in kleineren Gruben, die heute aber völlig verstürzt sind — wie südlich der Kleibrücke — zum Mergeln der Felder gewonnen. Infolge ihres hohen Tongehaltes zerfallen die Mergelkalke an der Luft sehr schnell, im Gegensatz zu dem reineren Cenomankalk.

Ebenfalls für Düngezwecke, hauptsächlich aber zur Wegebefestigung und untergeordnet zum Häuserbau wurden die bituminösen spätigen Kalkbänke des Wealdens gebrochen. Ziemlich verfallene kleinere Abbaustellen finden sich etwa 2 km nordöstlich von Ochtrup beim Kriegerdenkmal und am Hang der Höhe 84,1 westlich dieser Stadt. Da die Kalke aber leicht zu einem fetten Lehm verwittern, dürften sie zur Wegebefestigung wenig geeignet gewesen sein. Sie werden heute auch nirgends mehr gewonnen.

3. Sandstein

Allein der Gildehauser Sandstein (khG) des Gildehauser Höhenrückens auf Blatt Gronau bildet geschlossenere, durch dünnere tonig-sandige Lagen getrennte Sandsteinbänke aus. Wegen seiner sehr mürben Beschaffenheit und geringen Festigkeit infolge seines kalkigen und teilweise tonigen Bindemittels ist er jedoch praktisch nur als Bruchstein zur Wegebefestigung zu verwenden. Als Werkstein und zum Häuserbau wurde er auch früher kaum benutzt, da der auf dem Nachbarblatt anstehende Bentheimer Sandstein von sehr viel besserer Qualität ist. Die Valendissandsteine des Kartengebietes sind — wie bei Ochtrup — ebenfalls mürbe und streichen nur in einem schmalen Streifen aus, oder aber sie sind wie bei Gronau unter einer mächtigen Sanddecke verborgen und zudem auch mehr tonflaserig. Der Rothenberg-Sandstein (kR) schließlich verwittert außerordentlich leicht und scheidet somit ebenfalls aus.

4. Kies

Die Kiesvorkommen beschränken sich auf das Blatt Ochtrup mit dem Bereich des Münsterländer Hauptkiessandzuges. Nördlich von Haddorf wird das aus Kies und untergeordnet aus feineren Sanden und Geröllen bestehende Material in einer ganzen Reihe von Naßbaggereien gewonnen. Der in den dabei künstlich entstandenen Teichen unter dem offenen Grundwasserspiegel betriebene Abbau hat den Vorteil, daß die feineren tonigen und schluffigen Bestandteile ausgeschwemmt werden. Daher sind diese Kiese für den Betonbau hervorragend geeignet. Eine noch weiter verstärkte Gewinnung wird aber auf Schwierigkeiten stoßen, da der Hauptkiessandzug gleichzeitig das Hauptgrundwasserreservoir dieser Gegend darstellt. Schon jetzt gewinnen die Städte Ochtrup und Rheine zusammen etwa 1 Mio cbm Trinkwasser jährlich im Gebiet um Haddorf aus dem Kieszug. Zur Verhütung von Ölverschmutzungen darf deshalb nur mit elektrisch betriebenen Maschinen gebaggert werden.

5. Sand

Die fein- bis mittelkörnigen Sande der weichselzeitlichen Niederterrasse (w,S,ta) stellen das an der Oberfläche am weitesten verbreitete Material dar; hinzu kommen noch die feinkörnigen Dünen und Flugsande und die Schwemmsande der Uferwälle.

Wegen ihrer feinen und gleichmäßigen Körnung sind sie jedoch als Mörtel- und Betonzuschlag nicht geeignet und werden daher nur zur Wegeausbesserung, Aufschüttungen und dgl. verwendet.

Ihre Vorräte sind schier unerschöpflich; allerdings beträgt die durchschnittliche Mächtigkeit nur wenige Meter und geht nur ganz selten über 10 m hinaus.

F. Hydrogeologie

a) Vorbemerkung

Im Rahmen dieser Erläuterungen wird im folgenden nur ein kurzer Überblick über die hydrogeologischen Verhältnisse des Raumes gegeben. Es ist für dieses Gebiet eine hydrogeologische Spezialkartierung vorgesehen.

Eine erste großräumliche Übersicht für die nördliche Blatthälfte zusammen mit einer hydrogeologischen Karte im Maßstab 1:100 000 gab W. RICHTER (in BOIGK, DIETZ etc. 1960). Sie wurde später von W. RICHTER & B. RAMBOW (1961) ergänzt, wobei die kartenmäßige Darstellung etwas verändert und der Blattschnitt nach Norden, ungefähr bis zur horizontalen Gitterlinie φ 57 95 000, verschoben wurde.

b) Gewässernetz

Der Bereich der Kartenblätter wird durch die bei Zwolle ins Isselmeer mündende Vechte und ihre Nebenläufe entwässert. Diese sind: Dinkel, Goor-Bach, Eileringsbecke und Steinfurter Aa. Nur ein kleines Gebiet in der äußersten Nordostecke im Blattgebiet Ochtrup östlich des Kiessandzuges gehört zum Einzugsgebiet der Ems.

c) Grundwasserneubildung

Für den Grundwasserhaushalt eines Gebietes sind die Niederschläge naturgemäß von großer Bedeutung. Genauere meteorologische Beobachtungen liegen aus neuerer Zeit (1931—1950) nur für Gronau vor (SCHNELL 1955), deren Jahresmittelwerte nachstehend aufgeführt sind:

Temperatur	Niederschläge	Abfluß	Verdunstung	Abflußmenge
9,4° C	754 mm	268 mm	486 mm	8,5 l/s · km ²

Als Grundwassererneuerungsgebiet ist der gesamte Kartenbereich anzusehen. Die Grundwasserneubildung erfolgt durch Einsickerung von Niederschlägen in das obere Stockwerk, aus dem es örtlich in tiefere Stockwerke eindringt. Die Intensität der Versickerung hängt von der petrographischen Beschaffenheit der obersten zutage anstehenden Schichten ab. Aus den topographisch höher gelegenen Gebieten mit anstehenden, relativ undurchlässigen Unterkreidetonsteinen fließen die Niederschläge teilweise oberflächlich ab und treten in die angrenzenden Grundwasserstockwerke ein.

Über die Größenordnung der versickernden Niederschlagsmenge liegen für den

benachbarten Bereich, dem südlichen Emsland, Schätzungen vor. W. RICHTER & B. RAMBOW (1961) nehmen an, daß 15—25 % der Jahresniederschläge versickern. Bei einem mittleren Jahresniederschlag von 750 mm beträgt demnach die Grundwasserneubildung 150 mm oder 0,15 Mio m³/km² im Jahresdurchschnitt.

Zu einem ähnlichen Wert gelangt man für das hier bearbeitete Gebiet bei der Betrachtung der Mindestabflußmenge. Da in Trockenzeiten die Vorfluter ausschließlich aus dem Grundwasser gespeist werden, sind die bei niedrigen Wasserständen gemessenen Abflußspenden des Sommerhalbjahres mit einem ständig über das ganze Jahr vorhandenen Mindestabfluß des Grundwassers gleichzusetzen, d. h. sie entsprechen der Grundwasserspense (angegeben in Liter je Sekunde und Quadratkilometer: 1/s · km²). Die Grundwasserspense beträgt bei Gronau 3,77 1/s · km². Dies entspricht einer jährlichen Mindestgrundwasserneubildung von etwa 120 mm oder 0,12 Mio m³/km².

Der natürliche Abfluß des Grundwassers erfolgt hauptsächlich unterirdisch durch Übertritt in die Vorfluter. Nur an einer Stelle, und zwar am Südhang des Rothenberges, wurde eine Überfallquelle beobachtet. Wahrscheinlich sind weitere Quellen vorhanden, die jedoch durch eine dünne Verwitterungsschicht oder quartäre Überlagerung verdeckt sind.

d) Hydrogeologische Übersicht

Je nach dem Aufbau des Untergrundes lassen sich im Hinblick auf grundwasserleitende und -nichtleitende Schichten vier hydrogeologische Bereiche unterscheiden. Auf Abb. 3 ist ihre Verbreitung an der Oberfläche dargestellt. Der vorherrschende Bereich 3 gibt dem Gebiet das hydrogeologische Gepräge. Die übrigen Bereiche umfassen nur kleinere Areale. Die Verhältnisse der Grundwasserführung sind also für weite Gebiete der Kartenblätter ungefähr gleichartig. Die Abgrenzung der Bereiche ist naturgemäß nicht sehr scharf, vielmehr sind sie durch wechselnd große Übergangsbereiche miteinander verbunden.

1. Hydrogeologischer Bereich 1

Dieser Bereich beschränkt sich auf Gebiete mit unmittelbar zutage anstehendem Mesozoikum, sofern darin Grundwasserleiter ausgebildet sind.

Diese Grundwasserleiter werden an den Strukturen teilweise von Quer- und Längsstörungen begrenzt. An diese ist lokal ein Salzwasseraufstieg aus den im Untergrund dom- und pilzartig emporgewölbten Zechsteinsalzen geknüpft. So tritt z. B. nordöstlich des Rothenberges beim Gehöft Saltmann (s. S. 129) eine schwache Sole in einem Weidebrunnen zutage. Diese Wässer dringen auch zuweilen in diese Grundwasserleiter ein. Bei einer verstärkten Entnahme muß mit einer zunehmenden Mineralisation gerechnet werden. Allerdings scheint die Gronauer Überschiebung (s. S. 107) südlich Gronau dicht zu sein. Sie kreuzt hier verschiedene quartäre Rinnen (vgl. S. 131), aus denen die Wasserwerke von Gronau und Epe erhebliche Wassermengen gewinnen, ohne daß eine Versalzung bisher aufgetreten wäre.

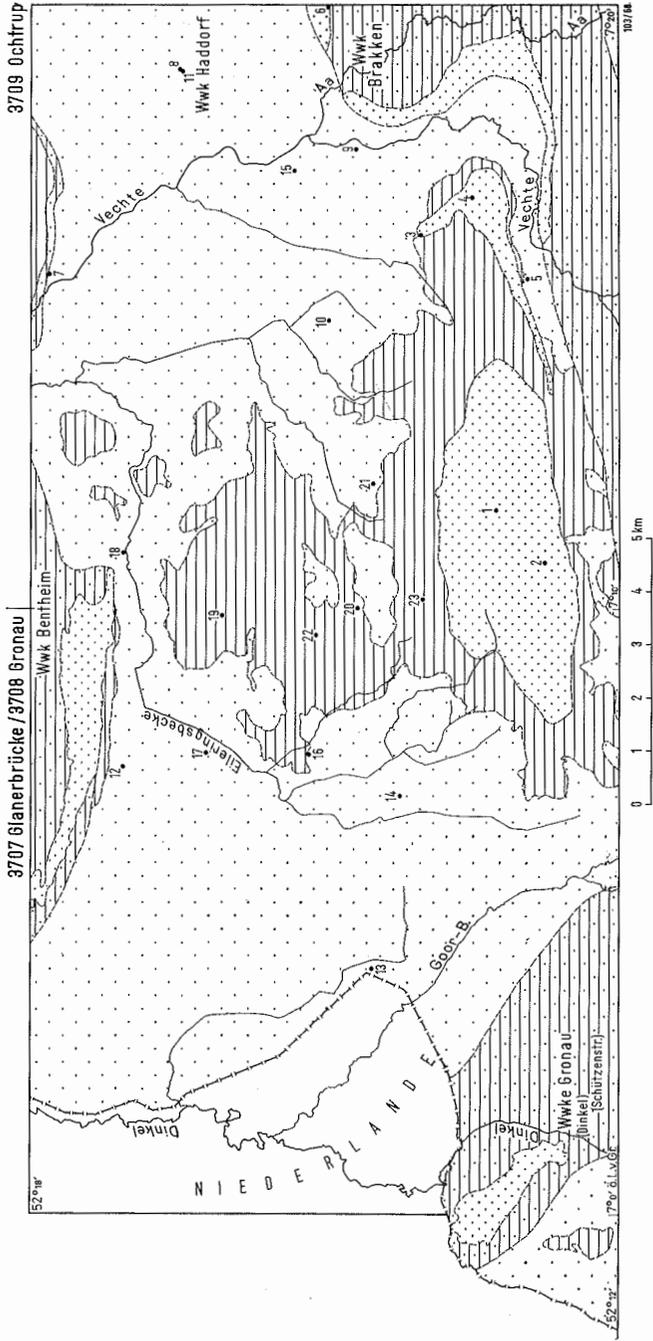


Abbildung 3
 Karte der hydrogeologischen Einheiten (Legende auf der Nebenseite) mit den Entnahmepunkten für die auf Tabelle 11 dargestellten Wasseranalysen.

Hydro-geolog. Bereich	Grundwasserleiter	Lagerungsverhältnisse der Grundwasserleiter	Grundwassersohlschichten	Anzahl der Grundwasserstockwerke	Grundwasserspiegel	öffentliche Wasserwerke
1	Sandsteine und Kalksteine	zutage ausstreichend unter Zwischenschaltung von Tonsteinen, örtlich mehrere Sandsteinbänke übereinander	Tonsteine	bis 4	Die 1. Grundwasserstockwerke sind frei auf die Vorfluter eingestellt und stehen miteinander in hydraulischem Zusammenhang. In den tieferen Stockwerken ist das Grundwasser gespannt	
2	Sande, Sandsteine und Kalksteine	Sande über Sandst. oder Tonsteinen, über Kalksteinen etc. Sandsteinen, über Tonsteinen etc.	Tonsteine	bis 5		Bentheim Brakke Gronau
3	Sande und Kiese	Sande bis 10 m mächtig, Sande und Kiese in Rinnen, z. T. mit darüber aufgeschichteten Rücken bis 25 m mächtig.	Tonsteine und örtlich schluffig-tonige Feinsande, Geschiebemergel	bis 3		Haddorf
4	Tonsteine und Mergelsteine	Nur örtlich geringe Wasserführung in Klüften oder offenen Verwerfungsspalten		1		Die Grundwasserspiegel sind frei auf die Vorfluter eingestellt, aber untereinander isoliert.

Die geologisch ältesten als Grundwasserleiter ausgebildeten Schichten streichen in der Trias der Struktur Ochtrup aus. Die hier flach lagernden Folgen des Mittleren und Oberen Buntsandsteins erweisen sich durch ihren Kluft- und Porenraum als grundwasserführend. Allerdings wird die Güte des Wassers durch das Vorkommen von Gips und Anhydrit im Buntsandstein sehr gemindert. Starker grundwasserführend ist der sehr geklüftete Untere Muschelkalk. Größere Mengen können daraus aber auf die Dauer nicht gewonnen werden, da sein Ausstrich sich nur auf einen wenige hundert Meter langen und breiten Bereich an der Struktur Ochtrup beschränkt.

Die Ablagerungen des Juras (Serpulit) und des Wealdens führen in den Klüften und Poren der sandigen bzw. kalkigen Einschaltungen nur geringe Wassermengen, da diese meist durch nichtleitende Ton- und Tonmergelsteinlagen getrennt werden.

Die ergiebigsten Grundwasserleiter des Bereichs 1 sind die Sandsteine der Unterkreide. Sie sind als Schichtplatten in die praktisch nichtleitenden, schräggestellten Unterkreidetonsteine eingelagert. Da diese Schichten mehr oder weniger ringförmig die Strukturen ummanteln, lassen sich in größerer Entfernung von den Sattelkernen bis zu vier Grundwasserstockwerke unterscheiden. Die Sandsteine weisen wegen ihres Kluft- und nutzbaren Porenraumes eine gute bis sehr gute Durchlässigkeit für Wasser auf. Sie sind bis zu den durch die Vorfluter gegebenen Höhen mit Grundwasser gefüllt, welches zuweilen gespannt ist.

Das meiste Grundwasser führen die Valendis- und Hauterivesandsteine bei Gilde-

haus und Bentheim. Hier ist ihre Mächtigkeit ebenso wie ihr Ausstrich am größten. Damit sind gute Voraussetzungen für die Speicherung, Zirkulation und Erneuerung geschaffen.

Ähnlich günstige Bedingungen bietet der Rothenberg-Sandstein am Rothenberg zwischen Ochtrup und Wettringen. Da die Sandsteine nach Süden und Osten, also zum Vechtetal hin, unter das tonige Alb einfallen, ist in der Niederung das Grundwasser artesisch gespannt. So flossen hier aus einer Bohrung bis 100 m³/h Grundwasser frei aus. Diese Menge übertrifft die natürliche Spende.

Die in den Gemarkungen Buterland westlich Gronau und Lambertimark, Wester- und Osterbauerschaft bei Ochtrup ausstreichenden Unterkreidesandsteine sind im Vergleich zu den oben geschilderten Verhältnissen infolge ihrer geringeren Mächtigkeit und stark wechselnden petrographischen Beschaffenheit nur mäßige Grundwasserleiter. Die Sandsteine werden immer wieder von linsenartig eingeschobenen tonigen Zwischenlagen untergliedert; daher ist das vorhandene Porenvolumen kleiner, auch stehen so die einzelnen wassererfüllten Linsen in einem schlechten hydraulischen Zusammenhang.

Die zutage austreichende Oberkreide ist auf den Ost- und Südrand des Kartengebietes beschränkt. Grundwasserführend sind hier in erster Linie die klüftigen Kalke des Mittleren und Oberen Cenomans, aber auch des Turons.

Die höheren Oberkreidestufen sind tonig-mergelig ausgebildet und zählen zum Bereich 4.

2. Hydrogeologischer Bereich 2

Über den grundwasserleitenden mesozoischen Gesteinen liegen diskorant und flach gelagert sandführende, ebenfalls grundwassererfüllte Schichten des Quartärs.

Das in den Sand- und Kalksteinen und in den Sanden auftretende Grundwasser steht miteinander in einem hydraulischen Zusammenhang. Während das Grundwasser in den mesozoischen Leitern teilweise gespannt ist, liegt in den Sanden stets eine freie Grundwasseroberfläche vor. Je nach der örtlichen Zusammensetzung des Untergrundes lassen sich ein bis vier Grundwasserstockwerke unterscheiden.

Das hydrologisch bedeutendste Gebiet dieses Bereiches liegt nordöstlich Gildehaus, wo unter dem Flugsand die mächtigen Valendissandsteine austreichen. Das Wasserwerk Bentheim entnimmt hier sein Wasser.

Ähnliche Verhältnisse liegen südlich Gildehaus vor, wo der mächtige Gildehauser Sandstein unter den Talsand abraucht.

Die im Untergrund der Stadt Gronau ausstreichenden sandigen Kreideschichten sind allein nicht sehr ergiebig, stellen jedoch zusammen mit den quartären Talsanden ein größeres Grundwasservorkommen dar, weil durch die Verbreitung des Quartärs die Versickerungsfläche für die Regeneration ein Vielfaches der Ausstrichbreite der Sandsteine beträgt.

Kleinere zum Bereich 2 zählende Gebiete liegen westlich und nördlich von Wertingen. Hier streichen die klüftigen Cenoman- und Turonkalke sowie Schichten der höheren Oberkreide unter sandiger Grundmoräne bzw. Talsand aus.

3. Hydrogeologischer Bereich 3

Dieser Bereich hat die weiteste Verbreitung und ist für das Kartengebiet wie auch für das südliche Emsland charakteristisch (W. RICHTER & B. RAMBOW 1961). Er umfaßt alle sandigen und kiesigen Ablagerungen des Quartärs. Im Kartengebiet sind es die Talsande mit den örtlich aufgesetzten Uferwällen, Flugsanden und Dünen sowie die Sande und Kiese des Münsterländer Kiessandzuges bei Haddorf.

Die nichtleitenden Ton- und Tonmergelsteine des Mesozoikums bilden die Grundwassersohlschicht. Diese kann allerdings örtlich wegen ihrer Zerklüftung ebenfalls wasserführend sein. Liegen diese Zerrüttungszonen in der Nähe von Störungen, die in den tieferen Untergrund reichen, so können auch hier mineralisierte Wässer empordringen.

Entsprechend dem geologischen Bau ist in diesem Bereich durchweg ein Grundwasserstockwerk entwickelt. Mehrere Stockwerke sind nur nördlich Haddorf in den Kiesen und Sanden durch eingeschobene Geschiebemergelpakete — und bei Gronau durch zwischengeschaltete tonige Lagen im Talsand — bekanntgeworden.

Bei der großen flächenhaften Verbreitung dieses Bereichs ist — trotz der geringen, in den Talsanden bis 10 m und im Kiessandrücken bis 25 m reichenden Mächtigkeit — eine größere und für längere Dauer verfügbare Wassermenge vorhanden, da ein großes zusammenhängendes Grundwasser-Neubildungsgebiet vorliegt. Begünstigt wird die Gewinnung erheblicher Wassermengen außerdem durch tief in die Grundwassersohlschicht eingesenkte Rinnen. Durch Bohrungen und geoelektrische Untersuchungen wurden solche von quartären Sanden, aber auch sandigen Schluffen erfüllte Austiefungen östlich der Dinkel in der Gemarkung Eßseite bei Gronau und unter dem Kiessandrücken nördlich und südlich von Haddorf aufgefunden. Hierin stehen auch die Fassungsanlagen der Wasserwerke Gronau, Ochtrup und Rheine (s. S. 131). Der letzte Ausläufer eines größeren, südlich Welbergen gelegenen Rinnensystems liegt im Untergrund dieses Ortes. Einen Überblick über diese Rinnen gibt die Karte der Quartärbasis auf Tafel 1. Dabei waren die vorhandenen Unterlagen für eine Konstruktion der Isohypsen im nördlichen Teil örtlich nicht ausreichend, die Flächen wurden daher weiß gelassen.

4. Hydrogeologischer Bereich 4

Die räumliche Verbreitung dieses Bereiches entspricht den zutage austreichenden Tonsteinen des Wealdens und der Unterkreide. Sie sind wegen ihrer dichten petrographischen Beschaffenheit als Grundwassernichtleiter anzusehen. Örtlich sind sie jedoch zuweilen etwas zerklüftet, wobei die Waldengesteine meist etwas stärker zerbrochen sind. Hinzu kommen vereinzelt sandige Einlagerungen in den

Unterkreidetonen und kalkige festere, ebenfalls klüftige Kalkbänke im Wealden.

Diese Fazies bewirkt zusammen mit der Klüftung einen Grundwasservorrat und eine -zirkulation, so daß es möglich ist, Fassungsanlagen für Hausversorgungen und kleinere Betriebe zu errichten, wie es in der Wester- und der Osterbauerschaft bei Ochtrup geschehen ist. Größere Mengen sind aus diesem Bereich im Blattgebiet jedoch nicht zu gewinnen.

An einzelnen Stellen — wie schon erwähnt — diese Klüfte in Zusammenhang mit den tief in den Untergrund, in die Zechsteinsalze, hinabreichenden Störungen, an denen örtlich mineralisierte Wässer emporsteigen. So ist darauf der erhöhte Chloridgehalt der Wässer westlich Gronau in den Gemarkungen Brook und Buterland und beim Gehöft Saltmann in Rothenberge zurückzuführen.

e) Grundwasserbeschaffenheit

Art und Menge der im Grundwasser gelösten Stoffe bestimmen seine Güte. Sie hängt in erster Linie von der petrographischen Ausbildung der Grundwasserleiter, aber auch von deren Lagerung und Verbreitung ab. Hinzu kommen die Art des Bodens, das Klima, die Verweildauer des Grundwassers im Gestein, sowie Boden-nutzung, Düngung, Abwasserverregnung, die Einflüsse von Oberflächenwässern und tiefem Grundwasser.

Eine Anzahl von physikalischen, chemischen und biologischen Vorgängen, z. B. Verdunstung, Ionenaustausch an Tonmineralien, Hydrolyse, Sulfatreduktion, führt zu dauernden Veränderungen der chemischen Zusammensetzung.

Der hydrochemischen Beurteilung des Grundwassers lagen 43 chemische Vollanalysen aus dem Laboratorium des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen (H. WERNER) zugrunde, davon sind 23 in der Tabelle 11 aufgeführt. Die im Vergleich zur Größe des Kartengebietes nur kleine Zahl der Analysen erlaubt allerdings nur beschränkt zu verallgemeinernde Aussagen.

Um die verschiedenen Wässer miteinander besser vergleichen zu können, wurde auf die seit einiger Zeit gebräuchliche Typeneinteilung des Grundwassers zurückgegriffen. Die Ionen werden in der Reihenfolge Kationen — Anionen nach ihrer Häufigkeit genannt. Ionen mit einem mval⁰/₀-Anteil von >50 % sind kursiv, zwischen 20 und 50 % normal und zwischen 10 und 20 % in Klammern gesetzt.

In jedem der vier hydrogeologischen Bereiche sind mehrere Grundwasser-Typen vertreten, wie es im folgenden dargelegt wird:

1. Typen im Bereich 1

Das Grundwasser aus dem Mittleren Buntsandstein von Ochtrup gehört zum *Ca-Mg-HCO₃-SO₄-(Cl)*-Typ. Die Gesamthärte liegt bei 25° d. H. der Gesamtlösungsinhalt bei 600 mg/l (Analyse 1).

Das Grundwasser aus dem Valendissandstein (Brunnen der Molkerei westlich Ochtrup) erwies sich als ein *Ca-(Mg)-HCO₃-SO₄-(Cl)*-Typ. Die Gesamthärte beträgt etwa 20° d. H. und der Gesamtlösungsinhalt 761 mg/l (Analyse 2).

Das aus dem Rothenberg-Sandstein untersuchte Grundwasser ist nicht typisch für Sandsteine. Es zeigt deutlich eine Beeinflussung durch aufsteigendes tiefes Grundwasser aus dem Zechstein. So handelt es sich bei dem aus einem ständig fließenden Weidebrunnen entnommenen Wasser bereits um eine schwache Sole (Analyse 3). Zwei weitere Proben sind relativ gering konzentriert (255 und 506 mg/l), weisen jedoch auch erhöhte Chlorid-Gehalte auf und gehören zu einem Chlorid-Typ (Analysen 4 und 5).

Das untersuchte Grundwasser aus den Kalksteinen der Oberkreide ist ein $Ca-HCO_3-(SO_4)-(Cl)$ -Wasser. Die Gesamthärte beträgt etwa 15° d. H. die Gesamtkonzentration 627 mg/l (Analyse 6).

2. Typen im Bereich 2

Bei den hier untersuchten Proben handelt es sich um eine Mischung von oberflächennahem und tiefem Grundwasser (Analysen 7 und 8).

Der Einfluß des tiefen Grundwassers ist an der Gesamtkonzentration (bis über 800 mg/l) und vor allem den erhöhten Chlorid-Anteilen (bis 110 mg/l) zu erkennen. Der höhere Eisengehalt ist auf die quartären Sande zurückzuführen. Die untersuchten Wässer gehören zum $Ca-(Na)-SO_4-HCO_3-Cl$ -Typ sowie zum $Ca-Mg-(Na)-HCO_3-SO_4-(Cl)$ -Typ.

3. Typen im Bereich 3

Dieser Bereich umfaßt die sandigen und kiesigen Ablagerungen des Quartärs. Die untersuchten Grundwasserproben lassen drei Typen-Gruppen erkennen:

Das für die Sande und Kiese charakteristische Grundwasser gehört zu den $Ca-(Na)-HCO_3$ -Typen (Analysen 9, 10, 11, 12).

Eine Beeinflussung durch humose und torfige Schichten führt zu den $Ca-(Na)-SO_4$ -Typen (Analysen 13, 14, 15, 16).

Die $Ca-Na+Cl$ -Typen deuten auf Mischung mit aufsteigendem mineralisierten tiefen Grundwasser hin. Der Gesamtlösungsinhalt dieser Wässer schwankt zwischen 700 und 1000 mg/l (Analysen 17, 18).

4. Typen im Bereich 4

Das Grundwasser zirkuliert auf Klüften der Tonsteine. Die vielfach in diesen Grundwässern nachgewiesene Mineralisation bis über 1000 mg/l ist vorwiegend auf die petrographische Zusammensetzung der Grundwasserleiter, z. B. Schwefelkies (erhöhter Sulfat-Gehalt; Analysen 19 und 20), sowie Ionenaustauschvorgänge (erhöhter Na-Gehalt; $Na-Ca-HCO_3-Cl$ -Typ; Analyse 21) zurückzuführen. Auf örtlich in den tieferen Untergrund hinabreichenden Verwerfungen tritt Tiefengrundwasser hinzu (erhöhter Chlorid-Gehalt; Analysen 22 und 23). Die Grundwässer gehören in der Regel zu $Ca-(Na)-HCO_3-Cl$ - oder $Ca-(Na)-SO_4-Cl$ -Typen.

Tabelle 12

Übersicht der öffentlichen Grundwassergewinnungsanlagen
Stand (1966)

Versorgungs- gebiet	Fassungs- anlage	Hydro- geolog. Bereich	Ent- nahme- Stock- werk	Grundwasser- leiter	Förderung in Mio m ³ /Jahr	Chemische Beschaffenheit repräsentative Werte (Rohwasser)
Wasserwerk Bentheim	Bohr- brunnen	2	II	Valendis- Sandstein	0,5	Eisen 2 — 3 mg/l aggr. Kohlensäure 20 — 25 mg/l Ges. Härte 15 °d.H. Bleib. Härte 9 °d.H. Karbon. Härte 6 °d.H.
Wasserwerk Gronau	Bohr- brunnen	3	I	weichsel- zeitliche Talsande	1,3	Eisen 0,02—280 mg/l aggr. Kohlensäure 5 — 6 mg/l Ges. Härte 3,5 — 15,9°d.H. Bleib. Härte 1,3 — 5,0°d.H. Karbon. Härte 0,8 — 13,5°d.H. Cl-Gehalt 29 — 73 mg/l
Wasserwerk Brakken	Bohr- brunnen	3	I	Münsterländer Kiessandzug	1,3	Eisen 2 mg/l aggr. Kohlensäure 2,2 mg/l Ges. Härte 15 °d.H. Bleib. Härte 7 °d.H. Karbon. Härte 8 °d.H. Cl-Gehalt 45 mg/l
Wasserwerk Haddorf	Bohr- brunnen	3	I	Münsterländer Kiessandzug	0,6	

f) Grundwassernutzung

Im Kartengebiet befinden sich vier größere öffentliche Wasserwerke. Das Wasserwerk Bentheim steht im Bereich 2, während die Wasserwerke Gronau, Brakken und Haddorf sich im Bereich 3 befinden (Tab. 12, Abb. 3).

1. Wasserwerk Bentheim

Das Wasserwerk der Stadt Bentheim liegt mit seinen sechs Brunnen unmittelbar am nördlichen Blattrand. Die Brunnen mit einer Tiefe von 48,3—191,4 m stehen in den unter einer dünnen Flugsanddecke ausreichenden Valendissandsteinen.

2. Wasserwerk Gronau

Im Untergrund südlich von Gronau wurden von H. SCHNEIDER (1964) im Tal der Dinkel und östlich davon in der Gemarkung Eßseite zwei N-S-gerichtete, einander parallel laufende, in die Unterkreidetonsteine eingetiefte Rinnen mit nordwärts gerichteten Gefälle festgestellt (vgl. Taf. 1). Die östliche Rinne ist etwas tiefer eingeschnitten. Diese Rinnen sind bei Gronau im unteren Teil fast ausschließlich von schluffigen und tonigen Sanden erfüllt. Verschiedentlich können an der Basis aber auch bis 1 m mächtige, u. U. linsenförmige Kieslagen auftreten. Nur kleinere Bereiche der östlichen Rinne führen unter den Sanden noch Reste der Grundmoräne. Im übrigen aber sind beide Rinnen von überwiegend Fein- aber auch Mittelsanden erfüllt, denen zuweilen gröbere Sande zwischengeschaltet sind. In diesen beiden Rinnen befinden sich die Brunnengalerien des Wasserwerkes Gronau.

3. Wasserwerk Brakken

Das Wasserwerk von Ochtrup liegt 10 km östlich der Stadt in der Gemarkung Brakken, die zu dem Ortsteil Neuenkirchen-Offlum gehört. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind denen von Gronau etwas ähnlich. Die Brunnengalerien stehen hier in einem hügeligen Gelände, das aus Sanden und Kiesen des Münsterländer Kiessandzuges mit einer örtlich mächtigeren Dünenüberdeckung aufgebaut wird. Dieser Zug verläuft über einer in die Kreidegesteine eingetieften Rinne wechselnder Breite und beginnt östlich Sendenhorst in der Nähe von Münster und reicht bis über den nördlichen Rand von Blatt Ochtrup hinaus (vgl. hierzu auch S. 90). Das Gefälle ist generell nach Nordwesten gerichtet. Im einzelnen queren aber verschiedentlich kleinere Barrieren die Rinne.

Eine solche Barriere bildet der Rand der Münsterländer Oberkreide unter dem Quartär zwischen dem Bilker Berg und dem Thieberg südlich von Haddorf (vgl. Taf. 1). Daher liegt hier im Untergrund der Steinfurter Aa und der Gemarkung Brakken eine in die Kreide eingesenkte lokale Übertiefung vor, die mit groben Sanden und Kiesen gefüllt ist. Im höheren Teil sind jedoch vereinzelt auch tonige Sande und Schluffe eingeschaltet, die damit örtlich mehrere Grundwasserstockwerke

bedingen. Die hier stehenden Bohrbrunnen können aber die vom Wasserwerk jährlich geforderten 1,3 Mio m³ aus der natürlichen Grundwasserspense dieses Bereichs nicht decken. Zur Erhöhung der Leistung werden daher jährlich etwas über 0,2 Mio m³ Wasser aus der Aa künstlich in hintereinander geschalteten Teichen versickert. Sie liegen oberhalb der Brunnengalerien auf der Höhe 60,6 des Kiessandzuges (Blatt Ochtrup 3709, ca. r ²⁵90 750, h ⁵⁷90 820) und einige hundert Meter weiter östlich schon auf dem Nachbarblatt Rheine. Entnommen wird das Wasser der Aa aus einem Stauwehr östlich des Gehöftes Vogelsang, kurz vor der Einmündung des durch Industrieabwässer stark verunreinigten Düsterbaches.

4. Wasserwerk Haddorf

Die Stadt Rheine gewinnt einen Teil ihres Wassers ebenfalls aus dem Kiesandrücken. Das Wasserwerk liegt nördlich von Haddorf. Durch geoelektrische Untersuchungen wurde hier eine Aufgabelung der im Untergrund verborgenen Rinne in zwei einander in Nordsüdrichtung ungefähr parallel laufende und hier stark übertiefte Äste festgestellt (vgl. Taf. 1). Erst am nördlichen Blattrand vereinigen sie sich wieder. Der östliche Zweig ist sehr viel tiefer in die Unterkreide-tonsteine eingesenkt. Hierin stehen, und zwar entsprechend dem Gefälle der Sohle, am nördlichen Rande die Fassungsanlagen des Wasserwerks Haddorf. Entsprechend der Doppelrinne im Untergrund besteht auch ihre Füllung aus zwei darüber aufgeschütteten Sandkieshügeln. Ähnlich wie bei den oben beschriebenen Verhältnissen in Brakken schalten sich auch hier in die Schmelzwassersande und -kiese zuweilen tonige Reste der Grundmoräne oder tonig-schluffige Lagen dazwischen. Das Einzugsgebiet dieses Werkes ist sehr viel größer als das des Ochtruper Wasserwerkes. Daher erübrigt sich hier eine künstliche Grundwasseranreicherung, zumal auch die Wasserentnahme geringer ist.

g) Grundwasserreserven

Im Bereich der Blätter Gronau und Ochtrup stehen Gebiete mit größeren Grundwasserreserven wegen der bereits vorhandenen Beanspruchung durch die beschriebenen öffentlichen Wasserwerke und hier nicht angeführte Brunnen von Industriebetrieben nicht mehr zur Verfügung.

Aus pleistozänen Schichten sind lediglich kleinere Grundwasserentnahmen in folgenden Bereichen noch möglich:

1. nordöstlich des Eper Berges aus einer schmalen Rinne;
2. im Schöttelkotterhook westlich des Goorbaches (Anreicherung des Grundwassers durch künstliche Infiltration von Oberflächenwasser möglich);
3. westlich von Wettringen (gegebenenfalls künstliche Grundwasseranreicherung möglich);
4. südwestlich von Haddorf aus einem ca. 8—10 km² großen Bereich mit z. T. mehr als 10 m mächtigen Sanden.

Aus den mesozoischen Grundwasserleitern sind kleinste Grundwasserentnahmen — mit Ausnahme aus den Barrëmetonmergeln — überall möglich und dürften für Hauswasserversorgungen ausreichen.

G. Die Böden

von

WALTER GÖTZ SCHRAPS

Die Ausprägung der Böden ist in erster Linie durch die Ausbildung und die chemische Beschaffenheit der anstehenden Gesteine bedingt, die unter dem Einfluß der bodenbildenden Faktoren mehr oder weniger tiefgreifende Veränderungen erleiden und sich danach zu bestimmten Bodentypen entwickeln. Unter den bodenbildenden Faktoren spielen das Klima und die Grundwasserverhältnisse eine besonders wichtige Rolle, aber auch das Relief, die Vegetation, die Einwirkung der Bodenfauna und die des Menschen haben große Bedeutung.

Das Gebiet der Blätter Gronau, Ochtrup und Glanerbrücke gehört zum maritim betonten atlantischen Klimabereich Nordwestdeutschlands und hat dementsprechend eine mittlere Jahrestemperatur von rd. 9° C, während die Niederschläge im langjährigem Mittel bei etwa 750 mm liegen.

Unter den anstehenden Gesteinen sind solche des Quartärs besonders weit verbreitet. Sie haben im überwiegenden Teil des Gebietes Mächtigkeiten von über 2 m, bedecken aber in einem mehr oder weniger geschlossenen, meist nur dünnen Schleier auch die an die Oberfläche kommenden Schichten des Mesozoikums, bei denen es sich um solche der Trias, des Juras und der Kreide handelt.

a) Die Böden auf den Ablagerungen der Trias

Von den auf den Ochtruper Sattel beschränkten Sedimenten der Trias bestehen die des mittleren Buntsandsteins aus sehr schluffreichen (60—80 %) Letten, die gelegentlich milde Sandsteinbänkchen enthalten. Sie sind häufig von geringmächtigen Geschiebelehmresten überlagert oder von einem dünnen Flugsandschleier bedeckt. Die auf diesen Substraten entstandenen Böden sind schwach pseudovergleyte Braunerden, Pseudogley-Braunerden und Braunerden-Pseudogleye. Gelegentlich kommen auch Pseudogleye mit kurzer Vernässungsphase vor. Vielfach ist eine geringe Podsolierung festzustellen, die vor allem bei basenarmen Substraten auftritt. Der Typus dieser Böden wird etwa durch das folgende Profil einer schwach podsolierten Pseudogley-Braunerde gekennzeichnet, das nördlich der Straße Ochtrup—Bilk (Blatt Ochtrup ²⁵ 81 800, ²⁷ 86 125) aufgenommen wurde.

4) Da die Herausgabe einer bodenkundlichen Karte im Maßstab 1 : 25 000 geplant ist, wurde von einer detaillierten Darstellung der Bodenverhältnisse abgesehen.

O	0— 6 cm	mullartiger Moder	schwarzbraun
A _h A _c	— 15 cm	schwach humoser, lehmiger Sand	gebleicht
B _v	— 55 cm	steiniger, stark lehmiger Sand	hellgelbbraun
B _v S _w	— 80 cm	schwach steiniger, stark lehmiger Sand	hellrötlichbraun, eisenfleckig
IIS _d	—150 cm +	stark schluffiger Ton bis Schiefer-ton	braunrot

Die Intensität der Pseudovergleyung hängt sehr stark von dem Aufbau der Bodenschichten ab. Die in die tonig-schluffigen Letten eingelagerten Sandsteinbänke wirken im Verein mit weit verbreitet vorkommenden Eiskeilen als natürliche Dränung und verhindern eine stärkere anhaltende Vernässung. Deshalb wurden die Böden schon früh landwirtschaftlich genutzt. Sie sind vielfach durch Plaggendüngung verbessert worden. Ihre humosen A-Horizonte erreichen Mächtigkeiten bis zu 100 cm.

Wesentlich ungünstiger sind die Bodenverhältnisse im Bereich der Ablagerungen des Röt, die aus Tonsteinen bestehen, deren Verwitterungsmaterial die Entstehung stärkerer Staunässe fördert. Die hier vorkommenden Böden sind deshalb durchweg Pelosole, Pseudogley-Pelosole und Pseudogleye. Da, wo die Röttone von geringmächtigen quartären Sedimenten überlagert sind, haben sich meist ebenfalls Pseudogleye entwickelt, gelegentlich Pelosol-Pseudogleye.

Die Kalke und Mergel des Muschelkalks sind häufig von stark lokal gefärbten Geschiebelehmresten bedeckt, und die auf ihnen entstandenen Böden sind überwiegend Rendzinen. Neben Mergel-Rendzinen (z. B. südlich des neuen Ochtruper Friedhofs) finden sich sowohl Übergänge zu Braunerde-Rendzinen als auch solche zu Pseudogleyen.

b) Die Böden auf den Ablagerungen des Juras

Jurassische Gesteine kommen nur an wenigen Stellen des Gebietes an die Oberfläche. Es handelt sich dabei überwiegend um dünnbankige Kalke und dünnblättrige bituminöse Mergel, die aber meist nicht unmittelbar zutage anstehen, sondern fast immer von Geschiebelehm unterschiedlicher Mächtigkeit bedeckt sind. Dieser ist in der Regel mit mehr oder weniger stark verwittertem jurassischem Gesteinsmaterial durchsetzt, und die auftretenden Böden sind mehr oder weniger kalkhaltige Pseudogleye mit stärkerer Vernässung, wie sie z. B. am Westrand des Blattes Ochtrup an der Bentheimer Straße vorkommen.

c) Die Böden auf den Ablagerungen des Wealdens

Die Wealdensedimente sind überwiegend Kalksteine und Mergel, die als Härtinge die Landschaft überragen. Sie tragen meist noch Reste von Geschiebelehm, die mit den Verwitterungsprodukten der Wealdensedimente vermischt sind. Aus diesem Substrat sind gelegentlich Rendzinen entstanden, meist aber Übergänge von solchen zu Pseudogleyen, vielfach Rendzina-Braunerden, wie z. B. an der Badeanstalt Ochtrup. Auf Flächen mit tiefgründiger Verwitterung haben sich Pseudogleye gebildet.

Die Böden sind zum Teil geplaggt. Die dadurch entstandenen Plaggenesche haben Humushorizonte von 50—80 cm Mächtigkeit.

d) Die Böden auf den Ablagerungen der Unterkreide

Die Böden im Bereich der Unterkreide lassen sich nach der petrographischen Ausbildung der anstehenden Sedimente in zwei Gruppen gliedern.

1. Böden im Bereich der tonigen Ablagerungen

Während sich auf den unmittelbar an der Oberfläche anstehenden Tongesteinen durchweg Pelosole entwickelt haben, die zum Teil stärkere Merkmale der Pseudovergleyung zeigen, sind auf den mit undurchlässigem Geschiebelehm überdeckten Flächen Pseudogleye entstanden, die in günstigen Lagen zur Verbraunung neigen (Braunerde-Pseudogleye). In der Osterbauerschaft der Gemeinde Ochtrup (Blatt Ochtrup und Gronau) sind die Unterkreide-Tone häufig von quartären Sanden bedeckt, und bei den dortigen Böden ist die typologische Ausprägung stark vom Relief der Unterkreide-Oberfläche abhängig. Größeres Gefälle ermöglicht selbst bei nur 80 cm Sandüberdeckung noch die Bildung von Podsolen mit gut gegliederten Profilen. Meist fehlen in den schlecht zeichnenden Sanden der B-Horizonte der Podsole Hinweise auf Staunässe, also die typischen Eisenfleckungen und die Konkretionsbildungen der Pseudovergleyung. Nur ein stark gebleichter Horizont unmittelbar im Hangenden der stauenden Schicht weist auf die zeitweilige Vernässung hin.

Ein typisches Profil wurde am östlichen Rand von Blatt Gronau in einem Kiefernwald aufgenommen (²⁵ 78 020, ⁸⁷ 91 775):

A _h A _e	— 35 cm	humoser bis schwach humoser Sand	graubraun (gebleicht)
A _e	— 50 cm	schwach humoser Sand	aschgrau, stark gebleicht
B _{hs}	— 70 cm	Sand	hellrostbraun eisenschüssig
S _w	— 85 cm	Sand	hellgelbbraun, gebleicht, Konkretio- nen (an der Basis eisenschüssig)

IIS _{d1}	—100 cm	schluffiger Ton	blaugrau, eisenfleckig
IIS _{d2}	— 120 cm	schwach steiniger, schluffiger Ton	blaugrau, stellenweise eisenfleckig

Bei schwächerem Gefälle der Unterkreide-Oberfläche kam es zur Ausbildung von Pseudogleyen mit unterschiedlicher Naßphase, bei anhaltender Wasserführung in Eintiefungen und Rinnen zur Entstehung von Gleyen oder Podsol-Gleyen.

2. Böden im Bereich der sandigen Ablagerungen

Die sandigen Unterkreide-Sedimente schwanken in ihrer Zusammensetzung zwischen tonflaserigen Sandsteinen und sandigen Tonsteinen und heben sich morphologisch meist als Höhenrücken heraus. Neben Podsolen unterschiedlicher Ausbildung (schwache Podsole in Hochlagen, starke Podsole in Hanglagen) treten podsolige Braunerden und schwache Pseudogleye auf, z. B. nördlich Ochtrup.

Die Böden werden seit langer Zeit landwirtschaftlich genutzt und sind zu einem Teil geplaggt worden, was zu einem starken Anwachsen der humosen Auflage geführt hat. Dabei sind Plaggenesche mit A-Horizonten bis zu 100 cm Mächtigkeit entstanden.

e) Die Böden auf den Ablagerungen der Oberkreide

Die Sedimente der Oberkreide sind durchweg karbonathaltig. Soweit sie unmittelbar zutage anstehen, sind bei geringer Verwitterungstiefe, insbesondere auf den Kalksteinen, gelegentlich Rendzinen entstanden, wie z. B. am Bilker Berg auf Blatt Ochtrup. Bei tiefgründigerer Verwitterung, vor allem auf den Mergeln, kommt es zu stärkerer Staunässebildung, die den Böden das Gepräge von Pseudogley-Rendzinen bzw. von Pseudogleyen gibt. In günstigen Lagen finden sich Übergänge zu Braunerden (Rendzina-Braunerde).

In größeren Flächen sind die Gesteine der Oberkreide durch quartäre Sedimente geringer Mächtigkeit bedeckt. Dabei sind zweischichtige Profile entstanden, die als Podsole, Braunerden und Pseudogleye ausgeprägt sind.

Die Oberkreide-Böden sind ebenfalls in größerem Umfang geplaggt worden, was zur Entstehung von Plaggeneschen geführt hat.

f) Die Böden auf den Ablagerungen des Quartärs

Aus den Quartärablagerungen sind nur dann vom mesozoischen Untergrund relativ unabhängige Böden entstanden, wenn sie eine Mächtigkeit von mehr als 2 m haben.

Bei den Geschiebelehmen variiert die typologische Ausprägung der Böden je nach der Bodenart und der Lage im Oberflächenrelief. Neben schwachen Podsolen treten podsolige Braunerden mit geringer Basensättigung und basenreichere Braun-

erden auf. Bei Staunäseeinfluß, vor allem in Gebieten mit schweren Lokalmoränen, sind Pseudogleye entstanden.

Bei zweischichtigen Profilen, z. B. bei Flugsandüberwehung oder Talsandauf-lagerung, wirkt sich die mehr oder weniger große Undurchlässigkeit des Geschiebelehms und das Gefälle seiner Oberfläche stark aus. Dementsprechend sind je nach dem Ausmaß der Staunäsebildung und der Mächtigkeit der Deckschichten Pseudogleye, Podsol-Pseudogleye und Podsole entstanden. Nördlich der Straße Ochtrup — Bilk wurde in einem Mischwald das Profil eines Pseudogley-Podsols aufgenommen, der bei nur 60 cm Sand über tonigem Geschiebelehm ein typisches Podsolprofil zeigt. Die Staunäse macht sich hier nur durch einen Bleichhorizont über der stärker geneigten Stauschicht bemerkbar.

Für die basenarmen Böden der Sandgebiete ist der Einfluß des Grundwassers von großer Bedeutung. Während es auf den älteren Dünen und den Flugsandflächen zur Bildung von Eisen-Humus-Podsolen und Gley-Podsolen unterschiedlicher Ausprägung gekommen ist und in den jungen Dünengebieten zur Entwicklung von Podsol-Rankern kam, entstanden in den meist tiefer liegenden Talsandgebieten bei den dort höheren Grundwasserständen Podsol-Gleye und Gleye. Bei stärkerer Vernässung haben sich Naßgleye und Anmoorgleye entwickelt, in Extremfällen ist es zur Entstehung von Niedermooren gekommen. Anmoorgleye, Naßgleye und Gleye wechseln auf engstem Raum und sind miteinander verzahnt.

Vereinzelt, vor allem auf Blatt Gronau, finden sich noch Reste von Hochmooren, die jedoch meist abgetorft oder durch Kulturmaßnahmen verändert sind.

Gleye, Naßgleye und Anmoorgleye finden sich auch auf den holozänen sandigen Ablagerungen in den Tälern der Vechte, Aa und Dinkel. Hier treten in Rand-senken z. T. auch lehmige Sedimente auf (Auenlehme), aus denen sich meist Gleye mit besonders stark ausgeprägtem G_0 -Horizont entwickelt haben. Durch die Kan-alisierung der Wasserläufe ist der Grundwasserspiegel in den Talauen örtlich stärker abgesenkt worden, wodurch die Ausprägung der Böden z. T. in eine neue Richtung gelenkt ist. Das wirkt sich z. B. in den höher gelegenen Gebieten des Vechte-Tals schon deutlich aus, wo die Böden teilweise eine Verbraunung erkennen lassen.

Die grobkörnigen Sedimente des Münsterländer Kiessandzuges auf Blatt Ochtrup sind meist von Flugsanden bedeckt. Hier haben sich neben podsoligen Braunerden mit geringer Basensättigung Podsole unterschiedlicher Ausprägung gebildet.

Die höher gelegenen Kuppen in den Talsandgebieten, insbesondere die Dünen, sind schon sehr früh in landwirtschaftliche Nutzung genommen und lange Zeit geplaggt worden. Dadurch sind Plaggenesche mit mächtigen humosen Horizonten entstanden. Solche Plaggenesche finden sich inselartig über das ganze Gebiet ver-teilt. Besonders intensiv ist die Plaggenwirtschaft im Zuge der Vechte, der Aa und der Dinkel betrieben worden. Die Uferwälle dieser Gewässer bilden heute zusammenhängende Züge von braungrauen Plaggeneschen mit humosen Oberböden zwischen 100 und 150 cm.

g) Nutzung der Böden

Im Gebiet der Meßtischblätter Ochtrup, Gronau und Glanerbrücke überwiegt die Grünlandnutzung. Die Ackerländereien konzentrieren sich auf einige besonders günstige Stellen, in erster Linie auf die schluffig-sandigen Flächen um Ochtrup, die kalkig-mergeligen um Wettringen, die sandig-lehmigen bei Gildehaus und die Vechte-Uferwälle. Die meisten dieser Böden sind durch Plaggendüngung verbessert worden. Das gilt auch für die über das gesamte Gebiet verstreuten Flugsandflächen, soweit sie ackerbaulich genutzt werden. Der Erfolg dieser Plaggenwirtschaft macht sich gegenüber den nicht behandelten Flächen deutlich bemerkbar und wirkt sich besonders bei der Frühjahrsbestellung aus.

Von den Grünlandböden sind die der Sandgebiete von guter Qualität. Die Böden der Unterkreide-Ablagerungen, die zu stärkerer Vernässung neigen, sind vielfach nicht ausreichend trittfest, so daß Weidenutzung oft nicht möglich ist.

Größere Gebiete werden forstwirtschaftlich genutzt, und zwar vor allem die Flächen, in denen die Unterkreide-Tone von Flugsanden überdeckt sind.

H. Bohrungen

Ein Teil der im Bohrarchiv des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen in Krefeld vorhandenen Schichtenverzeichnisse ist nachstehend in gekürzter Form angeführt. Es wurden die von der Erdölindustrie abgeteufte Bohrungen ausgewählt, da sie wegen ihrer größeren Teufen für die geologische Kenntnis des Kartengebietes von besonderer Bedeutung sind. Die Bohrungen sind von Westen nach Osten fortlaufend nummeriert.

Die Ziffern vor den Namen der Bohrungen stimmen mit denen der Bohrpunkte auf der Übersichtskarte auf Taf. 3 und der geologischen Karte überein. Dort sind außerdem die Endteufe und das geologische Symbol der zuletzt erreichten Schicht angegeben.

1—32

Auftraggeber : Konsortium Gewerkschaft Brenner-Deutag-Gewerkschaft Elwerath

Bearbeiter : J. WOLBURG

Bohrzeit : 1943

Höhen über NN soweit nicht anders vermerkt etwa 40 m

1. Gronau 3, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷¹ 850, h ⁵⁷⁸⁵ 540
— 5,9 m Quartär
— 19,1 m Mittelvalendis
2. Gronau 4, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷² 700, h ⁵⁷⁸⁶ 380
— 9,3 m Quartär
— 18,7 m Unterhauertive
3. Gronau 8, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷¹ 340, h ⁵⁷⁸⁶ 220
— 19,2 m Quartär
— 23 m Unterhauertive
4. Gronau 9, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷² 630, h ⁵⁷⁸⁶ 200
— 6,2 m Quartär
— 11,85m Unterhauertive
5. Gronau 15, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷³ 220, h ⁵⁷⁸⁶ 110
— 6,8 m Quartär
— 22 m Obervalendis

6. Gronau 16, Bl. Gronau 3708, r ²⁵72 680, h ⁵⁷86 840
 — 9,5 m Quartär
 — 22 m Unterhauterive
7. Gronau 17, Bl. Gronau 3708, r ²⁵72 060, h ⁵⁷86 870
 — 15,9 m Quartär
 — 33 m Mittelvalendis
8. Gronau 18, Bl. Gronau 3708, r ²⁵73 420, h ⁵⁷87 200
 Höhe ü. NN: 44 m
 — 5,1 m Quartär
 — 19 m Unterbarrême
9. Gronau 32, Bl. Gronau 3708, r ²⁵70 350, h ⁵⁷85 750
 — 7,9 m Quartär
 — 32 m Unterbarrême
 — 44,5 m Oberhauterive
10. Gronau 33a, Bl. Gronau 3708, r ²⁵70 060, h ⁵⁷85 980
 — 12,5 m Quartär
 — 31,9 m Unterbarrême
 — 54,4 m Oberhauterive
11. Gronau 34a, Bl. Gronau 3708, r ²⁵69 470, h ⁵⁷86 230
 — 1,9 m Quartär
 — 38,4 m Mittelbarrême
12. Gronau 36a, Bl. Gronau 3708, r ²⁵69 600, h ⁵⁷86 570
 — 0,9 m Quartär
 — 24,0 m Oberhauterive
 — 45,8 m Unterhauterive
13. Gronau 37, Bl. Gronau 3708, r ²⁵69 480, h ⁵⁷85 920
 — 1,9 m Quartär
 — 3,0 m Untercenoman
 — 37,5 m Oberalb
14. Gronau 38, Bl. Gronau 3708, r ²⁵68 740, h ⁵⁷86 290
 Höhe ü. NN: 44 m
 — 4,2 m Quartär
 — 57,3 m Oberalb

15. Gronau 39, Bl. Gronau 3708, r ²⁵68 760, h ⁵⁷86 790
 Höhe ü. NN: 44 m
 — 9,30m Quartär
 36,0 m Mittelbarrême
16. Gronau 41, Bl. Gronau 3708, r ²⁵69 290, h ⁵⁷86 820
 Höhe ü. NN: 41 m
 — 4,2 m Quartär
 — 42,0 m Unterhaueterive
17. Gronau 42, Bl. Gronau 3708, r ²⁵70 160, h ⁵⁷86 180
 — 13,2 m Quartär
 — 38,2 m Unterhaueterive
18. Gronau 43, Bl. Gronau 3708, r ²⁵70 700, h ⁵⁷86 300
 — 8,5 m Quartär
 — 92,5 m Unterhaueterive
 — 96,0 m Obervalendis
19. Gronau 44, Bl. Gronau 3708, r ²⁵70 900, h ⁵⁷86 500
 — 7,6 m Quartär
 — 96,5 m Unterhaueterive
 — 98,5 m Obervalendis
20. Gronau 45, Bl. Gronau 3708, r ²⁵71 230, h ⁵⁷86 860
 — 9,3 m Quartär
 — 95,0 m Unterhaueterive
 — 96,0 m Obervalendis
21. Gronau 46, Bl. Gronau 3708, r ²⁵71 380, h ⁵⁷87 070
 — 21,8 m Quartär
 — 45,9 m Unterhaueterive
 — 102,2 m Obervalendis
22. Gronau 47, Bl. Gronau 3708, r ²⁵71 600, h ⁵⁷87 370
 — 16,3 m Quartär
 — ∞30,0 m Obervalendis
 — 102,3 m Mittelvalendis
23. Gronau 48, Bl. Gronau 3708, r ²⁵72 080, h ⁵⁷87 390
 — 12,6 m Quartär
 — 88,0 m Unterhaueterive
 — 139,5 m Obervalendis
 — 233,0 m Mittelvalendis

24. Gronau 49, Bl. Gronau 3708, r ²⁵71 500, h ⁵⁷87 590
 — 12,3 m Quartär
 — 79,0 m Unterhauertive
 — 125,5 m Obervalendis
 — 135,3 m Mittelvalendis („Polypptychiten“-Schichten)
 — — — — Störung — — — —
 — 144,8 m Mittelvalendis (*Platylenticeras*-Schichten)
 — 158,7 m Wealden
25. Gronau 50, Bl. Gronau 3708, r ²⁵70 650, h ⁵⁷87 470
 Höhe ü. NN: 36,5 m
 — 12,3 m Quartär
 — 54,0 m Oberhauertive
 — — — — Störung — — — —
 — 115,7 m Unterhauertive
 — 192,0 m Obervalendis bis ? Mittelvalendis
26. Gronau 51, Bl. Gronau 3708, r ²⁵70 970, h ⁵⁷87 720
 Höhe ü. NN: 38,5 m
 — 10,2 m Quartär
 — 58,5 m Oberhauertive
 — 78,1 m Unterhauertive
27. Gronau 52, Bl. Gronau 3708, r ²⁵71 260, h ⁵⁷88 060
 — 13,0 m Quartär
 — 54,5 m Oberhauertive
 — 100,0 m Unterhauertive
 — 214,4 m Obervalendis
 — 271,5 m Mittelvalendis
28. Gronau 53, Bl. Gronau 3708, r ²⁵72 820, h ⁵⁷86 760
 — 10,0 m Quartär
 — 79,3 m Mittelvalendis
 — 84,0 m Wealden
29. Gronau 54, Bl. Gronau 3708, r ²⁵72 720, h ⁵⁷86 470
 — 8,0 m Quartär
 — 56,2 m Mittelvalendis
30. Gronau 55, Bl. Gronau 3708, r ²⁵73 280, h ⁵⁷86 130
 — 4,0 m Quartär
 — 105,4 m Obervalendis

31. Gronau 56, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷² 850, h ⁵⁷⁸⁵ 680
- 8,2 m Quartär
 - 22,2 m Unterhauterive
 - 24,5 m Obervalendis
 - 61,5 m Mittelvalendis
 - 82,5 m Wealden
32. Gronau 57, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷² 370, h ⁵⁷⁸⁶ 100
- 7,5 m Quartär
 - 14,5 m Unterhauterive
 - 73,2 m Valendis
 - 76,5 m Wealden
33. Neu-Gronau 1, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷¹ 520, h ⁵⁷⁸⁶ 260
- Auftraggeber : Konsortium Deutag — Elwerath
- Bearbeiter : ALDINGER, HEIDORN, LÖGTERS, RIEDEL, SCHEFFEN, STROBEL
und WOLBURG
- Bohrzeit : 1942
- Höhe über NN: ∞ 40 m
- 13 m Quartär
 - 72,2 m Barrême
 - ca. 190 m Hauterive
 - ca. 275 m Hauterive und Valendis ungegliedert
 - ca. 423 m Valendis
 - ca. 481,6 m Wealden
34. Neu-Gronau 2 (Reichsbohrung 944), Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷¹ 660,
h ⁵⁷⁸⁷ 380
- Auftraggeber : Konsortium Deutag, Gewerkschaft Elwerath, Gewerkschaft
Brenner
- Bearbeiter : HEIDORN, HOFFMANN, MIDDENDORF, RIEDEL, BISCHOFF &
WOLBURG (1963)
- Bohrzeit : 30. 11. 1942 — 9. 6. 1943
- Höhe über NN: 40 m
- 12,8 m Quartär
 - 30,2 m Obervalendis
 - 169,5 m Mittelvalendis
 - ca. 370 m Wealden
 - 425,0 m Oberalm 6
 - 486,0 m Oberalm 5
 - 508,0 m Oberalm 4 b

—	522,0 m	Oberalm 4 a
—	530,0 m	Oberalm 3
—	544,0 m	Oberalm 2 + 1
—	585,0 m	Malm ohne Einstufungsmöglichkeiten (bunte Schichten)
— — — — —		Transgression — — — — —
—	680,0 m	Dogger δ (Oberbajocium)
— — — — —		Störung — — — — —
—	692,8 m	Dogger δ 1 (Mittelbajocium)

35. Gronau DEA 1, Bl. Gronau 3708, r ²⁵72 068, h ⁵⁷87 715
- Auftraggeber : Konsortium Brenner — Deilmann Bergbau GmbH — Gewerkschaft Elwerath — Deutsche Erdöl AG
- Bearbeiter : DEECKE, HECHT, HOFFMANN, PLUMHOFF, SEITZ, WERNER, BISCHOFF & WOLBURG (1963)
- Bohrzeit : 1. 2. 1950 — 14. 2. 1951
- Höhe über NN: ∞ 40 m
- | | | |
|-----------|-------------|---|
| — | 10,0 m | Quartär |
| — | ca. 120,0 m | Oberhauterive |
| — | 205,0 m | Untershauterive |
| — | 387,0 m | Valendis |
| | | von 263—290 m Dichotomiten-Sandstein |
| | | von 316—372 m Bentheimer Sandstein |
| — | 422,0 m | Wealden 4—6 |
| — | 467,0 m | Wealden 3 |
| — | 493,0 m | Wealden 2 |
| — | 512,0 m | Wealden 1 |
| — | 525,0 m | Oberalm 6 |
| — — — — — | | Störung (Ausfall von 80—90 m Oberalm 6 + 5) — — — — — |
| — | 535,0 m | Oberalm 5 |
| — | 553,0 m | Oberalm 4 b |
| — | 562,0 m | Oberalm 4 a |
| — | 568,0 m | Oberalm 3 |
| — | ca. 583,0 m | Oberalm 1 + 2 |
| — — — — — | | Transgression — — — — — |
| — | 674,0 m | Dogger γ (Unterbajocium) |
| — — — — — | | Störung — — — — — |
| — | 706,0 m | Lias ε (Untertoarcium) |
| — | 764,0 m | Lias δ 2 (Unterdomerium) |
| — | 820,0 m | Lias δ 1 (Unterdomerium) |
| — | ca. 855 m | Lias γ (Untercarixium) |
| — | ca. 1027 m | Lias β bis Oberrhät |
| — | 1142,0 m | Muschelkalk |
| — | 1346,0 m | Rötton |

—	1620,0 m	Rötsalz
—	—	Störungsbereich von ∞ 1620 — 1640 m
—	1772,0 m	Werra-Steinsalz
—	1866,8 m	Unterer Werra-Anhydrit
—	1867,8 m	Zechsteinkalk
—	1867,85 m	Kupferschiefer
—	1867,9 m	Zechsteinkonglomerat
—	—	Transgression
—	1890,0 m	Oberkarbon (Westfal D)

36. Gronau DEA 2; Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷² 274, h ⁵⁷⁸⁵ 837

Auftraggeber :	Gewerkschaft Brenner, Deilmann Bergbau GmbH, Gewerkschaft Elwerath, Deutsche Erdöl AG	
Bearbeiter :	DEECKE, HECHT, HOFFMANN, PLUMHOFF, SEITZ, BISCHOFF & WOLBURG (1963)	
Bohrzeit :	5. 5. — 1. 7. 1952	
Höhe über NN:	44 m	
—	8 m	Quartär
—	52 m	Unterhauterive
—	79,0 m	Valendis (wahrscheinlich Zone des Bentheimer Sandsteins)
—	—	Transgression
—	120 m	Wealden 4 (evtl. auch höher)
—	150 m	Wealden 3
—	178 m	Wealden 2 + 1
—	ca. 240 m	Oberalm 6
—	317 m	Oberalm 5
—	343 m	Oberalm 4 b
—	396 m	Oberalm 4 a + 3
—	420 m	Oberalm 2 + ? 1
—	570 m	Malm ohne Einstufungsmöglichkeit (bunte, z. T. konglomeratische Schichten)
—	—	Transgression
—	635 m	Dogger ζ + ε und möglicherweise δ
—	—	635—665 m Störung ?
—	690 m	Dogger γ bis β
—	—	Störung oder Transgression
—	701 m	Lias ε (Untertoarcium)
—	726 m	Lias ungegliedert bis α 3
—	744 m	Lias α bis Mittelrhät (darin wohl Störung)
—	—	Transgression
—	749,6 m	Muschelkalk

37. Gildehaus Süd 1, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷³ 438, h ⁵⁷⁹² 060
 Auftraggeber : Deilmann Bergbau GmbH, Gewerkschaft Elwerath
 Bearbeiter : BEER, GOERLICH, KEMPER (1963 a), MERTENS, von PROSCH,
 BISCHOFF & WOLBURG (1963)
 Bohrzeit : 16. 3. — 20. 4. 1954
 Höhe über NN: 38 m
 — 8 m Quartär
 — ca. 230 m Barrême
 — 520 m Hauterive
 330—385 m Gildehauser Sandstein
 — — — — — ? Transgression — — — — —
 — ca. 578,0 m Valendis
 560—ca. 578 m Bentheimer Sandstein (gestört ?)
 — — — — — ? Transgression — — — — —
 — 603,0 m Wealden 5—6 und 4 (gestört)
 — — — — — Störung — — — — —
 — 610,0 m Oberalm 6
 — — — — — Transgression — — — — —
 — ca. 726,0 m Lias $\delta + \gamma$ und $\beta - \alpha$
 — ca. 741,0 m Rhät
 — — — — — Transgression — — — — —
 — 765,0 m Muschelkalk
38. Bentheim 11 (Reichsbohrung 838), Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷⁸ 270,
 h ⁵⁷⁹⁶ 040
 Auftraggeber : Konsortium Gewerkschaft Elwerath, Gewerkschaft Nord-
 deutschland
 Bearbeiter : BEYER, HEIDORN, RIEDEL, BISCHOFF & WOLBURG (1963)
 Bohrzeit : 16. 10. 1941 — 14. 1. 1944
 Höhe über NN: 57 m
 — ca. 150 m Unterhauterive
 — 375 m Valendis
 — ca. 735 m Wealden
 — 790 m Oberalm 6
 — 870 m Oberalm 5 (mit Salz)
 — 894 m Oberalm 4 b
 — 914 m Oberalm 4 a
 — 920 m Oberalm 3
 — 928 m Oberalm 2
 — — — — — Transgression — — — — —
 — 960 m Lias δ
 — 1105 m Lias ungliedert und Rhät
 — — — — — Transgression — — — — —

- 1259 m Muschelkalk
 - 1555 m Röt (mit Salz)
 - 1835 m Mittlerer Buntsandstein
 - 2108,7 m Unterer Buntsandstein
 - 2109,0 m Grenzanhydrit
 - 2120,1 m Aller-Steinsalz mit Relikten von Pegmatitanhydrit und Rotem Salzton
 - 2152,3 m Leine-Steinsalz (Riedel-Gruppe)
von 2131,1—2134,1 m Anhydritmittel-Zone
 - 2153,2 m Hauptanhydrit
 - 2200,2 m Plattendolomit
 - 2202,6 m Deckanhydrit
 - 2205,6 m Staßfurt-Steinsalz
 - 2212,8 m Basalanhydrit
 - 2257,3 m Hauptdolomitregion
 - 2278,7 m Oberer Werra-Anhydrit
 - 2515,8 m Werra-Steinsalz
 - 2541,7 m Unterer Werra-Anhydrit
 - 2546,3 m „Unterer Dolomit“ (Zechsteinkalk)
39. Bentheim 2, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷⁸ 100, h ⁵⁷⁹⁵ 830
Bohrzeit : 1905
Höhe über NN: 55 m
— 150 m Hauterive
— 436 m Valendis
— 844 m Wealden
— 901,9 m Obermalm
40. Sieringhoek, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷⁷ 980, h ⁵⁷⁹⁵ 420
Auftraggeber : Westdeutsche Erdölwerke & Co.
Bearbeiter : BENTZ
Bohrzeit : 1907
Höhe über NN: 53 m
— 0,5 m Quartär
— ca. 330 m Hauterive
— 399 m Obervalendis
41. Gildehaus Z 1, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷⁵ 345, h ⁵⁷⁹⁰ 975
Auftraggeber : Konsortium Deilmann Bergbau GmbH — Gewerkschaft Elwerath
Bearbeiter : GOERLICH, HEIDORN, RICHWIEN
Bohrzeit : 15. 8. 1955 — 6. 1. 1956
Höhe über NN: ∞ 40 m
— ? 10 m Quartär

—	ca. 350	m	Barrême
—	ca. 580	m	Hauterive
—	637	m	Valendis?
—	—	—	Störung — — — — —
—	735	m	Lias $\delta - \beta$
—	—	—	? Störung — — — — —
—	? 780	m	(oder tiefer) Muschelkalk
—	934	m	Oberes Röt
—	960	m	Rötsalz
—	1338	m	Mittlerer Buntsandstein
—	1521	m	Unterer Buntsandstein
—	1533,8	m	Grenzanhydrit
—	1555,55	m	Leine-Steinsalz (anhydritisch)
—	1556,65	m	Hauptanhydrit
—	1558,15	m	Dolomit und Anhydrit (Übergangsschichten zum Plattendolomit)
—	ca.1598,0	m	Plattendolomit i. e. S. + Grauer Salztou
—	1605,5	m	Anhydrit 2
—	1648,5	m	Hauptdolomitregion
—	1667,7	m	Oberer Werra-Anhydrit
—	1683,1	m	Werra-Steinsalz

42. Ochtrup Z 1, Bl. Gronau 3708, r ²⁵⁷⁷ 115, h ⁵⁷⁸⁸ 995
 Auftraggeber : Konsortium Deilmann Bergbau GmbH — Gewerkschaft Elwerath
 Bearbeiter : ERNST, GREBE, KEMPER (1963 a), M. & R. TEICHMÜLLER, WOLBURG
 Bohrzeit : 20. 1. — 13. 5. 1958
 Höhe über NN: ∞ 41 m
 — 5 m Pleistozän
 — ca. 170 m Mittelbarrême
 — ca. 355 m Unterbarrême
 — ca. 475 m Oberhauterive
 — ca. 545 m Unterhauterive
 — 613 m Valendis
 — 619 m Wealden 6
 — 623 m Wealden 5
 — 640 m Wealden 4
 — 650 m Wealden 3
 — 654 m Wealden 2
 — — — — — Transgression — — — — —
 — 663 m Oberalm 6—5 (Grenzregion Oberalm 6/5 mikropaläontologisch nachgewiesen)

— — — — —	Transgression	— — — — —
—	766 m	Röt
—	1100 m	Mittlerer Buntsandstein
—	1310,5 m	Unterer Buntsandstein
—	1317 m	Grenzanhydrit + Hauptanhydrit
—	1358,5 m	Plattendolomit — Äquivalente des Grauen Salztons
—	1365,5 m	Anhydrit 2 (Deckanhydrit + Basalanhydrit)
—	1402 m	Hauptdolomitregion
—	1418,5 m	Oberer Werra-Anhydrit
—	1980,5 m	Werra-Steinsalz vonn 1837,5—1847,5 m Anhydritmittel
—	2080,5 m	Unterer Werra-Anhydrit
—	ca.2088,5 m	Zechsteinkalk
—	ca.2089 m	Kupferschiefer (+ Zechsteinkonglomerat ?)
— — — — —	Transgression	— — — — —
—	2153,4 m	Karbon (Westfal D)

43. Ochtrup — Lambertimark 1, Bl. Gronau 3708, r ²⁵78 180, h ⁵⁷87 050

Bohrzeit :	Konsortium Deilmann Bergbau GmbH — Gewerkschaft Elwerath	
Auftraggeber :	HEIDORN, HÜTTNER, WOLBURG	
Bearbeiter :	29. 5. — 18. 7. 1952	
Höhe über NN:	57 m	
—	6 m	Quartär
—	ca. 140 m	Hauterive
—	ca. 167 m	Obervalendis
—	190 m	Mittelvalendis („Polyptychiten“-Schichten)
—	335 m	Wealden 6—? 3
— — — — —	337 m	Überschiebung — — — — —
—	ca. 355 m	„mergeliger“ Bentheimer Sandstein
—	ca. 365 m	„toniger“ Bentheimer Sandstein
—	415 m	Unterkreide unbekanntes Alters
—	508 m	Unterkreide („Hauterive oder Barrême“)
—	639,2 m	Barrême bis Unterhalb

44. Ochtrup 1, Bl. Ochtrup 3702, r ²⁵82 140, h ⁵⁷87 780

Bearbeiter :	HEIDORN u. a. ?	
Bohrzeit :	1936	
Höhe über NN:	61 m	
—	0,5 m	Quartär
—	50 m	Mittlerer Buntsandstein
—	395 m	Unterer Buntsandstein
—	ca. 420 m	Residualbildungen
—	ca. 520 m	Zechstein ungegliedert

—	230 m	Röt
—	641 m	Mittlerer Buntsandstein
—	835,6 m	Unterer Buntsandstein
—	840,5 m	Äquivalente des Hautanhydrits mit Einsturzbildungen aus Buntsandstein und höherem Zechstein
—	879,4 m	Plattendolomit
—	—	Störung
—	920,2 m	eingefaltete Serie des Werra-Steinsalzes + Braunroter Salzton
—	—	Störung
—	920,8 m	Hauptanhydrit
—	924,65m	Plattendolomit
—	—	Störung
—	924,8 m	Unterer Buntsandstein
—	—	Überschiebung
—	990,5 m	Hauterive

47. Ochtrup 4 (Reichsbohrung 1072), Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵80 120,
h ⁵⁷⁸⁷600
- Auftraggeber : Konsortium Gewerkschaft Norddeutschland — Gewerk-
schaft Elwerath
- Bearbeiter : BEYER, BOIGK, HEIDORN, MIDDENDORF, SCHOTT, WOLBURG
- Bohrzeit : 31. 1. 1944 — 9. 2. 1945
- Höhe über NN: 68 m
- | | | |
|---|-------------|--|
| — | ca. 10 m | Quartär |
| — | ca. 40 m | Muschelkalk |
| — | ca. 200 m | Röt |
| — | ca. 595 m | Mittlerer und unterer Buntsandstein |
| — | 614,5 m | Zechsteinletten |
| — | 616,0 m | Grenzanhydrit + Pegmatitanhydrit ? |
| — | ca. 620,0 m | Roter Salzton ? |
| — | ca. 625,0 m | Lokalfazies des Zechstein 3 |
| — | ca. 630,0 m | Aufarbeitungs- oder Einsturzbildungen im Hauptanhydrit |
| — | 659,7 m | Plattendolomit |
| — | — | ? Störung |
| — | 660,0 m | Äquivalent des Grauen Salztons ? |
| — | — | Störung |
| — | ca. 662,0 m | Anhydrit des Zechstein 2 |
| — | 728,8 m | Hauptdolomitregion, gestört |
| — | 746,0 m | Oberer Werra-Anhydrit |
| — | — | Störung ? |

- | | | |
|-----------|---------|--|
| — | 824,4 m | Werra-Steinsalz |
| — — — — — | — | Störung — — — — — |
| — | 829,2 m | Zechstein, vermutlich jünger als Folge 1, ausgewalzt und überkippt |
| — — — — — | — | Überschiebung — — — — — |
| — | 840,0 m | Oberer Wealden |
| — — — — — | — | überkippte Transgressionsfläche — — — — — |
| — | 848,9 m | Valendis |
48. Salzreich 1, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵81 520, h ⁵⁷87 730
 Bearbeiter : nachträgliche Deutung durch BÄRTLING ?, HEIDORN ?, und den Verfasser
 Bohrzeit : kurz nach 1900
 Höhe über NN: 55 m
- | | | |
|-----------|--------|---|
| — | 1,5 m | Quartär |
| — | 140 m | Röt (gestört) |
| — | 485 m | Mittlerer + Unterer Buntsandstein |
| — — — — — | — | Störung ? — — — — — |
| — | 502 m | Hauptanhydrit |
| — | 616 m | Plattendolomit von 543—545 m „Gips“ |
| — | 642 m | „Gips“ |
| — | 740 m | „Anhydrit mit drei Salzlagen“ (höherer Zechstein 2 ?) |
| — | 745 m | „Stinkstein“ (Hauptdolomit ?) |
| — | 775 m | „Anhydrit“ (Oberer Werra-Anhydrit ?) |
| — | 863 m | „Steinsalz“ (Werra-Steinsalz ?) |
| — | 904 m | „Anhydrit“ (Oberer Werra-Anhydrit ?) |
| — — — — — | — | Störung ? — — — — — |
| — | 953 m | „Kalkstein, vielleicht auch Dolomit“ (Plattendolomit ?) |
| — — — — — | — | Störung oder Transgression — — — — — |
| — | 1035 m | Unterer Buntsandstein |
| — — — — — | — | Überschiebung — — — — — |
| — | 1091 m | Hauterive |
49. Salzreich 2, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵82 720, h ⁵⁷87 895
 Bearbeiter : nachträgliche Deutung durch HEIDORN ? und den Verfasser
 Bohrzeit : kurz nach 1900
 Höhe über NN: 63 m
- | | | |
|---|---------|--|
| — | 0,3 m | Quartär |
| — | 338 m | Mittlerer + Unterer Buntsandstein |
| — | 344 m | „Gips“ (Residualbildungen ?) |
| — | 386 m | „Kalkstein“ (Plattendolomit ?) |
| — | 421 m | „Anhydrit“ |
| — | 439,2 m | „Stinkschiefer mit Gipsknollen“ (Hauptdolomitregion ?) |

- 455 m „Gips“ (Oberer Werra-Anhydrit ?)
- 685,37m „Steinsalz“ (Werra-Steinsalz ?)
- — — — — Störung — — — — —
- 700,85m „hellgrauer Anhydrit“ (Oberer Werra-Anhydrit ?)
- 720 m „Klüftiger Salzton stark nach Petroleum riechend“
(Braunroter Salzton ?)
50. Salzreich 3, Bl. Ochtrup 3708, r ²⁵83 510, h ⁵⁷87 500
 Bearbeiter : G. MÜLLER und nachträgliche Deutung durch den Verfasser
 Bohrzeit : 1902
 Höhe über NN: 56 m
 — 1 m Röt
 — 408 m Mittlerer + Unterer Buntsandstein
 von 166—280 m und 390—395 m Überschiebungen
 — — — — — Überschiebung — — — — —
 — 472 m Valendis (Bentheimer Sandstein)
51. Rothenberg 1, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵86 720, h ⁵⁷88 650
 Bohrzeit : 1941—1942
 Höhe über NN: 52 m
 — 3 m Quartär
 — ca. 250 m Apt
 — ca. 425 m Barrême
 — ca. 590 m Hauterive
 — — — — — Transgression — — — — —
 — 705,45m Röt
52. Rothenberg 2. (Reichsbohrung 947), Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵86 726,
 h ⁵⁷89 779
 Bohrzeit : 18. 12. 1942 — 14. 10. 1944
 Höhe über NN: 42 m
 — 4 m Quartär
 — ca. 140 m Alb
 — 328/351 m Apt
 — ca.1035 m Barrême (darin wohl Überschiebung)
 — 1077,5 m Barrême und bzw. Hauterive ?
 — — — — — Transgression — — — — —
 — 1083,7 m Röt
53. Rothenberg 3, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵86 040, h ⁵⁷88 830
 Auftraggeber : Konsortium Gewerkschaft Elwerath — Deilmann Bergbau
 GmbH
 Bearbeiter : v. PROSCH, WOLBURG
 Bohrzeit : 16. 5. 1949 — 6. 8. 1950
 Höhe über NN: 44 m

—	0,5 m	Quartär
—	ca. 150 m	Apt
—	495 m	marine Unterkreide
		— ca. 360 m Barrême ?
		— ca. 495 m Hauterive ?
—	—	Transgression — — — — —
—	ca. 650 m	Röt
—	ca. 900 m	Mittlerer Buntsandstein
—	—	Störungsbereich — 117 m — — — — —
—	1158 m	Plattendolomit
—	1160 m	Niveau des Grauen Salztones
—	1185,8 m	Deckanhydrit + Basalanhydrit
—	1219,6 m	Hauptdolomitregion
—	1221 m	Oberer Werra-Anhydrit
—	—	Überschiebung — — — — —
—	1245 m	Apt
—	1437 m	Barrême ?
—	1720 m	Hauterive + ? Valendis
—	—	Transgression — — — — —
—	1963,2 m	Buntsandstein

54. Rothenberg 4, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁴ 680. h ⁵⁷⁸⁸ 500
Auftraggeber : Konsortium Deilmann Bergbau GmbH — Gewerkschaft
Elwerath
Bearbeiter : BOIGK, HEIDORN, v. PROSCH, WOLBURG
Bohrzeit : 7. 4. — 3. 8. 1951
Höhe über NN: 54 m
- | | | |
|---|---------|-------------------------|
| — | 0,3 m | Quartär |
| — | 250 m | marine Unterkreide |
| | | — ca. 122 m Barrême ? |
| | | — 250 m Hauterive ? |
| — | — | Transgression — — — — — |
| — | 278 m | Unterer Muschelkalk |
| — | 470 m | Röt |
| — | 750 m | Mittlerer Buntsandstein |
| — | 852 m | Unterer Buntsandstein |
| — | — | Störung — — — — — |
| — | 863 m | Hauptanhydrit |
| — | 912,1 m | Plattendolomit |
| — | 914,5 m | Deckanhydrit |

55. Rothenberg 5, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵85 580, h ⁵⁷88 640
 Auftraggeber : Konsortium Deilmann Bergbau GmbH — Gewerkschaft
 Elwerath
 Bearbeiter : HEIDORN, HÜTTNER, WOLBURG
 Bohrzeit : 1951/52
 Höhe über NN: 52 m
 — 475 m Unterkreide (Apt bis Hauterive)
 — — — — — Transgression — — — — —
 — ca. 550 m Röt
 — 810 m Mittlerer Buntsandstein
 — 967 m Unterer Buntsandstein
 — — — — — Störung ? — — — — —
 — ca.1049 m Plattendolomit
 ab 995 m stark gestört
 — — — — — Störung — — — — —
 — 1060,2 m Deckanhydrit — Basalanhydrit ?
 — 1069,7 m Hauptdolomitregion ?
 — 1089,0 m Oberer Werra-Anhydrit ?
 — — — — — Überschiebung — — — — —
 — 1125 m Unterer Buntsandstein
 — — — — — Überschiebung — — — — —
 — 1140,2 m Unteres Mittelalb
56. Rothenberg 102, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵86 780, h ⁵⁷87 800
 Auftraggeber : Konsortium Deilmann Bergbau GmbH — Gewerkschaft
 Elwerath
 Bearbeiter : LÖGTERS, v. PROSCH, WOLBURG
 Bohrzeit : 29. 4. — 9. 8. 1948
 Höhe über NN: 55 m
 — 12,5 m Quartär
 — ca. 33 m Unteralb
 — 239 m Rothenbergsandstein
 (Alb — Apt)
57. Rothenberg 103, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵87 080, h ⁵⁷87 550
 Auftraggeber : Konsortium Deilmann Bergbau GmbH — Gewerkschaft
 Elwerath
 Bearbeiter : LÖGTERS, v. PROSCH, WOLBURG
 Bohrzeit : 15. 9. — 29. 10. 1948
 Höhe über NN: 45 m
 — 16,5 m Quartär
 — ca. 20 m Oberalb ?
 — 100 m höheres Mittelalb

58. Rothenberg 104, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁷ 660, h ⁵⁷⁸⁷ 340
 Auftraggeber : Konsortium Deilmann Bergbau GmbH — Gewerkschaft Elwerath
 Bearbeiter : LÖGTERS, v. PROSCH, WOLBURG
 Bohrzeit : 6. — 30. 12. 1948
 Höhe über NN: 45 m
 — ca. 6 m Quartär
 — ca. 13 m Cenomanmergel
 — 92,3 m Oberalb
59. Brakken 1 (Reichsbohrung 907), Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁹ 480, h ⁵⁷⁹⁰ 410
 Auftraggeber : Konsortium Gewerkschaft Elwerath — Deutag — Deutsche Vacuum Öl AG
 Bearbeiter : MIDDENDORF, RIEDEL, SCHORS, WELFHÖFER, WOLBURG
 Bohrzeit : 22. 5. — 29. 10. 1942
 Höhe über NN: 46 m
 — 11 m Quartär
 — ca. 90 m Turon
 — ca. 300 m Cenoman
 — 605,65m Alb
 — 740,0 m Rothenberg-Sandstein
60. Haddorf 1, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁹ 640, h ⁵⁷⁹² 230
 Auftraggeber : Deutag, Gewerkschaft Elwerath, Deutsche Vacuum Öl AG
 Bearbeiter : LÖGTERS, MIDDENDORF, v. PROSCH, WOLBURG
 Bohrzeit : 1944
 Höhe über NN: ∞ 40 m
 — 23,1 m Quartär
 — 47 m Oberalb
 — 70 m Grenzregion Oberalb/Mittelalb
 — 125,4 m Mittelalb
61. Haddorf 2, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁹ 620, h ⁵⁷⁹¹ 880
 Auftraggeber : Deutag, Gewerkschaft Elwerath, Deutsche Vacuum Öl AG
 Bearbeiter : LÖGTERS, MIDDENDORF, WOLBURG.
 Bohrzeit : 1944
 Höhe über NN: 45 m
 — 28,2 m Quartär
 — 60,1 m Oberalb bis Oberes Mittelalb

62. H a d d o r f 3, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁹ 580, h ⁵⁷⁹¹ 700
 Auftraggeber : Deutag, Gewerkschaft Elwerath, Deutsche Vacuum Öl AG
 Bearbeiter : LÖGTERS, MIDDENDORF, WOLBURG
 Bohrzeit : 1944
 Höhe über NN: ∞ 42 m
 — 20 m Quartär
 — 80,6 m Untercenoman
 — 89,1 m Oberalb

63. S c h ü t t o r f 3 a, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁷ 450, h ⁵⁷⁹⁶ 730
 Auftraggeber : Gewerkschaft Elwerath
 Bearbeiter : STROBEL, WOLBURG
 Bohrzeit : 1942
 Höhe über NN: 37 m
 — 4 m Quartär
 — 58 m Wealden

Bohrungen Nr. 64—78

Auftraggeber : Gewerkschaft Elwerath
 Bearbeiter : WOLBURG
 Bohrzeit : 1942

64. S c h ü t t o r f 3 b, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁷ 430, h ⁵⁷⁹⁶ 020
 Höhe über NN: 37 m
 — 12 m Quartär
 — 77 m Hauterive

65. S c h ü t t o r f 3 d, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁷ 350, h ⁵⁷⁹⁶ 470
 Höhe über NN: 37 m
 — 8 m Quartär
 — 77 m Valendis

66. S c h ü t t o r f 4, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁷ 630, h ⁵⁷⁹³ 480
 Höhe über NN: 39 m
 — 8 m Quartär
 — 215,6 m Alb und an der Basis Apt ?

67. S c h ü t t o r f 10, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁸ 340, h ⁵⁷⁹⁶ 900
 Höhe über NN: 37 m
 — 6 m Quartär
 — 56,6 m Wealden

68. Schüttorf 11, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵88 410, h ⁵⁷96 720
Höhe über NN: 37 m
— 7 m Quartär
— 32 m Valendis
— — — — — Störung — — — — —
— 52,2 m Wealden
69. Schüttorf 12, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵89 400, h ⁵⁷96 650
Höhe über NN: 38 m
— 7 m Quartär
— 68 m Barrême
70. Schüttorf 13, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵88 050, h ⁵⁷94 300
Höhe über NN: 40 m
— 4 m Quartär
— 55 m Apt ?
71. Schüttorf 14, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵86 580, h ⁵⁷94 080
Höhe über NN: 38 m
— 13,5 m Quartär
— 66 m Unterapt
72. Schüttorf 15, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵87 005, h ⁵⁷93 160
Höhe über NN: 37 m
— 7 m Quartär
— 101,5 m Alb
73. Schüttorf 16, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵88 490, h ⁵⁷93 420
Höhe über NN: 41 m
— 6 m Quartär
— 38 m Alb
74. Suddendorf 4, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵84 500, h ⁵⁷96 580
Höhe über NN: 35 m
— 9 m Quartär
— 76 m Hauterive
75. Suddendorf 7, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵86 040, h ⁵⁷96 680
Höhe über NN: 37 m
— 11 m Quartär
— 62 m Wealden

76. Suddendorf 8, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁸⁶ 040, h ⁵⁷⁹⁶ 530
 Bearbeiter : HEIDORN, STROBEL, WOLBURG
 Höhe über NN: 38 m
 — 10 m Quartär
 — 73,5 m Valendis unten schon Wealden ?
77. Salzbergen 4, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁹⁰ 050, h ⁵⁷⁹⁵ 890
 Höhe über NN: 38 m
 — 8 m Quartär
 — 144 m Barrême
78. Salzbergen 4a, Bl. Ochtrup 3709, r ²⁵⁹⁰ 050, h ⁵⁷⁹⁵ 890
 Höhe über NN: 37,5 m
 — 10 m Quartär
 — 64,1 m Hauterive ?

I. Schriftenverzeichnis

- ANDERSEN, S. T., de VRIES, H. & ZAGWIJN, W. H.: Climatic change and radio-carbon dating in the Weichselian Glacial of Denmark and the Netherlands. — Geol. en Mijnb., N. S., **22**, S. 38—42, 3 Abb., 's-Gravenhage 1960
- ANDERSON, F. W. & HUGHES, N. F.: The „Wealden“ of North-West-Germany and its English Equivalents. — Nature, **201**, S. 907—908, London 1964
- ANDERSON, W. F., KRUL, H. & RÖMER, J. H.: Geologie van Twente. — 127 S., viele Abb., Nederlandse Geologische Vereniging 1961
- ARENS, H.: Zur Altersdatierung der Flugsande am Westrand des Münsterschen Kreidebeckens. — Decheniana, **117**, S. 133—140, 2 Abb., 1 Tab., Bonn 1964
- ARNOLD, H.: A. Geologische Karte. S. 1—126, 5 Abb., 4 Taf. in: ARNOLD, H., BODE, H. & WORTMANN, H.: Erläuterungen zur Übersichtskarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000, Blatt Münster C 4310, Krefeld 1960.
- Die Erforschung der westfälischen Kreide und zur Definition der Oberkreidestufen und -zonen. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**, S. 1—14, 1 Abb., 1 Tab., Krefeld 1964 — [1964 a]
- Fossiliste für die Münsterländer Oberkreide. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**, S. 309—330, 1 Abb., Krefeld 1964 — [1964 b]
- Fazies und Mächtigkeit der Oberkreidestufen im Münsterländer Oberkreidegebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**, S. 599—610, 1 Taf., 3 Abb., Krefeld 1964 — [1964 c]
- Die Verbreitung der Oberkreidestufen im Münsterland und besonders im Ruhrgebiet. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**, S. 679—690, 2 Taf., 2 Abb., Krefeld 1964, — [1964 d]
- Die höhere Oberkreide im nordwestlichen Münsterland. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**, S. 649—678, 6 Abb., 3 Tab., Krefeld 1964 — [1964 e]
- Westfalen zur Kreidezeit. Ein paläogeographischer Überblick. I. Die Oberkreide. — Natur u. Heimat, **26**, S. 61—69, 3 Abb., Münster 1966
- ARNOLD, H. & THIERMANN, A.: Westfalen zur Kreidezeit. Ein paläogeographischer Überblick. — II. Die Unterkreide. — Natur u. Heimat, **27**, S. 1—7, 3 Abb., Münster 1967
- BAECKER, P.: Über altpleistozäne Flußrinnen und einige andere Probleme des Pleistozäns im Münsterland. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **117**, S. 59—88, 2 Taf., 10 Abb., Stuttgart 1963
- BÄHR, H. H.: Die Gattung *Simbirskites* (Ammonoidea) im Oberhauertive Nordwestdeutschlands. — 191 S., 59 Abb., 5 Tab., 5 Anl., Dissertation, Braunschweig 1964
- BARTENSTEIN, H.: Feinstratigraphisch wichtige Ostracoden aus dem nordwestdeutschen Valendis. — Paläont. Z., **33**, S. 224—240, 5 Taf., 1 Tab., Stuttgart 1959
- BARTENSTEIN, H. & BETTENSTAEDT, F.: Marine Unterkreide (boreal und Tethys). — in: Leitfossilien der Mikropaläontologie, S. 225—251, Taf. 17—18, 33—41, Abb. 17—24, Berlin (Borntraeger) 1962
- BARTHEL, K. W.: Zur Stratigraphie der Jura/Kreide-Grenzschichten in Mitteleuropa. — Z. deutsch. geol. Ges., **115**, S. 861—863, Hannover 1966

- BÄRTLING, R.: Die Ausbildung und Verbreitung der Unteren Kreide am Westrande des Münsterschen Beckens. — Z. deutsch. geol. Ges., **60**, Mber., S. 36—45, Berlin 1908
- .— Die Endmoränen der Hauptvereisung zwischen Teutoburger Wald und Rheinischem Schiefergebirge. — Z. deutsch. geol. Ges., **72**, Mber., S. 3—23, 1 Taf., 2 Abb., Berlin 1921
- .— Über den Gebirgsbau im westfälisch-holländischen Grenzgebiet. — Z. deutsch. geol. Ges., **76**, B, S. 52—61, 1 Taf., Berlin 1924
- .— Geologisches Wanderbuch für den niederrheinisch-westfälischen Industriebezirk. — 2. Aufl., 459 S., 123 Abb., Stuttgart (Enke) 1925
- BÄRTLING, R. & BENTZ, A.: Bericht über die Exkursion in das Deutsche Grenzgebiet bei Alstätte und Bentheim vom 6.—8. Juli 1928. — Versl. Geol. Sect., Geol. Mijnb. Genootsch. Nederlande, **3**, S. 221—225, 1 Taf., 3 Tab., 's-Gravenhage 1929
- BEHME, P.: Geologischer Führer durch die Grafschaft Bentheim — Lagerstätten von Salz, Erdöl, Asphalt. — 2. verm. Auflage, 58 S., 20 Abb., Hannover (Hahnsche Buchhandlung) 1926
- BENDA, L.: Beiträge zur Flora des nordwestdeutschen Wealden. III. Zusammenfassende Darstellung der bisher nachgewiesenen Gattungen und Arten. — Geol. Jb., **80**, S. 239—246, Hannover 1962
- BENTZ, A.: Über das Mesozoikum und den Gebirgsbau im preußisch-holländischen Grenzgebiet. — Z. deutsch. geol. Ges., **78**, S. 381—500, Taf. 6, 6 Abb., Stuttgart 1927 [1927 a]
- .— Orogene und epirogene Bewegungen im Mesozoikum des westfälisch-holländischen Grenzgebietes. — S.-Ber. preuß. geol. L.-Anst., **2**, S. 93—106, 5 Abb., Berlin 1927 [1927 b]
- .— Fossile Röhrenbauten im Unterneocom des Isterberges bei Bentheim. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **49**, S. 1173—1183, 1 Taf., 2 Abb., Berlin 1929
- .— Tertiär und Diluvium im westfälisch-holländischen Grenzgebiet. — Z. deutsch. geol. Ges., **82**, S. 291—317, 6 Abb., Berlin 1930
- .— Zur Geschichte der Emsland-Ölfelder. — Z. deutsch. geol. Ges., **102**, S. 1—7, Hannover 1951
- BESSIN, B.: Das Wealdenbecken und seine Überlagerung durch die marine Untere Kreide in Norddeutschland. — Diss. Univ. Münster 1928. Auszug in: Jb. niedersächs. geol. Ver., **21**, S. 84—144, 2 Abb., Hannover 1928
- BEYENBURG, E.: Älteste Diluvialschotter, Endmoränen und Talsande im Preußisch-Holländischen Grenzgebiet. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **54**, S. 602—627, Taf. 33, 1 Abb., Berlin 1934
- BISCHOFF, G. & WOLBURG, J.: Zur Entwicklung des Ober-Malm im Emsland. — Erdoel-Z., **10**, S. 445—472, 3 Taf., 5 Abb., 5 Tab., Wien 1963
- BOIGK, H.: Versuch einer Auswertung und Deutung der Reflexionsseismik Rothenberg-Ochtrup. — Unveröff. Ber. im Arch. Niedersächs. L.-Amt f. Bodenforsch., Hannover 1952
- .— Bemerkungen zur regionalen Tektonik des Emslandes. — Geol. Jb., **71**, S. 435—448, 6 Abb., Hannover 1955
- .— Zur Gliederung und Fazies des Buntsandsteins zwischen Harz und Emsland. — Geol. Jb., **76**, S. 597—636, 6 Abb., Hannover 1959
- .— Ergebnisse und Probleme stratigraphisch-paläogeographischer Untersuchungen im Buntsandstein Nordwestdeutschlands. — Geol. Jb., **78**, S. 123—134, 7 Abb., Hannover 1961
- .— Gedanken zur Entwicklung des Niedersächsischen Tektogens. — Geol. Jb., **85**, S. 861—900, 11 Abb., 1 Taf., Hannover 1968

- BOIGK, H., DIETZ, C., GRAHLE, H. O., HOFFMANN, K., HOLLSTEIN, W., KÜHNE, F., RICHTER, W., SCHNEEKLOTH, H. & WAGER, R.: Zur Geologie des Emslandes. — Beih. Geol. Jb., **37**, 419 S., 5 Kart., 5 Taf., 51 Abb., 43 Tab., Hannover 1960
- BRAMER, G.: Muscheln im Gildehauser Sandstein. — Jb. Heimatverein Grafsch. Bentheim 1967, S. 91—107, 7 Taf., Nordhorn 1967
- BRAMER, G. & KEMPER, E.: Über einen bemerkenswerten Erhaltungszustand der Lamellibranchiaten-Gattung *Pinna* im Gildehauser Sandstein (Hauterive). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **127**, S. 127—132, 1 Taf., Stuttgart 1966
- 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.: Die geologische Geschichte der Landschaft und des Rheinstromes im unteren Niederrheingebiet. — in: Brückenschlag am Niederrhein, S. 7—16, 7 Abb., 1 Taf., Düsseldorf (Rheinland-Verlag) 1965
- .— Bericht über die Exkursion in das Gebiet westlich des Schafberges bei Ibbenbüren am 20. Juni 1965. — Mitt. geol. Ges. Essen, **6**, S. 42—50, 4 Abb., 1 Taf., Essen 1968
- BREUKER, H.: Die Wiesenmergel des oberen Emslandes, geologisch und bodenkundlich. — Unveröff. Diss., 157 S., 37 Abb., Anhang 36 S., 2 Taf., Münster 1958
- BRINKMANN, R.: Über Rotfärbung in marinen Sedimenten. — Geol. Rdsch., **26**, S. 124—127, 2 Abb., Berlin 1935
- BRUEREN, J. W. R.: The stratigraphy of the Upper Permian „Zechstein“ formation in the Eastern Netherlands. — in: Giacimenti gassiferi dell' Europa occidentale, Milano 1957, 1, S. 243—274, Rom (Accad. naz. Lincei) 1959
- BURGHARDT, O. & JÄGER, K.-H.: Deflationswannen- und Hochmoorbildung im Bereich der Gemeinde Wehe, Krs. Lübbecke/Westf.. — Fortschr. Geol. Rheinland u. Westf., **16**, S. 197—204, 1 Abb., 1 Taf., Krefeld 1968
- BUSZ, K.-E.: Die Geologie der Umgebung von Wettringen in Westfalen. — Unveröff. Diss., Münster 1920 [non vidi, im letzten Kriege verbrannt]
- CASEY, R.: New genera and subgenera of Lower Cretaceous Ammonites. — J. Washington Acad. Sci., **44**, S. 106—115, 10 Abb., Baltimore 1954
- .— A Monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. Teil 1. — Palaeontogr. Soc., **113**, S. I—XXXVI, S. 1—44, Taf. 1—10, London 1960
- .— A Monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. Teil 2. — Palaeontogr. Soc., **114**, S. 45—118, Taf. 11—25, London 1961 [1961 a]
- .— A Monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. Teil 3. — Palaeontogr. Soc., **114**, S. 119—216, Taf. 27—35, London 1961 [1961 b]
- .— The stratigraphical Palaeontology of the Lower Greensand. — Palaeontology, **3**, S. 487—621, Taf. 77—84, 14. Abb., 1 Tab., London 1961 [1961 c]
- .— A Monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. Teil 5. — Palaeontogr. Soc., **117**, S. 289—398, Taf. 43—66, London 1964
- CLOSS, H., LÖCTERS, H. & REICH, H.: Großblatt 58, Laar — Lingen — Bentheim. In: Erläuterungen zur Geotektonischen Karte von Nordwestdeutschland, Maßstab 1 : 100 000, 1. Auflage, S. 105—116, Celle 1949
- CREDNER, H.: Über die geognostischen Verhältnisse der Umgebung von Bentheim und über das Vorkommen des Asphaltes daselbst. — Jb. naturforsch. Ges. Hannover, **11**, S. 31—42, 1 Taf., Hannover 1862
- .— Über die Gliederung der oberen Juraformation und der Wealdenbildung im nordwestlichen Deutschland. Nebst einem Anhang über die daselbst vorkommenden Nerineen und Chemnitzien X u. 192 S., 27 Abb., 1 Kt., 10 Prof., Prag (Credner) 1863

- DEAN, W. T., DONOVAN, D. T. & HOWARTH, M. K.: The Liassic Ammonite Zones and Subzones of the North-West European Province. — Bull. Brit. Mus. (Nat. History), Geology, 4, S. 437—506, London 1961
- DECHEN, H. von & RAUFF, M.: Geologische und Mineralogische Literatur der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen etc. — Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinld. u. Westf., Sonderheft, 294 S., Bonn 1887
- DEWERS, F.: Studien über die Entstehung des Geschiebedecksandes. — Abh. naturwiss. Ver. Bremen, (3), 27, S. 299—330, Taf. 1—5, 6 Abb., Bremen 1929
- .— Das Diluvium. — In: GRIPP, K., DEWERS, F. & AVERBECK, F.: Geologie und Lagerstätten Niedersachsens. 3. Das Känozoikum in Niedersachsen. — Schr. wirtschaftswiss. Ges. Stud. Nieders., N. F., 3, S. 53—267, Abb. 30—116, Oldenburg (Stalling) 1941
- DIENEMANN, W.: Zur Kenntnis der Talsande zwischen Meer und Ems. — Z. deutsch. geol. Ges., 93, S. 384—392, 1 Abb., Berlin 1941
- DIETZ, C.: Die Talsandbasis von Neuenhaus — Veldhausen im Emsland. — Z. deutsch. geol. Ges., 102, S. 83—90, 3 Abb., Hannover 1951
- DÜCKER, A. & MAARLEVELD, G. C.: Hoch- und spätglaziale Sande in Nordwestdeutschland und in den Niederlanden. — Geol. Jb., 73, S. 215—234, 8 Abb., 5 Tab., Hannover 1958
- DÜCKER, F. F. von: Über Asphalt in Westfalen. — Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinld. Westf., 37, S. 83—88, Correspondenzbl., Bonn 1880
- DUNKER, W.: Monographie der nordwestdeutschen Wealdenbildung. Ein Beitrag zur Geognosie und Naturgeschichte der Vorwelt. — 86 S., 21 Taf., Braunschweig (Oehme & Müller) 1846
- EDELMAN, C.H. & MAARLEVELD, G. C.: Pleistozän-geologische Ergebnisse der Bodenkartierung in den Niederlanden. — Geol. Jb., 73, S. 630—684, 2 Taf., 26 Abb., 3 Tab., Hannover 1958
- EINECKE, G.: Die Eisenerzvorräte der Welt. — 418 S. 189 Tab., Atlas mit 95 Taf., Düsseldorf (Stahleisen) 1950
- EINECKE, G. & KÖHLER, W.: Das Toneisensteingebiet von Bentheim — Ochtrup — Ottenstein. In: Die Eisenerzvorräte des Deutschen Reiches. — Arch. f. Lagerstättenforsch., 1, S. 278—300, 1 Taf., 1 Abb., Berlin 1910
- ERBE, J.: Spätglaziale Ablagerungen im Emsland und seinen Nachbargebieten. — Geol. Jb., 76, S. 103—128, 13 Abb., 3 Tab., Hannover 1958
- ERDTMAN, G. E.: The acetylosis method. A revised description. — Svensk. bot. tidskr., 54, S. 561—564, Uppsala 1960
- FABIAN, H. J.: Das Erdölfeld Emlichheim. — Erdöl u. Kohle, 7, S. 269—272, 5 Abb., Hamburg 1954
- FABIAN, H.-J. & MÜLLER, G.: Zur Petrographie und Altersstellung präsaliner Sedimente zwischen der mittleren Weser und der Ems. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 3, III. Teil, S. 1115—1140, 4 Taf., Krefeld 1962
- FÜCHTBAUER, H.: Zur Petrographie des Bentheimer Sandsteins im Emsland. — Erdöl u. Kohle, 8, S. 616—617, 3 Abb., Hamburg 1955
- .— Palaeogeography and reservoir properties of the Lower Cretaceous „Bentheim-Sandstone“. — Excursion Guide-Book I, 6. World Petrol. Congr. Frankfurt/M., S. 42—43, Abb. 24, Hannover 1963
- .— Fazies, Porosität und Gasinhalt der Karbonatgesteine des norddeutschen Zechsteins. — Z. deutsch. geol. Ges., 114, S. 484—531, 3 Taf., 10 Abb., Hannover 1964
- GRABERT, H.: Versalzungserscheinungen am Westausläufer des Teutoburger Waldes bei Bevergern (Westf.). — Decheniana, 105/106, S. 51—56, 1 Tab., Bonn 1951/52

- Zur Dünenbildung im Münsterland. — *Geol. Jb.*, **66**, S. 693—702, 1 Abb., Hannover 1952
- GRAHMANN, R.: Die Grundwässer in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung. Teil 2. Das Wasserdargebot in der Bundesrepublik Deutschland. — *Forsch. deutsch. Landeskd.*, **104**, 198 S., 3 Taf., 2 Kart., Remagen 1958
- GREBE, H.: Bericht über die mikrofloristische Untersuchung von 2 Proben aus der Bohrung Ochtrup Z 1, Bl. Gronau 3708. — *Ber. im Arch. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.*, 1 S., Krefeld 1958 (unveröff.)
- HAACK, W.: Zur Kenntnis der Osnabrücker Trias. — *Jb. preuß. geol. L.-Anst.*, **47**, S. 160—207, 2 Abb., Berlin 1926
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen 1:25 000, Bl. Lengerich. — **48 S.**, 2 Abb., 2 Tab., Berlin 1935
- HAMBLOCH, H.: Das Alter der Düne im Gildehauser Venn. — *Natur u. Heimat*, **17**, S. 65—67, 2 Abb., Münster 1957
- HAMM, F.: Über Rhiocoralliden im Kreidesandstein der Umgebung von Bentheim. — *Mitt. Provinzialst. f. Naturdenkmalpfl. Hannover*, **2**, S. 101—109, 6 Abb., Hildesheim 1929
- Gestielte Krinoiden im unterneokomen „Bentheimer Sandstein“. — *22. Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück f. 1929—1931*, S. 65—71, 1 Taf., Osnabrück 1932
- „Tierfährten“ im Bentheimer Sandstein. — *Der Aufschluß*, **8**, S. 63—65, 2 Abb., Göttingen 1957
- HAMMEN, Th. van der: The stratigraphy of the Late-Glacial. — *Geol. en Mijnb.*, N. S., **19**, S. 250—254, 3 Tab., s'Gravenhage 1957
- HAMMEN, T. van der, MAARLEVELD, G. C., VOGEL, J. C. & ZAGWIJN, W. H.: Stratigraphy, climatic succession and radiocarbon dating of the Last Glacial in the Netherlands. — *Geol. en Mijnb.*, **46**, S. 79—95, 9 Abb., Rijkswijk 1967
- HARBORT, E.: Die Fauna der Schaumburg-Lippeschen Kreidemulde. — *Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst.*, N. F., **45**, S. 1—112, 12 Taf., Berlin 1905
- Ein geologisches Querprofil durch die Kreide-, Jura- und Triasformation des Bentheim-Isterberger Sattels. — *A.-v.-Koenen-Festschrift*, S. 471—515, 13 Taf., 2 Abb., Stuttgart 1907
- HARBORT, E. & KEILHACK, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, 1:25 000, Bl. Senne. — **27 S.**, Berlin 1918
- HEIDORN, F.: Über den westdeutschen Zechstein und seine Einfügung in das paläogeographische Bild der Zechsteinformation. — In: *Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland*, S. 97—113, 6 Abb., 1 Tab., Hannover—Celle (Amt f. Bodenforsch.) 1949
- HEIDORN, F. & KESSLER, W.: Das Erdgasfeld Bentheim. — In: *Giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale*, Milano 1957, **1**, S. 135—150, Rom (Accad. naz. Lincei) 1959
- HENKE, W.: Gutachten über den Wert des Felderbesitzes der Gewerkschaft Kons. Deutschland. — *Ber. im Arch. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.*, **7 S.**, 1 Kte., Krefeld 1952 (unveröff.)
- HERRMANN, A.: Epirogene Bewegungen im germanischen Buntsandsteinbecken und deren Bedeutung für lithostratigraphische Parallelisierungen zwischen Nord- und Süddeutschland. — *Geol. Jb.*, **81**, S. 11—72, 3 Taf., 13 Abb., 2 Tab., Hannover 1962
- HESEMANN, J.: Über die stratigraphische Stellung der großen Emsterrasse im Münsterland. — *Geol. Jb.*, **64**, S. 633—641, 2 Abb., Hannover—Celle 1950
- Elster- und Saale-Eiszeit in Westfalen und anschließendem Rheinland nach ihrer Geschiebeführung. — *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1956**, S. 49—54, 1 Abb., Stuttgart 1957

- Zur Charakteristik des Münsterländer Abbruchs. — *Decheniana*, **119**, S. 183—189, 2 Abb., 1 Tab., Bonn 1968
- HOFFMANN, K.: Zur Paläogeographie der nordwestdeutschen Lias und Dogger. — In: *Erdöl u. Tektonik in NW-Deutschland*, S. 113—129, 3 Abb., 1 Tab., Hannover — Celle (Amt f. Bodenforsch.) 1949
- HOSIUS, A.: Beiträge zur Geognosie Westphalens. — *Verh. naturh. Ver. preuß. Rheinl. u. Westph.*, **17**, S. 274—326, 1 Taf., Bonn 1860 und *Z. deutsch. geol. Ges.*, **12**, S. 48—96, 1 Taf., Berlin 1860
- Beiträge zur Kenntnis der diluvialen und alluvialen Bildungen der Ebene des Münsterschen Beckens. — *Verh. naturh. Ver. preuß. Rheinl. u. Westph.*, **29**, S. 97—146, Bonn 1872
- Über marine Schichten im Wälderton von Gronau (Westfalen) und die mit denselben vorkommenden Bildungen (*Rhincocorallium Hobendabli*, sog. Dreibeine). — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **45**, S. 34—53, 2 Taf., Berlin 1893
- 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
- JORDAN, R.: Paläontologische und stratigraphische Untersuchungen im Lias delta (Domerium) Nordwestdeutschlands. — *Auszug unveröff. Diss.*, Tübingen 1960
- KARRENBERG, H.: Hydrogeologische Kartierung in der Deutschen Bundesrepublik. — *Versl. Meded., Comm. Hydrol. Onderz.*, **11**, S. 27—50, s'Gravenhage 1964
- KAYE, P.: Lower Cretaceous Palaeogeography of North-West Europe. — *Geol. Mag.*, **103**, S. 257—262, 1 Abb., Hertford 1966
- KEILHACK, K.: Die großen Dünengebiete Norddeutschlands. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **69**, Mber., S. 2—19, Berlin 1917
- KELLER, G.: Zur Frage des Münsterländer Hauptabbruchs nördlich von Münster. — *Glückauf*, **81/84**, S. 773—775, 3 Abb., Essen 1948
- Beitrag zur Altersfrage der Terrassen an der mittleren Ems. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **101**, S. 86—92, 3 Abb., Hannover 1950
- Die stratigraphisch-fazielle Entwicklung der marinen Unterkreide im nordwestlichen Teutoburger Wald. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **104**, S. 474—498, 4 Abb., 5 Tab., Hannover 1953 [1953 a]
- Exkursion in die marine Unterkreide im Nordwesten des Teutoburger Waldes und im Emsland. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **104**, S. 535—537, Hannover 1953 [1953 b]
- Die Ausbildung des Wealden am Nordwestende des Teutoburger Waldes. — *N. Jb., Geol. Paläont., Mh.*, **1955**, S. 59—69, 2 Abb., Stuttgart 1956
- KEMPER, E.: Die Ammonitengattung *Platylenticeras* (= *Garnieria*). Mit einem Beitrag zur Stratigraphie und Bionomie ihrer Schichten (Untere Kreide, mittleres Valendis). — *Beih. Geol. Jb.*, **47**, 195 S., 18 Taf., 71 Abb., 3 Tab., Hannover 1961 [1961 a]
- Mikrofauna und Faziesfossilien im unteren Mittelvalendis Nordwestdeutschlands. — *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1961**, S. 87—94, 2 Tab., Stuttgart 1961 [1961 b]
- Die Aufschlüsse der Unterkreide im Raum Rheine — Ahaus. — *Geol. Jb.*, **80**, S. 447—494, 4 Taf., 6 Abb., Hannover 1963 [1963 a]
- Geologischer Führer durch die Grafschaft Bentheim und die angrenzenden Gebiete. — 1. Aufl., 91 S., 7 Taf., 25 Abb., 11 Tab., Nordhorn (Heimatverein Grafsch. Bentheim) 1963 [1963 b] —
2. ergänzte Aufl., 104 S., 12 Taf., 25 Abb., 11 Tab., Nordhorn 1964 [1964 a]
3. ergänzte Aufl., 172 S., 25 Taf., 36 Abb., 13 Tab., Nordhorn 1968 [1968 a]

- .— Field trip in the Bentheim area. — Excursion Guide-Book I, 6. World Petrol. Congr. Frankfurt/M., S. 26—29, 1 Abb., Hannover 1963 [1963 c]
- .— Einige Cephalopoden aus dem Apt des westlichen Norddeutschlands. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 7, S. 31—66, 18 Taf., 7. Abb., Krefeld 1964 [1964 b]
- .— Eine pleistozäne Schmelzwasser-Rinne bei Bentheim (NW-Deutschland) und ihre Geschichte. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1965, S. 555—565, 3 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1965
- .— Die älteste Ammoniten-Fauna im Aptium Nordwestdeutschlands. — Paläont. Z., 41, S. 119—131; 1 Abb., 4 Taf., Stuttgart 1967
- .— Einige Bemerkungen über die Sedimentationsverhältnisse und die fossilen Lebensspuren des Bentheimer Sandsteins (Valanginium). — Geol. Jb., 86, S. 49—106, 13 Abb., 8 Taf., Hannover 1968 [1968 b]
- KESSLER, W.: Über das Gasfeld Bentheim. — Z. deutsch. geol. Ges., 102, S. 58, Hannover 1951
- KETTE, H.: Das Eisenerzvorkommen von Ochtrup — Bentheim. — Glückauf, 34, S. 436, Essen 1898
- KLINGLER, W., MALZ, H. & MARTIN, G.P.R.: Malm Nordwestdeutschlands. — in: Leitfossilien der Mikropaläontologie, S. 159—190, Taf. 22—27, Abb. 15, Tab. 10, Berlin (Borntraeger) 1962
- KOCH, H.: Paläobotanische Untersuchungen einiger Moore des Münsterlandes. — Bh., Botan. Cbl., 46, Abt. II, S. 1—70, 9 Abb., 11 Tab., Dresden 1929
- KOENEN, A. v.: Die Ammonitiden des norddeutschen Neokom (Valanginien, Hauterivien, Barremien und Aptien). — Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst., N. F., 24, 451 S., 60 Taf., Berlin 1902
- .— Die *Polyptychites*-Arten des Unteren Valanginien. — Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst., N. F., 59, 89 S., 33 Taf., (Text u. Atlas), Berlin 1909
- .— Die *Platylenticeras*-Arten des Untersten Valanginien Nordwestdeutschlands. — Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst., N. F., 82, 119 S., 25 Taf., Berlin 1915
- KOPP, E. & WOLDSTEDT, P.: Über den Charakter der Wärmezeit zwischen Drenthe- und Warthe-Stadial in Norddeutschland. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 16, S. 37—46, 4 Abb., Öhringen/Württ. 1965
- KOSSMANN, B.: Über die Toneisensteinlager in der Bentheim — Ochtruper Tonmulde. — Z. deutsch. geol. Ges., 50, Mber, S. 127—131, Berlin 1898
- KREJCI-GRAF, K.: Moderne Anschauungen über die Entstehung des Erdöls. — Erdöl u. Kohle, 13, S. 836—845, 2 Abb., Hamburg 1960
- KREMP, G.: Das genaue Alter einiger Karbonkohlen-Gerölle aus der Unterkreide des Niedersächsischen Beckens auf Grund ihrer Mikroflora. — Z. deutsch. geol. Ges., 104, S. 468—473, 2 Abb., Hannover 1953
- KRUL, H.: Stenen zoeken. — 172 S., ca. 80 Abb., Zutphen (Thieme & Cie.) 1963
- KRUSCH, P.: Die Eisenerzvorkommen der Unteren Kreide im Westen des Beckens von Münster und ihre Ausbeutungsmöglichkeit im Vergleich mit den polnischen Lagerstätten des mittleren Doggers. — Glückauf, 54, S. 261—268, 1. Abb., Essen 1918
- LANGER, W.: Mikrofossilien aus dem unteren Muschelkalk von Ochtrup/Westf.. — Natur u. Heimat, 27, S. 109—111, 1 Abb., Münster 1967
- LEISING, C.: Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Ochtrup in Westfalen. — Unveröff. Diss., Münster 1920 (non vidi, im letzten Kriege verbrannt)
- LÖGTERS, H.: Paläogeographie, Tektonik und Erdölvorkommen im Emsland. — Z. deutsch. geol. Ges., 102, S. 8—42, 1 Taf., 11 Abb., Hannover 1951

- .— Stratigraphie und Fazies der Unterkreide im westlichen Emsland. — In: KELLER, G.: Geologischer Exkursionsführer für Osnabrück. S. 20—21, 1 Tab., Osnabrück (Meinders & Elstermann) 1952
- LÖGTERS, H. & REICH, H.: Großblatt 70, Vreden — Ahaus — Bocholt — Coesfeld. — In: Erläuterungen zur Geotektonischen Karte von Nordwestdeutschland, Maßstab 1 : 100 000, 1. Aufl., S. 158—166, Celle (Reichsamt f. Bodenforsch.) 1948
- LÖSCHER, W.: Zur Frage der westfälischen Galeritenbildungen. — Sitz.-Ber. nieder-rhein. geol. Ver., 1925, S. 25—28, Bonn 1925
- LOTZE, F.: Über einige Probleme des westfälischen Quartärs. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1950, S. 353—360, Stuttgart 1950
- .— Zur Entstehung der Münsterländer Hauptkiessandzone. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1951, S. 321—328, 2 Abb., Stuttgart 1951
- .— Der Münsterländer Hauptkiessandzug und seine Entstehung. — Natur u. Heimat, 14, S. 1—10, 4 Abb., Münster 1954
- .— Allgemeinere Ergebnisse hinsichtlich der Geologie des westdeutschen Zechstein. — Geol. Jb., 73, S. 141—148, Hannover 1957
- MAAS, H.: Die geologische Geschichte der westfälischen Dünen aufgrund der Bodenbildungen. — Z. deutsch. geol. Ges., 105, S. 137—138, Hannover 1955
- MARCK, W. von der: Die Diluvial- und Alluvial-Ablagerungen im Innern des Kreidebeckens von Münster. — Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. u. Westph., 15, Verh., S. 1—47, Bonn 1858
- .— Bemerkungen über die mit den Ochtruper Eisensteinen vorgelegten Versteinerungen. — Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinld. u. Westph., 20, Corr.-Bl., S. 81, Bonn 1863
- .— Die tonigen Sphaerosiderite der Brechte bei Ochtrup. — Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinl. u. Westph., 21, Corr.-Bl., S. 45—46, Bonn 1864
- MARTIN, G. P. R. & WEILER, H.: Der Wealden in der Gegend von Barnstorf (Kreis Grafschaft Diepholz, Niedersachsen). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 118, S. 30—64, 6 Taf., 3 Abb., Stuttgart 1963
- MEMPEL, G.: Verbreitung und Genese der Buntmetallierz-Spuren in den paläozoischen und mesozoischen Sedimenten Nordwestdeutschlands. — Z. f. Erzbergbau u. Metallhüttenwesen, 15, S. 62—72, 7 Abb., 2 Tab., Diskussion S. 156—157, Stuttgart 1962
- MERTENS, E.: Zur Grenzziehung Alb/Cenoman in Nordwestdeutschland mit Hilfe von Ostracoden. — Geol. Jb., 72, S. 173—230, 7 Taf., 1 Abb., Hannover 1957
- MESTWERDT, A.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen 1 : 25 000, Bl. Halle i. W. — 41 S., Berlin 1926
- MEYER, K.: Der Gildehauser Sandstein im mittleren Emsland. — Erdöl u. Kohle, 16, S. 1166—1177, 14 Abb., 1 Tab., Hamburg 1963
- MICHEL, G.: Zur Mineralisation des tiefen Grundwassers in Nordrhein-Westfalen, Deutschland. — Journ. Hydrol., 3, S. 73—87, 3 Abb., 1 Tab., Amsterdam 1965
- MÜCKENHAUSEN, E. & WORTMANN, H.: Erläuterungen zur Bodenübersichtskarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 300 000. — 144 S., 10 Taf., 7 Abb., Krefeld 1958
- MÜLLER, G.: Die Untere Kreide im Emsbett nördlich Rheine. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., 16, S. 60—71, Berlin 1896
- .— Dyas und Trias an der holländischen Grenze. — Z. deutsch. geol. Ges., 54, S. 110—111, Berlin 1902

- Die Lagerungsverhältnisse der unteren Kreide westlich der Ems und die Transgression des Wealden. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., **24**, S. 184—200, Berlin 1904
- MÜLLER, H.: Ein Beitrag zur holozänen Emstalentwicklung zwischen Meppen und Dörpen auf Grund von pollenanalytischen Untersuchungen. — Geol. Jb., **71**, S. 491—504, 6 Abb., 1 Tab., Hannover 1956
- NEUMAYR, M. & UHLIG, V.: Über Ammonitiden aus den Hilsbildungen Norddeutschlands. — Palaeontographica, **27**, S. 129—203, Taf. 15—57, Kassel 1881
- NIEDERMEIER, G.: Neue Forschungen in der Unterkreide Westfalens. (Literaturbericht 1945—1966). — Zbl. Geol. Paläont., Teil I, 1967, S. 528—546, 3 Tab., Stuttgart 1967 [1967 a]
- Neues zur Stratigraphie und Tektonik der westfälischen Oberkreide-Mulde. (Literaturbericht 1945—1966). — Zbl. Geol. Paläont., Teil I, 1966, S. 1980—1999, Stuttgart 1967 [1967 b]
- NODOP, I.: Vorweisung einer Karte des präkretazischen Untergrundes Nordwestdeutschlands. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, S. 423—426, 1 Karte, Hannover 1963
- 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 Moore 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
- PANNEKOEK, A. J. u. a.: Geologische Geschiedenis van Nederland. — Kon. Nederl. Ges. — Mijnb. Gen., **154** S., 16 Taf., 67 Abb., s'Grevenhage (Staatsdruk.) 1956
- PIETZNER, H.: Geochemische Untersuchungen an Asphalt. — Ber. im Arch. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., **1** S., Krefeld 1965 (unveröff.)
- POELMANN, H.: Geologische Streifzüge durch Westfalen. 1. Das nördl. Westfalen. — Aschendorffs naturwiss. Arbeitshefte, **60** S., 2 Taf., 1 Karte, Münster (Aschendorff) 1930
- POST, L. von & GRANLUND, E.: Södra Sveriges Tortvillgangar I. — Sver. geol. Unders., **19**, 1925
- POTTER, P. E.: Sand bodies and sedimentary environments: A review. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **51**, S. 337—365, 12 Abb., 6 Tab., Tulsa/Oklahoma 1967
- PROSCH, E. v.: Über die Strukturen am NW-Rand des Münsterschen Beckens. — Z. deutsch. geol. Ges., **102**, S. 58, Hannover 1951
- QUESTER, H.: Petrographie des erdgashöffigen Hauptdolomits im Zechstein 2 zwischen Weser und Ems. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, S. 461—483, 5 Taf., 4 Abb., Hannover 1964
- RADIG, F.: Geologische Tagesexkursion in das Gebiet von Ochtrup. — Bentheim am 10. Juni 1960. — Decheniana, **113**, S. 346—347, Bonn 1960
- RAECKE, H.: Paläogeographische Untersuchungen über den obersten Jura und den Wealden Nordwestdeutschlands. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **53**, S. 611—654, 2 Taf., 2 Abb., Berlin 1933
- REGENHARDT, H.: *Serpulidae (Polychaeta sedentaria)* aus der Kreide Mitteleuropas, ihre ökologische, taxionomische und stratigraphische Bewertung. — Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **30**, S. 5—115, 9 Taf., 5 Abb., Hamburg 1961

- REHAGEN, H.-W.: Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Nieder-
rheingebietes und Westmünsterlandes. — Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.,
12, S. 55—95, 4 Taf., 3 Abb., Krefeld 1964
- RICHTER, K.: Die stratigraphische Bewertung periglazialer Umlagerungen im nörd-
lichen Niedersachsen. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 1, S. 130—142, 5 Abb.,
Öhringen/Württ. 1951
- RICHTER-BERNBURG, G.: Anlage und regionale Stellung des saxonischen Beckens. —
In: Erdöl u. Tektonik in N-W-Deutschland, S. 37—46, 7 Abb., Hannover-
Celle (Amt f. Bodenforsch.) 1949
- .— Über saline Sedimentation. — Z. deutsch. geol. Ges., 105, S. 593—645,
3 Taf., 26 Abb., Hannover 1955
- .— Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins. — Z. deutsch. geol.
Ges., 105, S. 843—854, 1 Taf., 1 Abb., Hannover 1953
- RICHTER, W. & RAMBOW, B.: Hydrogeologische Verhältnisse im mittleren und süd-
lichen Emsland. — Geol. Jb., 78, S. 1—28, 1 Taf., 5 Tab., Hannover 1961
- RIEDEL, L.: Zur Stratigraphie der tieferen Unteren Kreide in Nordwestdeutsch-
land besonders in den Erdölgebieten. — Jb. Reichsst. Bodenforsch., 60,
S. 431—483, 1 Taf., Berlin 1941
- ROEMER, F.: Über die geognostische Zusammensetzung des Teutoburger Waldes
zwischen Bielefeld und Rheine und der Hügellzüge von Bentheim. —
N. Jb. Miner., Geol., Geognosie u. Petrefactenk., 1850, S. 385—417,
1 Taf., Stuttgart 1850
- .— Über *Pecten crassitesta* und *Exogyra sinuata* bei Bentheim. (Briefliche
Mitteilung an BRONN). N. Jb. Miner., Geol., Geognosie u. Petrefactenk.,
1851, S. 576—577, Stuttgart 1851
- .— Die Kreidebildungen Westfalens. Eine geognostische Monographie. — Verh.
naturhist. Ver. preuss. Rheinld., u. Westph., 11, S. 48—180, 1 Karte, Bonn
1854 und Z. deutsch. geol. Ges., 6, S. 99—236, 1 Taf., Berlin 1854
- .— Über die Gegend von Bentheim und Ahaus, Neocomien. (Briefliche Mittei-
lung an BRONN). — N. Jb. Miner. Geol., Geognosie u. Petrefactenk.,
1855, S. 324—326, Stuttgart 1855
- RÖMER, J. H.: Die „Alstätter Bucht“. Tektonik en Stratigrafie. — Grondboor
en Hamer, 6, S. 188—201, 3 Abb., 1967
- RUNGE, F.: Die Naturschutzgebiete Westfalens. — 215 S., 24. Taf., Münster
(Aschendorff) 1958
- SEISMOS GmbH (Bearb.: Kortmann): Bericht über reflexionsseismische Unter-
suchungen im Arbeitsgebiet Ochtrup 1961. — Archiv-Nr. 1292, 11 Masch.-S.,
22 Anl.-Taf., Hannover 1961. — [unveröff.]
- SEITZ, O.: Zur Paläogeographie des Wealden und der Pompeckj'schen Schwelle. —
In: Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland, S. 135—143, 1 Taf.,
3 Abb., 1 Tab., Hannover-Celle (Amt f. Bodenforsch.) 1949
- .— Über die Gliederung des Ober- und Mittelvalendis in Nordwestdeutschland. —
Z. deutsch. geol. Ges., 101, S. 137—145, 2 Tab., Stuttgart 1950
- SIEGFRIED, P.: Ein Plesiosaurier-Skelett in Münster in Westfalen. — Museums-
kunde, 3, S. 176—179, 3 Abb., Berlin (de Gruyter) 1961
- SCHEURMANN, F.: Bentheimer Bergbau. Eine zusammenfassende Darstellung. —
Jb. Heimatverein Grafsch. Bentheim f. 1964, S. 71—91, 10 Abb., Nord-
horn 1964
- 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

- SCHNEIDER, HANS: Zur Frage des Münsterländischen Kiessandrückens. — Z. deutsch. geol. Ges., **90**, S. 603—615, 1 Abb., 1 Kte., Berlin 1938
- , — Geohydrologie Nordwestfalens. — 264 S., 268 Abb., 10 Taf., Berlin (R. Schmidt) 1964
- SCHNELL, K.: Gewässerkundliche Karten von Nordrhein-Westfalen. — Hrsg.: Min. f. Ernährung, Landw. u. Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen, 3 Ktn., viele Tabellen, Düsseldorf 1955
- SCHÖNE-WARNEFELD, G. & DAHM, H.: Tutenmergel im Ruhrkarbon. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3** (2), S. 643—646, 3 Taf., 2 Abb., Krefeld 1962
- SCHOTT, W.: Bericht über die Befahrung der Bohrung Ochtrup-Alstätte 14 von den Rohstoffbetrieben der Vereinigten Stahlwerke. — Ber. im Archiv Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., 2 S., Krefeld 1938 (unveröff.)
- , — Zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Malms. — in: Erdöl u. Tektonik in NW-Deutschland, S. 129—135, 6 Abb., Hannover-Celle (Amt f. Bodenforsch.) 1949
- , — Der obere Weiße Jura und die tiefste Unterkreide im deutsch-holländischen Grenzgebiet. — Geol. Jb., **65**, S. 213—270, 2 Taf., 17 Abb., Hannover 1951
- SCHOTT, W., 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. — Erdöl u. Kohle, **20**, S. 149—158, 7 Abb., Hamburg 1967
- SCHREIBER, A.: Tektonische Stockwerke im Bau des mittleren Emslandes. — Z. deutsch. geol. Ges., **109**, S. 169—184, 9 Abb., Hannover 1957
- SCHÜTTE, D.: Die geologischen Verhältnisse von Bentheim und Umgebung unter besonderer Berücksichtigung der Asphaltvorkommen. — Unveröff. Diss. Clausthal-Zellerfeld 1927
- SCHUSTER, A. & WOLBURG, J.: Alb in den Bohrungen des Münsterlandes. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1962**, S. 409—422, 4 Abb., Stuttgart 1962
- , — Das Alb in der Bohrung Münsterland 1 und benachbarten Bohrungen. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **11**, S. 45—56, 2 Abb., 1 Tab., Krefeld 1963
- STACH, E.: Bericht über die Ergebnisse der wiss. Aufnahmen auf Blatt Ochtrup (Westfalen und Hannover) im Jahre 1923. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **44**, S. XXII, Berlin 1923
- STILLE, H.: Zur Kenntnis der Dislokationen, Schichtenabtragungen und Transgressionen im jüngsten Jura und in der Kreide Westfalens. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., **26**, S. 103—125, Berlin 1905
- , — Das Alter der Kreidesandsteine Westfalens. — Z. deutsch. geol. Ges., **61**, Mber., S. 17—26, 1 Tab., Berlin 1909
- STOLLEY, E.: Die Gliederung der norddeutschen Unteren Kreide. — Cbl. Min. Geol. Paläont., **1908**, S. 107—124, Stuttgart 1908
- , — Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen Unteren Kreide. I. Die Belemniten der norddeutschen Unteren Kreide. 1. Die Belemniten des norddeutschen Gaults (Aptiens und Albiens). — Geol. Paläont. Abh., N. F., **10**, S. 3—72, 8 Taf., Jena 1911
- , — Beiträge zur Kenntnis der Cephalopoden der norddeutschen Unteren Kreide. I. Die Belemniten der norddeutschen Unteren Kreide. 2. Die Oxyteuthidae des norddeutschen Neokoms. — Geol. Paläont. Abh., N. F., **14**, S. 3—38, 8 Taf., Jena 1925 [1925 a]
- , — Die leitenden Belemniten des norddeutschen Neokoms. — Jber. niedersächs. geol. Ver., **17**, S. 112—126, Hannover 1925 [1925 b]
- , — Die Gliederung des norddeutschen marinen Unterneokoms. — Zbl. Miner. Geol. Paläont., **1937**, Abt. B., S. 434—456, 497—506, Stuttgart 1937

- STROMBECK, A. von: Über den Gault und insbesondere die *Gargas-Mergel* (Aptien d'ORB.) im nordwestlichen Deutschland. — Z. deutsch. geol. Ges., **13**, S. 20—60, Berlin 1861
- STROMEYER, A.: Die sogenannte Bentheimer Kohle. — Jber. naturhist. Ges. Hannover, **10**, S. 338—339, Hannover 1860 und N. Jb. Miner., Geol., Geognosie u. Petrefaktenkd., **1861**, S. 189—190, Stuttgart 1861
- TEICHMÜLLER, M.: Bericht über die Untersuchungen von kohligten Einschlüssen in einem Kern der Bohrung Ochtrup Z 1 bei Bentheim. — Ber. im Arch. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., **1** S., Krefeld 1958. — [unveröff.]
- TEICHMÜLLER, M. & R.: Das Inkohlungsbild des Niedersächsischen Wealdenbeckens. — Z. deutsch. geol. Ges., **100**, S. 498—517, 2 Taf., 11 Abb., Hannover 1950
- , — Karbonkohlen-Gerölle in der Unterkreide des niedersächsischen Beckens. — Z. deutsch. geol. Ges., **104**, S. 459—467, 1 Taf., 1 Abb., Hannover 1953
- TEICHMÜLLER, R.: Die Entwicklung der subvariscischen Saumsenke nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnis. — Fortschr. Geol. Rheind. u. Westf., **3**, 3, S. 1237—1254, 2 Taf., 2 Abb., 1 Tab., Krefeld 1962
- 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 1963
- , — Zur Stratigraphie und Fazies der marinen Unterkreide im Gebiet des Ochtruper Sattels am Nordrand der Rheinischen Masse. — Fortschr. Geol. Rheind. u. Westf., **17**, (im Druck), Krefeld 1969
- THIERMANN, A. & ARNOLD, H.: Die Kreide im Münsterland und Nordwestfalen. — Fortschr. Geol. Rheind. u. Westf., **7**, S. 691—724, 1 Abb., 1 Tab., Krefeld 1964
- TIETZE, O.: Über das Alter des Emstalsandes. — Z. deutsch. geol. Ges., **59**, S. 132—134, Berlin 1907
- , — Beiträge zur Geologie des mittleren Emsgebietes. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., **27**, S. 159—187, 1 Taf., Berlin 1909
- , — Zur Geologie des mittleren Emsgebietes; vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung des alten Diluviums im Westen und Osten des norddeutschen Flachlandes. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., **33**, II, S. 108—200, Taf. 10—13, 11 Abb., Berlin 1914
- TRENKNER, W.: Die Urfauna des Weser- und Emsgebietes. Systematische Zusammenstellung aller bislang in den Gebieten zwischen Weser und Ems gefundenen fossilen Tierreste. — Jber. naturwiss. Ver. Osnabrück, **3**, S. 84—172, Osnabrück 1877
- TRUSHEIM, F.: Zur Gliederung des Buntsandsteins. — Erdöl-Z., **79**, S. 277—292, 8 Abb., Wien-Hamburg 1963
- URBAN, H.: Der Glaukonit in der Unterkreide Westfalens und seine Entstehung. — Tonindustrie Zeitung, **81**, S. 363—371, 7 Abb., 2 Tab., Wilhelmshaven 1957
- VLERK, J. M. VAN DER: Conclusion on Pleistocene correlations between the Netherlands and adjacent areas. — Geol. en Mijnb., N. S., **19**, S. 310—312, s' Gravenhage 1957
- VOGEL, Fr.: Beiträge zur Kenntnis der holländischen Kreide. II: Die Fossilien des Neokomsandsteins von Lossers und Gildchaus. — S. 50—60, Taf. 3, Leiden und Berlin 1895
- VOIGT, E.: Über Randtröge vor Schollenrändern und ihre Bedeutung im Gebiet der Mitteleuropäischen Senke und angrenzender Gebiete. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, S. 378—418, 15 Abb., Hannover 1963
- WAGER, R.: Der Wealden bei Osnabrück. — in: Geologischer Exkursionsführer für Osnabrück, S. 31—32, 2 Tab., Osnabrück (Meinders & Elstermann) 1952

- , — Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Wealden im Raum Osnabrück. — Z. deutsch. geol. Ges., **104**, S. 171—172, 1 Tab., Hannover 1953
- WEERTH, O.: Die Fauna des Neocomsandsteins im Teutoburger Walde. — Paläont. Abh., **2**, 77 S., 11 Taf., Berlin 1884
- WEGNER, T.: Führer zu den Exkursionen der zweiten Hauptversammlung des Niederrheinischen Geologischen Vereins zu Münster i. W. 22.—25. Mai 1908. I. Das Diluvium der Umgebung Münsters. — Sitz.-Ber. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. u. Westf., 1908, Abt. D., S. 41—46, 3 Abb., Bonn 1909
- , — Über eine Stillstandsphase der großen Vereisung im Münsterlande. — Z. deutsch. geol. Ges., **62**, Mber., S. 387—405, 6 Abb., Berlin 1911
- , — Das Auftreten von Kohlenwasserstoffen im Bereiche des westfälischen Karbons. — Glückauf, **60**, S. 631—642, 660—664, 7 Abb., Essen 1924
- , — Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. — 2. Aufl., 500 S., 1 Taf., 244 Abb., Paderborn (Schöningh) 1926
- , — Geologie der Münsterschen Ebene. — Westfalenland, **4**, S. 1—44, 21 Abb., Paderborn 1927
- , — Das Albertitvorkommen von Bentheim. — Glückauf, **67**, S. 393—395, 2 Abb., Essen 1931
- WICHER, C. A.: Zur Stratigraphie der Grenzschichten Jura-Kreide Nordwestdeutschlands. — Erdöl u. Kohle, 36. Jg., **29**, S. 263—269, Berlin 1940
- WICK, W. & WOLBURG, J.: Wealden in Nordwestdeutschland. — in: Leitfossilien der Mikropaläontologie, S. 191—224, Taf. 28—32 a, Abb. 16, Tab. 11—16, Berlin (Borntraeger) 1962
- WIEDMANN, J.: Die Jura/Kreide-Grenze und Fragen stratigraphischer Nomenklatur. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1967**, S. 736—746, 1 Tab., Stuttgart 1967
- WILLERT, H.: Das Toneisensteinvorkommen von Ahaus und Koesfeld und seine wirtschaftliche Bedeutung. — Glückauf, **44**, S. 304, Essen 1908
- WILHELMY, H.: Umlaufseen und Dammuferseen tropischer Tieflandflüsse. — Z. f. Geomorph., N. F., **2**, S. 27—54, 18 Abb., Berlin 1958
- WOLBURG, J.: Ergebnisse der Biostratigraphie nach Ostracoden im nordwestdeutschen Wealden. — In: Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland, S. 349—360, Hannover-Celle (Amt f. Bodenforsch.) 1949
- , — Der Nordrand der Rheinischen Masse. — Geol. Jb., **67**, S. 83—115, 15 Abb., Hannover 1953
- , — Schwellen und Becken im Emsland-Tektogen mit einem palaeogeographischen Abriss von Wealden und Unterkreide. — Beih. Geol. Jb., **13**, 115 S., 36 Abb., Hannover 1954
- , — Das Profil der Trias im Raum zwischen Ems und Niederrhein. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1956**, S. 305—330, 5 Abb., Stuttgart 1957
- , — Die Cyprideen des NW-deutschen Wealden. — Senck. leth., **40**, S. 223—315, 5 Taf., 27 Abb., Frankfurt/M. 1959
- , — Sedimentations-Zyklen und Stratigraphie des Buntsandsteins in NW-Deutschland. — Geotekt. Forsch., **14**, S. 7—74, 12 Taf., 17 Abb., 5 Tab., Stuttgart 1961
- , — Vom zyklischen Aufbau des Buntsandsteins. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1968**, S. 535—559, 12 Abb., Stuttgart 1968
- WOLDSTEDT, P.: Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. — 464 S., 97 Abb., Stuttgart (Enke) 1950
- WOLFF, W.: Einige glazialgeologische Probleme aus dem norddeutschen Tiefland. — Z. deutsch. geol. Ges., **79**, Mber., S. 342—360, 1 Taf., 2 Abb., Berlin 1928

- WOLLEMAN, A.: Die Bivalven und Gastropoden des deutschen und holländischen Neokoms. — *Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst., N. F.*, **31**, S. 1—180, Atlas, Berlin 1900
- , — Die Bivalven und Gastropoden des norddeutschen Gaults (Aptiens und Albiens). — *Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst.*, **27**, S. 259—300, 5 Taf., 2 Tab., Berlin 1909
- , — Nachtrag zu meinen Abhandlungen über die Bivalven und Gastropoden der Unteren Kreide Norddeutschlands. — *Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst.*, **29**, S. 151—193, 5 Taf., Berlin 1912
- ZEDLER, B.: Zur Stratigraphie des Ober-Hauterive im Erdölfeld Georgsdorf (Emsland). — *Erdöl u. Kohle*, **12**, S. 879—883, 1 Abb., Hamburg 1959
- , — Stratigraphische Verbreitung und Phylogenie von Foraminiferen des nordwestdeutschen Oberhauterive. — *Paläont. Z.*, **35**, S. 28—61, 2 Taf., 8 Abb., Stuttgart 1961
- ZONNEVELD, J. I. S.: Das Quartär der südöstlichen Niederlande. — *Geol. en Mijnb., N. S.*, **18**, S. 379—385, 1 Abb., 1 Tab., s' Gravenhage 1956
- , — Litho-stratigrafische eenheden in het Nederlandse Pleistoocen. — *Med. Geol. St., N. S.*, **12**, S. 31—64, 10 Abb., 1 Tab., Maastricht 1959

Karten

- BÄRTLING, R. & STACH, E.: Geologische Manuskriptkarte 1 : 25 000, Blatt 3709 Ochtrup. — Unveröff. Karte im Archiv d. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1923
- BENTZ, A.: Geologische Manuskriptkarten 1 : 25 000, Blatt 3707 Glanerbrücke und Blatt 3708 Gronau. — Unveröff. Karten im Archiv d. Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf., Krefeld 1931
- CLOSS, H., LÖGTERS, H. & REICH, H.: Großblatt 58, Laar—Lingen—Bentheim. — Geotektonische Karte von Nordwestdeutschland, 1 : 100 000, Celle (Reichsamt f. Bodenforsch.) 1949
- LÖGTERS, H. & REICH, H.: Großblatt 70, Vreden—Ahaus—Bocholt—Coesfeld. — Geotektonische Karte von Nordwestdeutschland, 1 : 100 000, Celle (Reichsamt f. Bodenforsch.) 1948
- SCHOTT, W., KOCH, E. K., KOCKEL, F., SCHREIBER, A., STACKELBERG, U. von, STETS, J. & STOPPEL, D. unter Mitarbeit von GENIESER, K., HINZ, K. & MÜHLFELD, R.: Paläogeographischer Atlas der Unterkreide von Nordwestdeutschland mit einer Übersichtsdarstellung des nördlichen Mitteleuropa. — 289 Kten. 1 : 200 000, 10 Kten. u. 1 Deckbl. 1 : 500 000, 6 Übersichtskten. nördl. Mittel-Europa 1 : 1 500 000, 1 stratigraph. Tab., Hannover (Bundesanst. f. Bodenforsch.) 1967
- Zentrale Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000, Blatt C 3906 Gronau und Blatt C 3910 Rheine, mit Erläuterungen, Bad Godesberg (Bundesforsch.-Anst. f. Landeskd. u. Raumord.) 1968

Tafeln

Verzeichnis der Tafeln in der Anlage

Tafel 1: Karte der Quartärbasis (M. KOCH)

Tafel 2: Karte der verliehenen Grubenfelder

Tafel 3: Geologische Übersichtskarte

Tafel 4: Karte der nutzbaren Steine und Erden