

Die Geologie der Mittelrät-Schichten  
von Velpke (nördl. Helmstedt)

von

Mohamed-Husni Zeino-Mahmalat +)

<u>Inhaltsübersicht</u>	Seite
1. Einführung	4
2. Lithologische Beschreibung	5
2.1. Aufschlußverhältnisse	5
2.2. Die Schichtfolgen der einzelnen Aufschlüsse und ihre Parallelisierung	5
2.3. Spezielle Bearbeitung und Beobachtungen zur Deutung der Sedimentation	12
2.3.1. Sandsteinbänke	12
2.3.1.1. Petrographischer Befund	12
2.3.1.2. Sedimentär-Gefüge	14
2.3.1.3. Physikalische Eigenschaften (Porosität, Permeabilität)	20
2.3.1.4. Technische Verwendbarkeit des Sandsteins	21
2.3.2. Tonserien	21
2.3.2.1. Mineralogische Zusammensetzung der Tone	21
2.3.2.2. Mikropaläontologischer Befund	21
3. Tektonische Verhältnisse	24
3.1. Die Tektonik des Untersuchungsgebietes	24
3.2. Beziehungen zum tektonischen Bau der Umgebung	26
4. Zusammenfassende Betrachtungen über die Sedimentologie und Paläogeographie im Velpker Gebiet	28

---

+) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Geol. Mohamed-Husni  
Zeino-Mahmalat, Institut für Geologie und Paläontologie  
der Technischen Universität, 3 Hannover, Welfengarten 1.

## 1. Einführung

Das Arbeitsgebiet liegt ca. 20 km N Helmstedt im Bereich des Meßtischblattes Oebisfelde, das durch die Zonengrenze in einen Ost- und einen Westteil getrennt ist. Auf der westlichen Seite liegt die Ortschaft Velpke an der Einmündung der Bundesstraße 244 in die Bundesstraße 188. Das Gelände ist infolge pleistozäner Eisvorstöße fast eben; seine Höhenlage schwankt zwischen 55 und 95 m üNN. Zwischen Velpke im S und Danndorf im NW liegen mehrere ältere Sandsteinbrüche. Nach der Geologischen Übersichtskarte 1:100 000 (Blatt Braunschweig) stehen in der Umgebung von Oebisfelde Schichten des Oberen Keupers an (JÜNGST 1929).

Ziel der Arbeit war es, in einem kleineren Gebiet die Schichten des Mittelrätts durch Profilaufnahmen sowie tektonische und petrographische Untersuchungen zu gliedern und zu parallelisieren. Dieses Thema stellte mir mein hochverehrter Lehrer Herr Prof. Dr. K. RICHTER, dem ich für seine wohlwollende Förderung und manche wertvolle Anregung sehr dankbar bin. Er unterstützte mich durch Diskussionen und Geländebegehungen und ermöglichte mir die Durchführung der notwendigen Laboruntersuchungen im Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Hannover.

Mein Dank gilt auch besonders Herrn Dr. GROETZNER, der mich mit seiner Kenntnis des Arbeitsgebiets und seiner großen Erfahrung in stratigraphischen und sedimentologischen Fragen stets bereitwilligst unterstützt hat.

Für die Unterstützung, Dünnschliffe anfertigen zu lassen, danke ich Herrn Dr. ECKHARDT (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung).

Palynologische Untersuchungen zur stratigraphischen Datierung der Schichten wurden von Herrn Dr. MÄDLER (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung) durchgeführt. Ich darf ihm dafür meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Herrn Prof. Dr. HÄNTZSCHEL (Geologisches Staatsinstitut Hamburg) verdanke ich wertvolle Literaturhinweise und Anregungen bei der Bearbeitung von Lebensspuren.

Diese Arbeit stellt eine Kurzfassung der bereits vorliegenden Diplomarbeit dar.

## 2. Lithologische Beschreibung

### 2.1. Aufschlußverhältnisse

Die Geländeuntersuchungen wurden in 16 Steinbrüchen durchgeführt, die in zwei, parallel der Mittelrät-Folge E-W und NW-SE streichenden Gebietsstreifen angeordnet sind. Die Mehrzahl der Aufschlüsse ist nicht mehr zugänglich, weil sie entweder mit Grundwasser gefüllt oder mit Abraum zugeschüttet sind.

Die Sandsteinbrüche sind von den Einheimischen wie folgt benannt worden (s. Abb. 5, S. 25).

I	KÖRNER II	IX	"Großer Bruch"
II	KÖRNER I	X	"Steinkamp"
III	"Eiserloch"	XI	HUPPERTZ u. ZUCKER
IV	"Kamerun"	XII	"Kanal II"
V	Name unbekannt	XIII	"Kanal I"
VI	"Tränke"	XIV	Danndorf (SE'Hünenberg)
VII	"Krebsloch"	XV	Danndorf (E'Hünenberg)
VIII	"Jürgesloch"	XVI	Danndorf (Hünenberg)

### 2.2. Die Schichtfolgen der einzelnen Aufschlüsse und ihre Parallelisierung

In 8 der vorstehend genannten Steinbrüche konnte die Schichtserie des Mittelrät-Sandsteins fast vollständig aufgenommen werden. Die schematisierten Vergleichs-Säulenprofile sind auf Anlage 1 dargestellt. Eine Feinparallelisierung der einzelnen Profile untereinander erscheint jedoch problematisch. Die Differenzierung in verschiedene Gesteinstypen ist zu gering, die Schichtfolge zu monoton. Darüber hinaus ist bei Bankparallelisierungen größte Vorsicht geboten, da mitunter erkennbare flache, im Inneren schräggeschichtete Rinnenfüllungen vermuten lassen, daß es sich hier zumindest teilweise um nicht parallelisierbare einzelne Schüttungskörper handelt.

Die in Velpke und Danndorf aufgeschlossenen Mittelrät-Schichten sind in zwei massige Hauptsandsteinbankfolgen (Typ  $\alpha$ ) zu unterteilen. Die Mächtigkeit der unteren Bankfolge beträgt 7,5 m, die der oberen 8 m. Beide Folgen sind durch eine stark sandige Schiefertons-Zwischenlage getrennt, deren Mächtigkeit nach W auf einer Länge von ca. 2000 m von 50 cm bis 620 cm zunimmt (Anlage 2). Überdies ist in der Zwischenlage die Einschaltung von zwei Sandsteinbänken (Typ B) zu beobachten.

Die Parallelisierung der Profile, wie sie in den Anlagen 1 und 2 erfolgt ist, erscheint durch mehrere Merkmale, besonders palynologische Befunde, gerechtfertigt. In der oberen Sandsteinfolge treten Pflanzenreste stark gehäuft auf, während sie in der unteren Folge fast ganz fehlen.

Bankgebunden sind im Schiefertons zwischen beiden Sandsteinfolgen Muschel-Ruhschalen (Cubichnia) und Trockenrisse (Manchuriophycus) ausgebildet.

#### Aufschluß I (KÖRNER II):

##### Hangendes

- (1) 0 - 4,5 m: Sandsteinplatten;  
10-20 cm dicke grau-weiße, z.T. bräunliche Sandsteinplatten, stark zersetzt durch Bodenbildung.
- (2) 4,5 - 5,5 m: Schiefertons,  
kohlehaltig, stark sandig, dunkelgrau-schwarz, oft mit eingeschalteten Sandsteinplatten (max. 5 cm dick).
- (3) 5,5 - 6,5 m: Sandstein,  
hellgrau-weiß.
- (4) 6,5 - 7,05m: Die oberen 25 cm:  
Sandsteinplatten, bis 5 cm mächtig, hellgrau-weiß. Eingeschaltet dünne Lagen von dunkelgrau-schwarzem, z.T. kohligem, stark sandigem Schiefertons.  
Die unteren 30 cm:  
gleicher Schiefertons wie darüber, die Sandsteinplatten sind dünner und seltener.

- (5) 7,05- 8,1 m: Sandsteinplatten,  
grau, bis 15 cm dick, mit Einschaltungen von  
dünnen dunkelgrau-schwarzen, kohligem Schiefertonlagen; Anzahl nach unten zunehmend. In  
den unteren 50 cm Abnahme der Anzahl der  
Schiefertonlagen. Sandsteinbänke werden un-  
ten 20 cm dick; getrennt durch dünne Ton-  
lagen.
- (6) 8,1 -10,0 m: Sandstein,  
dickbankig, hellgrau-weiß, z.T. bräunlich.
- (7) 10,0 -11,25 m: Schieferton/Ton,  
sandig, kohlig, schwarz, mit vereinzelt  
Sandsteinplatten.
- (8) 11,25-18,8 m: Sandstein,  
dickbankig, grau; an der Basis Tonein-  
schaltungen.
- (9) 18,8->19,3 m: Tonstein,  
trocken, fest, sandig, hellgrau, mit verein-  
zelten Kohleresten und Manganknoten. In obern  
15 cm Zunahme der braunen Färbung durch  
Fe-haltige Verwitterungswässer.
- Liegendes.

#### Aufschluß II (KÖRNER I):

##### Hangendes

- (1) 0 - 1,7 m: Sandsteinplatten,  
10-20 cm dick, grauweiß, z.T. bräunlich,  
durch Pflanzenwurzeln stark zersetzt.
- (2) 1,7 - 2,1 m: Im oberen Teil (25 cm): Schieferton,  
kohlehaltig, stark sandig, dunkelgrau -  
schwarz; oft Sandsteinplatten eingeschaltet  
(max. 5 cm dick).  
Im unteren Teil (15 cm): Sandstein,  
grau.
- (3) 2,1 - 3,5 m: Schieferton,  
sandig, z.T. kohlig, dunkelgrau-schwarz;  
Einschaltungen von grauen Sandsteinplatten.  
Mächtigkeit der Platten nimmt nach unten  
bis auf 10 cm zu.
- (4) 3,5 - 6,5 m: Sandstein,  
bankig, hellgrau.
- (5) 6,5 - 7,45 m: Schieferton/Ton,  
kohlig, z.T. sandig, schwarz, mit verein-  
zelten Sandsteinplatten.

- (6) 7,45-15,35 m: Sandstein,  
dickbankig, grau, mit bräunlicher Verwitterungs-  
farbe an den Schicht-, Kluft- und  
Bruchflächen.  
Liegendes.

Aufschluß III ("Eiserloch"):

Hangendes.

- (1) 0 - 1,5 m: Sand und Lehm.  
Quartärdecke, weiß, z.T. bräunlich, nach  
Norden an Mächtigkeit zunehmend.
- (2) 1,5 - 9,5 m: Sandstein,  
grauweiß, mit brauner Verwitterungsfarbe  
an den Außenflächen.  
Liegendes.  
Der ganze Steinbruch ist mit Grundwasser  
gefüllt.

Aufschluß IV ("Kamerun"):

Hangendes.

- (1) 0 - 1,8 m: Sand und Lehm.  
Quartärdecke; weiß, z.T. bräunlich, nach  
Norden an Mächtigkeit zunehmend.
- (2) 1,8 - 8,8 m: Sandstein,  
grauweiß, mit brauner Verwitterungsfarbe.  
Liegendes.  
Der ganze Steinbruch ist mit Grundwasser  
gefüllt.

Aufschluß V (nicht benannt):

Hangendes.

- (1) 0 - 2,5 m: Sandstein,  
grauweiß, durch Bodenbildung stark zer-  
klüftet.  
In den unteren 80 cm kohlige, schwarze  
Schiefertoneinschaltungen.
- (2) 2,5 - 3,1 m: Schiefertone,  
sandig, z.T. kohlig, dunkelgrau-schwarz;  
Zwischenlagen aus dünnen Sandsteinplatten.

- (3) 3,1 - 4,0 m: Sandstein,  
hellgrau-weiß, z.T. bräunlich; Einschaltun-  
gen aus dünnen schwarzen, sandigen Schiefer-  
tonlagen.
- (4) 4,0 - 4,6 m: Schieferton,  
sandig, z.T. kohlig, dunkelgrau-schwarz,  
in Wechsellagerung mit dünnen Sandstein-  
platten.
- (5) 4,6 ->8,0 m: Sandstein,  
dickbankig, grau, mit brauner Verwitterungs-  
farbe überzogen.  
Liegendes.

#### Aufschluß VI ("Tränke"):

- Hangendes.
- (1) 0 - 1,0 m: Sandstein,  
grauweiß, mit Überzug von brauner Verwitte-  
rungsfarbe.
- (2) 1,0 - 2,7 m: Schieferton,  
stark sandig, z.T. kohlig, dunkelgrau-  
schwarz; starke Einschaltungen von Sand-  
steinplatten.
- (3) 2,7 ->5,7 m: Sandstein,  
dickbankig, grau; Überzug von bräunlicher  
Verwitterungsfarbe.  
Liegendes.

#### Aufschluß VII ("Krebsloch"):

- Hangendes.
- (1) 0 - 1,0 m: Sandstein,  
grauweiß-gelb, mit Überzug von brauner Ver-  
witterungsfarbe.
- (2) 1,0 - 2,6 m: Schieferton,  
sandig, z.T. kohlig, dunkelgrau-schwarz,  
mit Einschaltungen von Sandsteinplatten.
- (3) 2,6 ->7,7 m: Sandstein,  
dickbankig, grau, schwach braun infolge  
Verwitterung.  
Liegendes.

### Aufschluß VIII ("Jürgesloch"):

Hangendes.

- (1) 0 - 2,0 m: Sandstein, grauweiß-gelb, mit Überzug von brauner Verwitterungsfarbe.
- (2) 2,0 - 2,85 m: Schieferton, sandig, z.T. kohlig, dunkelgrau-schwarz; Zwischenlagerung von Sandsteinplatten.
- (3) 2,85->7,5 m: Sandstein, dickbankig, grau; brauner Überzug von Verwitterungsfarbe.

Liegendes.

### Aufschluß IX ("Großer Bruch"):

Hangendes.

- (1) 0 - 0,65 m: Schieferton, sandig, z.T. kohlig, dunkelgrau-schwarz; Einschaltungen von Sandsteinplatten.
- (2) 0,65->1,8 m: Sandstein, dickbankig, grau, mit bräunlichem Überzug infolge Verwitterung.

Liegendes.

### Aufschluß X ("Steinkamp"):

Hangendes.

- (1) 0 - 0,4 m: Sandsteinbank, sehr hart, quarzitisch, hellgrauweiß.
- (2) 0,4 ->2,4 m: Sandstein, hellgraugelb, bräunlich infolge Verwitterung, in Platten gespalten (max. 35 cm dick).

Liegendes.

Der Aufschluß ist mit Grundwasser gefüllt.

### Aufschluß XI (HUPPERTZ und ZUCKER):

Hangendes.

- (1) 0 - 5,0 m: Sandstein, hellgraugelb; obere Partien durch Bodenbildung stark zersetzt.
- (2) 5,0 - 5,5 m: Schieferton, stark sandig, z.T. kohlig, hellgrau-schwarz.

Liegendes.



Aufschluß XII ("Kanal II"):

Hangendes

- (1) 0 - 7,0 m: Sandsteinplatten  
z.T. bankig, hellgrauweiß.

Liegendes.

Der Steinbruch ist mit Grundwasser gefüllt.

Aufschluß XIII ("Kanal I"):

Hangendes.

- (1) 0 - 2,3 m: Quartärbedeckung aus Sand und Lehm,  
nach N an Mächtigkeit zunehmend.

- (2) 2,3 - 9,3 m: Sandstein,  
hellgraugelb mit bräunlichem Überzug  
infolge Verwitterung.

Liegendes.

Das Grundwasser füllt den Steinbruch  
langsam aus.

Aufschluß XIV (SE-Hünenberg):

Hangendes.

- (1) 0 - 5,4 m: Sandstein,  
stark zerklüftet, hellgrauweiß, z.T.  
bräunlich; dünne Einschaltungen von  
Tonlagen, Platten bis 10 cm dick.

Liegendes.

Aufschluß XV (Danndorf, E-Hünenberg):

Hangendes.

- (1) 0 ->3,7 m: Sandsteinplatten,  
bis 15 cm dick, zerklüftet, hellgrauweiß,  
bräunlich infolge Verwitterung; Einschaltun-  
gen von Tonlagen.

Liegendes.

## Aufschluß XVI (Danndorf, Hünenberg):

Hangendes.

- (1) 0 - 0,85 m: Obere Hälfte bis 10 cm dicke, grauweiße Sandsteinplatten. Durch Bodenbildung stark zersetzt, in Wechsellagerung mit dünnen Toneinschaltungen.  
Untere Hälfte an der Basis: 17 cm dicke grauweiße Sandsteinbank. Darüber Sandsteinplatten mit dünnen Tonschichten in Wechsellagerung. Mächtigkeit der Platten nach oben abnehmend.
- (2) 0,85- 2,25 m: Ton, fett, dunkelgrau-schwarz, in Wechsellagerung mit dünnen Sandsteinplatten, die leicht wellig verlaufen; Plattenmächtigkeit nach oben zunehmend.
- (3) 2,25- 7,05 m: Sandstein, dickbankig, z.T. plattig, hellgrauweiß.
- (4) 7,05- 7,65 m: Ton/Schieferton, z.T. fett, kohlehaltig, dunkelgrau-schwarz; dünne Einschaltungen von Sandsteinplatten.
- (5) 7,65->10,15m: Sandstein, hellgrauweiß, dickbankig, mit vereinzelt Tonlagen.  
Liegendes.

### 2.3. Spezielle Bearbeitung und Beobachtungen zur Deutung der Sedimentation

#### 2.3.1. Sandsteinbänke

##### 2.3.1.1. Petrographischer Befund

Die petrographische Differenzierungsmöglichkeit der Sandsteinbänke aller Aufschlüsse erwies sich auch bei mikroskopischer Untersuchung von Dünnschliffen als sehr gering. Zwei Sandstein-Typen sind zu unterscheiden:

Typ  $\alpha$  : Hellgrau-weißer Sandstein, oft mit rostbraunen Verwitterungsrinden. Das Gestein ist hart und im Bruch scharfkantig-quadrig; manchmal schalten sich Schieferton und Ton ein. In den Aufschlüssen, in denen dieser Typ in der Nähe des Bodens liegt, ist er zerklüftet und plattig. Die Korngröße schwankt zwischen

70 - 300  $\mu$ . Die Körner sind primär fast rund, können aber durch sekundäre Anwachsungen scharfkantig erscheinen. Nach der RUCHIN-Rundungsskala haben die Körner ohne sekundäre Anwachsungen eine Rundung von 1 bis 2. Die Rundungswerte nach RUCHIN gehen von 0 (scharfkantig) bis 4 (rund), s. Taf. I, Fig. 1. Die meisten sekundären Anwachsungen sind optisch orientiert. Die teils verzahnten Körner sind durch kieseliges oder auch toniges Bindemittel  $\pm$  gut verkittet. Durch Reiben mit den Fingern lassen sich aber einige Körner lösen. Der Hauptbestandteil ist Quarz, Nebenbestandteile sind Feldspat (z.T. kaolinisiert) und Serizitblättchen, manchmal mit Anreicherung an der Schichtoberfläche; akzessorisch kann Magnetit auftreten (meist limonitisiert). In Verbindung mit den stellenweise massenhaft auftretenden organischen Resten findet sich teilweise in Pyrit umkristallisierter Markasit, manchmal noch mit Kohlekern. Die auf den Schichtflächen auftretenden inkohlten Pflanzenreste sind durch den Druck stark verwischt und nicht bestimmbar. Dieser Sandsteintyp tritt in allen Steinbrüchen auf.

Typ  $\beta$  : Hellgrau-weißer, massiger Sandstein mit sehr schwacher brauner Verwitterungsfärbung. Er ist hart und im Bruch scharfkantig-quadrig. Die Korngrößenfraktion ist fein und schwankt zwischen 30 und 100  $\mu$ , entspricht also dem Grobschluff- und Feinsandbereich mit seltenen Beimengungen von mittleren Korngrößen (Korngrößenbezeichnung nach FÜCHTBAUER 1959). Die Körner haben einen Rundungswert von 1 bis 2 (RUCHIN-Rundungsskala), sofern sie nicht sekundär umwachsen sind. Das Bindemittel ist tonig, z.T. kieselig (Taf. I, Fig. 2). Hauptbestandteil ist Quarz; Serizit und meist kaolinisierter Feldspat treten in geringem Maße auf.

Dieser Sandsteintyp ist nur in den Aufschlüssen I und II nachgewiesen worden.

### 2.3.1.2. Sedimentär-Gefüge

Tongallen: Die Entstehung von Tongallen erklären PETTIJOHN und POTTER (1964) durch Austrocknung und Schrumpfung dünner Schlamm-lagen, die, halb verhärtet, erneut durch Wasser verfrachtet und in Sandserien eingebettet wurden. Sie liegen heute als linsen-förmige und kantengerundete Körper (Taf. I, Fig. 3) im Sandstein vor. Der Transport dürfte schurrend und über geringe Entfernun-gen im flachen Wasser vor sich gegangen sein. In verwitterten Partien ist der Ton herausgeschlämmt, so daß münzenförmige Hohlräume entstanden sind.

Schrägschichtung: Am NE-Ende des Aufschlusses XI wurde Schräg-schichtung beobachtet, die ein Streichen und Fallen von  $120/17^{\circ}\text{N}$  aufweist, wobei diese Werte offenbar innerhalb einer Bank über größere Strecken gleich bleiben. Da die Lagerung der Schicht-Körper fast söhlig ist, geben die Meßwerte die wahren Verhält-nisse zur Zeit der Sedimentation wieder.

Demnach scheint hier die Schüttung des Materials aus SW erfolgt zu sein. Infolge der starken Zerklüftung des Sandsteins in den übrigen Steinbrüchen konnte an anderen Stellen vereinzelt auf-tretende Kreuz- oder Schrägschichtung nicht eingemessen werden.

Trockenrisse: Auf der Schichtoberfläche von Schieferton treten oft Trocken- bzw. Schrumpfrisse auf, die verschiedene For-men besitzen. Sie sind dadurch erkennbar, daß sie durch Sand der Hangendbank gefüllt wurden, und treten heute meist als flache Grate oder Wülste aus der Tonoberfläche hervor. Einige Bei-spiele sind in der Taf. I, Fig. 4 (Fig. 5 = Querschnitt von Fig. 4) dargestellt. Bogige Formen wie in Taf. II, Fig. 1 wurden von LINCK (1949) als Lebensspuren angesehen, und zwar als Kriech-spuren, die innerhalb des noch unverfestigten Tonsediments an-gelegt wurden.

Eine abweichende Meinung hat HÄNTZSCHEL (1949) vertreten: Er deutet die auftretenden Formen ebenso wie HADDING (1929), SEILACHER (1953), STAUBER (1942) und YABE (1926) als bogige

Trockenrisse (Manchuriophycus ENDO), "da diese Formen für Lebensspuren nicht charakteristisch" seien. Nach Prof. HÄNTZSCHEL (schriftliche Mitteilung) ist es nicht sicher, ob es sich bei den mit Ton gefüllten senkrechten Spalten der Sandsteinplatte von Taf. I, Fig. 5 ebenfalls um Trockenrisse handelt, obwohl er diese Möglichkeit nicht ausschließt. Seiner Meinung nach kämen sonst nur Lebensspuren in Betracht, doch wären dann die zugespitzten Enden dieser Gebilde schwer erklärbar (Taf. I, Fig. 4).

Ähnlich, aber größer sind die sog. Rankensteine des Räts, die FRAAS (1910) beschrieb, doch ist die von ihm gegebene Deutung als "Hornschwämme" sicher falsch. Eher zutreffend ist die Beschreibung von ABEL (1935), der diese Rankensteine mit Lebensspuren von Rhizocorallium in Beziehung setzte, ja teilweise sogar mit ihnen identifizierte. Danach wären also die wirr durcheinander liegenden Wülste auf den Schichtflächen nichts anderes als umgelagerte Ausfüllungen von Wohnröhren. Allerdings setzt die Bildung solcher Formen voraus, daß das in den Rhizocorallium-Gängen befindliche Sediment bereits erhärtet war, als deren Aufarbeitung und Neuablagerung an anderer Stelle erfolgte. In ähnlicher Weise werden heute am Meeresstrand die Röhren von Lanice conchilega ausgewaschen und zusammengeschwämmt (ABEL 1935).

Daß es sich trotzdem wahrscheinlich um die Ausfüllung von Trockenrissen handelt, macht die Tatsache wahrscheinlich, daß die Mehrzahl der Wülste an der Bankoberfläche über <sup>+</sup> senkrechten, tongefüllten Schrumpfrissen, die die Platte selbst durchziehen, liegt.

Lebensspuren: An der Unterseite von Sandsteinplatten, die von Ton unterlagert werden, treten manchmal zahlreiche mandelförmige Höcker auf. Auf dem ersten Belegstück (Taf. II, Fig. 2) beträgt ihre Größe 18 mm x 13 mm, auf dem zweiten etwa 10 mm x 6 mm (Taf. II, Fig. 3). Die Körper sind meist mit der Sandsteinplatte fest verbunden und bestehen aus demselben

Material. Zuweilen sind sie aber auch durch Tonhäutchen von der Platte getrennt; das gilt z.B. für das auf Taf. II, Fig. 3 abgebildete Stück.

Die Höcker sind offensichtlich entweder Abdrücke von eingebetteten Muscheln oder von deren Ruhespuren (*Cubichnia*). Stellenweise bilden schmale Wülste eine Verbindung zwischen den Höckern (Taf. II, Fig. 2); diese könnten auf ein abwechselndes Fortbewegen und Ruhen der Tiere hindeuten. Die überlagernde feingeschichtete Sandsteinplatte ist von Wühlbahnen durchzogen, die schräg von oben auf die Knollen zulaufen. Die Muscheln dürften sich also angenähert flachliegend durch die geringmächtige Sandschicht fortbewegt haben. Wenn die Eindruckstelle der Muschel in der Weise mit Sand ausgefüllt wurde, daß die als Transportweg benutzte Wühlbahn außerhalb der Schnittfläche lag, konnte eine dünne Tonhaut über der Sandausfüllung erhalten bleiben. Vermutlich stammen jeweils mehrere Abdrücke von derselben Muschel.

Völlig gleiche Erscheinungen werden aus dem Lias S-Schwedens von RIETSCHER (1965) beschrieben und gedeutet. Nach seiner Vorstellung lebten die Muscheln in einer dünnen, von Ton unterlagerten Sandschicht, wobei sie sich ab und zu tiefer eingruben, vielleicht um Nahrung zu suchen, vor Feinden zu fliehen oder infolge verstärkter Strömung oder kurzzeitigen Trockenfallens.

Da der Sand noch eine gewisse Zeit nach der Sedimentation unter Wasser fließfähig bleibt, füllt er die Eindruckstellen der Muscheln aus. Nach seiner Verfestigung ist er beständiger als die Tonschicht und bewahrt so reliefartig die Hohlspuren.

SEILACHER (1953) hat experimentell an der Muschel *Tivela (Tivela) ponderosa* (KOCH) demonstriert, daß sie bei Belastungen in tonigem Sand knollige Höcker erzeugt (*Pelecypodichnus amygdaloides*), Ruhespuren verschiedener Vorkommen unterscheiden sich vor allem in der Größe. SEILACHER verzichtet auf die Unterscheidung verschiedener Ichnospezies und vereinigt sie zunächst mit *Pelecypodichnus amygdaloides*.

Die in den Mittelrät-Schichten von Velpke beobachteten Ruhe-  
spuren sind sicher in sehr seichten Gewässern abgelagert wor-  
den (vgl. die Entstehung der Tongallen, S.37 , Taf. I, Fig.3),  
wie RIETSCHEL es auch für die Muschelspuren im Lias Schonens  
beschreibt.

Nach der mikroskopischen Untersuchung der Querschnitt-An-  
schliffe dieser mit Knollenbildungen versehenen Sandsteinplat-  
ten scheint die Deutung als Koprolithen ausgeschlossen, da  
keine organischen Reste und keine typischen Koprolithen-Struk-  
turen zu erkennen sind.

Wellenrippeln: Nach der Einteilung von REINECK (1968) lassen  
sich im Velpker Sandstein zwei Typen von Wellenrippeln unter-  
scheiden: 1. kleine Strömungsrippeln; 2. asymmetrische Oszilla-  
tionsrippeln.

Bei einer statistischen Vermessung der beiden Typen an rezenten  
Rippeln stellte REINECK Überlappung der Werte fest. Aber eine  
Grenze läßt sich dennoch ziehen mit Hilfe folgender Indizes  
und Quotienten, die REINECK für die verschiedenen Wellentypen  
in Kurven und Diagrammen dargestellt hat:

$$I_1 = \frac{L}{H} \quad L = \text{Rippellänge}; \quad H = \text{Rippelhöhe}$$

$$I_2 = \frac{\text{Luv}}{\text{Lee}} \quad \text{Luv} = \text{Länge der Projektion des Luvhanges}$$

$$I_3 = \frac{F \Delta}{F \square} \quad \text{Lee} = \text{Länge der Projektion des Leehanges}$$

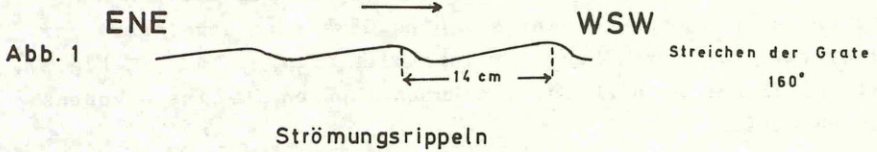
$$F \Delta = \text{Fläche der Rippel in seitlicher Ansicht,}$$

$$F \square = \text{Fläche } L \times H$$

$$Q_1 = \frac{I_1 \cdot I_2}{4 \text{ Luv}}$$

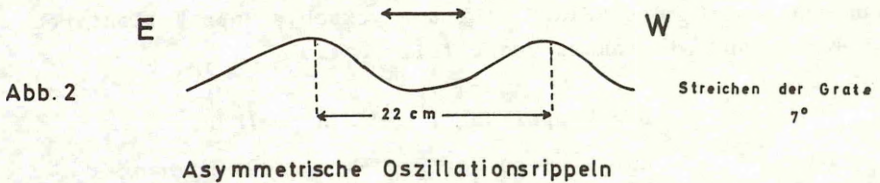
$$Q_2 = \frac{I_1^2 \cdot I_2}{4 \text{ Luv}} \quad Q_3 = \frac{I_1^2 \cdot I_2 \cdot I_3}{4 \text{ Luv}}$$

Die Velpker Meßdaten wurden entsprechend ausgewertet. Danach  
treten in den unteren Partien der Sandsteinfolge (9) im Auf-  
schluß I Strömungsrippeln auf. Ihre Grate streichen mit  $160^\circ$   
(Strömungsrichtung ENE), Rippellänge ist 14 cm, Rippelhöhe 1-2 cm  
(Abb. 1).

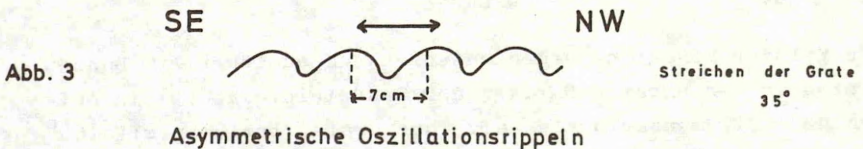


Die Wassertiefe ist nach REINECK bei den Strömungsrippeln mindestens zwei- bis dreimal so groß wie die Rippelhöhe, also betrug sie in diesem Fall 2 bis 6 cm. Die kritische Strömungsgeschwindigkeit des Wassers bei der Entstehung der Strömungsrippeln liegt zwischen 30 und 80 cm/sec; dieser Wert ist auch stark von der Korngröße abhängig.

An der Kontaktfläche zwischen Sandsteinfolge (6) und der aufliegenden Tonschicht treten im Aufschluß I asymmetrische Oszillationsrippeln mit der Rippellänge von 22 cm und Rippelhöhe von 5-6 cm auf. Ihre Grate streichen zwischen  $0^{\circ}$  und  $12^{\circ}$  (Abb. 2).

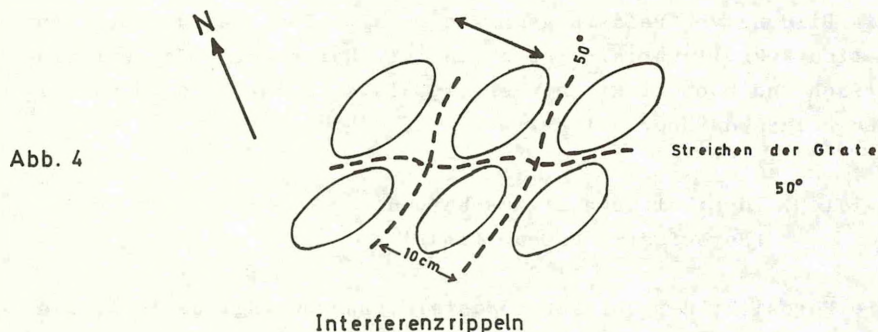


Weitere asymmetrische Oszillationsrippeln erscheinen auf der Oberfläche der Sandsteinfolge (9) im südlichen Teil des Aufschlusses I. Die Rippellänge beträgt hier etwa 7 cm, die Rippelhöhe 3,5 cm. Das Streichen der Grate schwankt zwischen  $29^{\circ}$  und  $41^{\circ}$  (Abb. 3).





Solche Rippeln wurden auch in den Aufschlüssen VII und VIII mit einem Streichen der Grate von ca.  $25^{\circ}$  festgestellt. Im nördlichen Teil des Aufschlusses I treten gleiche Rippeln auf, die als zellenartige Interferenzrippeln entwickelt sind (Abb. 4).



Die Länge zwischen zwei großen Graten beträgt etwa 10 cm, die Rippelhöhe 1-2 cm. Das Streichen der Großgrate liegt bei  $50^{\circ}$ . Bei der Entstehung der asymmetrischen Oszillationsrippeln soll nach REINECK die Rückschwingung der Welle für die im Durchschnitt flachen Leehänge verantwortlich sein.

Die Indizes  $I_1$  der oben beschriebenen Wellenrippeln liegen zwischen 3,5 und 7. Dies spricht nach ASHGIREI (1963) eindeutig für ihre Entstehung in fließendem Wasser, während äolisch gebildete Rippeln Indizes  $I_1$  zwischen 12 und 14 aufweisen sollen. Im Gegensatz dazu überlappen sich nach REINECK (1968) bei den Indizes  $I_1 > 12$  für kleine Wellenlängen und -höhen die Rippeln verschiedener Entstehung (Wasser- sowie Windrippeln).

Belastungsmarken: Auf der Kontaktfläche zwischen hängendem Sandstein und liegendem Schiefer-ton treten oft Belastungsmarken ("load casts" KUENEN 1950) auf.

Auf Taf. II, Fig. 4 sind Belastungsmarken einer liegenden Schiefer-ton-Schicht von 15 cm Mächtigkeit dargestellt; stärker ausgeprägt sind diese Marken in der Abbildung Taf. II, Fig. 5, da der liegende Schiefer-ton hier eine Mächtigkeit von 110 cm

erreicht. Das bedeutet, daß die Intensität der "load casts" von Mächtigkeit und Korngröße des liegenden Schiefertons und des hangenden Sandsteins abhängig ist. Da die Belastungsmarken an der Grenze Schiefertons-Sandstein nicht immer auftreten, kann man noch nicht von einer Gesetzmäßigkeit sprechen.

Die Bildung von Belastungsmarken besagt also, daß die Sedimentation schnell vor sich gegangen ist. Der sandige Ton war plastisch und noch nicht entwässert, als sich der Sand in mächtigen Folgen darüber ablagerte.

### 2.3.1.3. Physikalische Eigenschaften (Porosität, Permeabilität)

Die Porosität der Velpker Sandsteintypen beträgt um 14 %, die Permeabilität < 10 md. Zum Vergleich haben erdöhlhaltige Sandsteine aus Lias und Valendis in Eldingen und Scheerhorn eine Porosität von etwa 28 % und eine Permeabilität von 1500 bis >5000 md (ENGELHARDT 1960).

Für die geringe Porosität und Permeabilität der verschiedenen Velpker Sandsteine sind folgende Gründe anzunehmen:

1. In den Korngrößen-Fractionen sind starke Schwankungen vorhanden (30-300  $\mu$ ).
2. Der entscheidende Grund ist, daß während der Diagenese das Sediment von kieselsäurehaltigen Lösungen durchdrungen wurde, wobei die Quarzkörner sekundär weiterwuchsen und der Porenraum weitgehend geschlossen wurde. Die optische Orientierung der Quarzkörner wurde beibehalten, so daß auch gut gerundete Körner schließlich suturiert und quarzitisiert wurden.
3. Bei der Diagenese nimmt auch die Porosität und Permeabilität mit wachsender Tiefe ab. Bei den sandigen Sedimenten spielt dieser Faktor eine kleinere Rolle als bei den tonigen. Die maximale Versenkungstiefe des Velpker Sandsteins kann infolge des starken sekundären Wachstums der Quarzkörner nicht abgeschätzt werden.

#### 2.3.1.4. Technische Verwendbarkeit des Sandsteins

Die heutige ungünstige Lage im Zonengrenzgebiet hat den Abbau des Velpker Sandsteins stark zurückgehen lassen.

Der Sandstein des Typs  $\alpha$  wird vor allem als Baustein für Haus-, Unterwasser- und Dammbau verwendet. Infolge seines hohen  $\text{SiO}_2$ -Gehalts ist er sehr beständig gegen Witterungseinflüsse. Wegen seiner Feuerfestigkeit - bis  $3000^\circ\text{C}$  ohne Deformation (SICKENBERG 1951) - wird er auch als Glasofenstein für Glashütten benutzt. Infolge günstiger Klüftung lassen sich große Werksteinblöcke gewinnen, die z.B. für Treppen usw. gebraucht werden. Typ  $\alpha$  wird auch zu Flaschenglas verarbeitet. Fe- und tonarme Partien werden für bessere Glassorten verwendet. Typ  $\beta$  wird als Pflasterstein für minderbelastete Straßen und Wege benutzt.

#### 2.3.2. Tonserien

##### 2.3.2.1. Mineralogische Zusammensetzung der Tone

Mit dem Zählrohr-Röntgen-Diffraktometer wurden in allen Tonproben folgende Minerale nachgewiesen: Montmorillonit, Kaolinit, Illit, Muskowit und Quarz; in einer Sulfidknolle wurde Pyrit neben Markasit nachgewiesen. Der Kohlegehalt der Tonproben hat die Aufnahmequalität beeinträchtigt.

Es ergaben sich insgesamt qualitativ keine Unterschiede in der Mineralführung der verschiedenen untersuchten Tone, die somit wahrscheinlich alle die gleiche Herkunft und ähnliche Sedimentationsbedingungen hatten.

##### 2.3.2.2. Mikropaläontologischer Befund

Um eine ökologische Übersicht und vor allem eine stratigraphische Einstufung zu erhalten, wurden verschiedene Proben mikropaläontologisch untersucht. Nach dem Schlämmen der Ton- und

Schiefertonproben aus verschiedenen Aufschlüssen und Horizonten konnten in der Korngrößenfraktion über  $63 \mu$  erwartungsgemäß weder Foraminiferen noch Nannoplankton gefunden werden, jedoch viele Arten von Pollen und Sporen. Die meisten der gefundenen Formen sind Durchläufer im Rät, während eine Form (cf. Galea-cornea) als Leitform für Mittelrät und besonders für dessen obere Partien charakteristisch ist (MÄDLER 1961, 1962, 1964; POTONIE u. THOMSON 1950; SCHULZ 1967).

Einzelangaben über den Pollen- und Sporengehalt der Proben sind in der folgenden Florenliste enthalten.

Florenliste  
für die Pollen und Sporen des Mittelrät von Velpke

Nr.	<u>Trilete Sporen:</u>	Proben Nr.		
		DA 21	KÖ26	KÖ38
1	Cornutisporites seebergensis SCHULZ	+		
2	Triancoraesporites communis SCHULZ	+		
3	Cyclotriletes oligogranifer MÄDLER	+		
4	Cyclogranisporites arenosus MÄDLER		+	
5	Cyclogranisporites sp.			+
6	Limboisporites lundbladii NILSSON	+	+	
7	Toroisporis sp.	+	+	+
8	Concavisporites sp. große Form	+		+
9	" " kleine Form	+		+
10	Conbaculatisporites densus MÄDLER	+	+	+
11	Punctatisporites sp.	+		+
12	Tigrisporites dubius MÄDLER	+		
13	Deltoidospora sp.	+	+	+
14	Alsophilidites sp.	+		
15	Zebrasporites laevigatus SCHULZ	+		
16	Annulatzonites drawehni MÄDLER		+	
17	Kyrtomisporis speciosus MÄDLER		+	
18	Granulatisporites sp.		+	
19	Cyathidites sp.		+	
20	Carnisporites telephorus (Pautsch)MÄDLER		+	
21	Thiergartisporites deltoides MÄDLER		+	
22	Lophotriletes triplanis MÄDLER	+	+	+

<u>Nr.</u>	<u>Luftsackpollen</u> und andere Koniferenpollen	Proben Nr.		
		<u>DA 21</u>	<u>KÜ26</u>	<u>KÜ38</u>
23	<i>Classopollis reclusus</i> (THIERGART)MÄDLER	+	+	+
24	<i>Umbrososaccus keuperianus</i> MÄDLER	+		
25	<i>Ovalipollis ovalis</i> KRUTZSCH	+	+	+
26	<i>Lueckisporites junior</i> KLAUS	+	+	+
27	<i>Alisporites aequalis</i> MÄDLER	+	+ -	+
28	<i>Latosaccus</i> sp. MÄDLER	+	+	
29	<i>Caytonipollenites</i> cf. <i>pallidus</i> COUPER	+		
30	<i>Caytonipollenites latus</i> MÄDLER	+		
31	<i>Caytonipollenites reductus</i> MÄDLER		+	+
32	<i>Schizosaccus keuperi</i> MÄDLER		+	+
33	<i>Granosaccus</i> sp.		+	+
34	<i>Chordasporites platysaccus</i> MÄDLER			+
35	<i>Sulcatisporites reticulatus</i> MÄDLER			+
36	<i>Cerebropollenites mesozoicus</i> NILSSON			+
37	<i>Ballosporites hians</i> MÄDLER	+	+	+
<u>Monocolpate und Monosulcate Formen</u>				
38	<i>Ricciisporites tuberculatus</i> LUNBLAND	+	+	+
39	<i>Cycadopites</i> sp.	+	+	+
40	<i>Labiipollis mesozoicus</i> MÄDLER	+	+	
41	<i>Monosulcites rhaetoliassicus</i> MÄDLER			+
42	<i>Monosulcites</i> sp.	+	+	+
43	<i>Wilsonia</i> sp.	+	+	
44	<i>Eucommüdites troedsonü</i> ERDTMAN			+
<u>Problematikum</u>				
45	cf. <i>Galeacornea</i> sp.	+	+	+

### 3. Tektonische Verhältnisse

#### 3.1. Die Tektonik des Untersuchungsgebietes

Insgesamt ergibt sich folgendes Strukturbild:

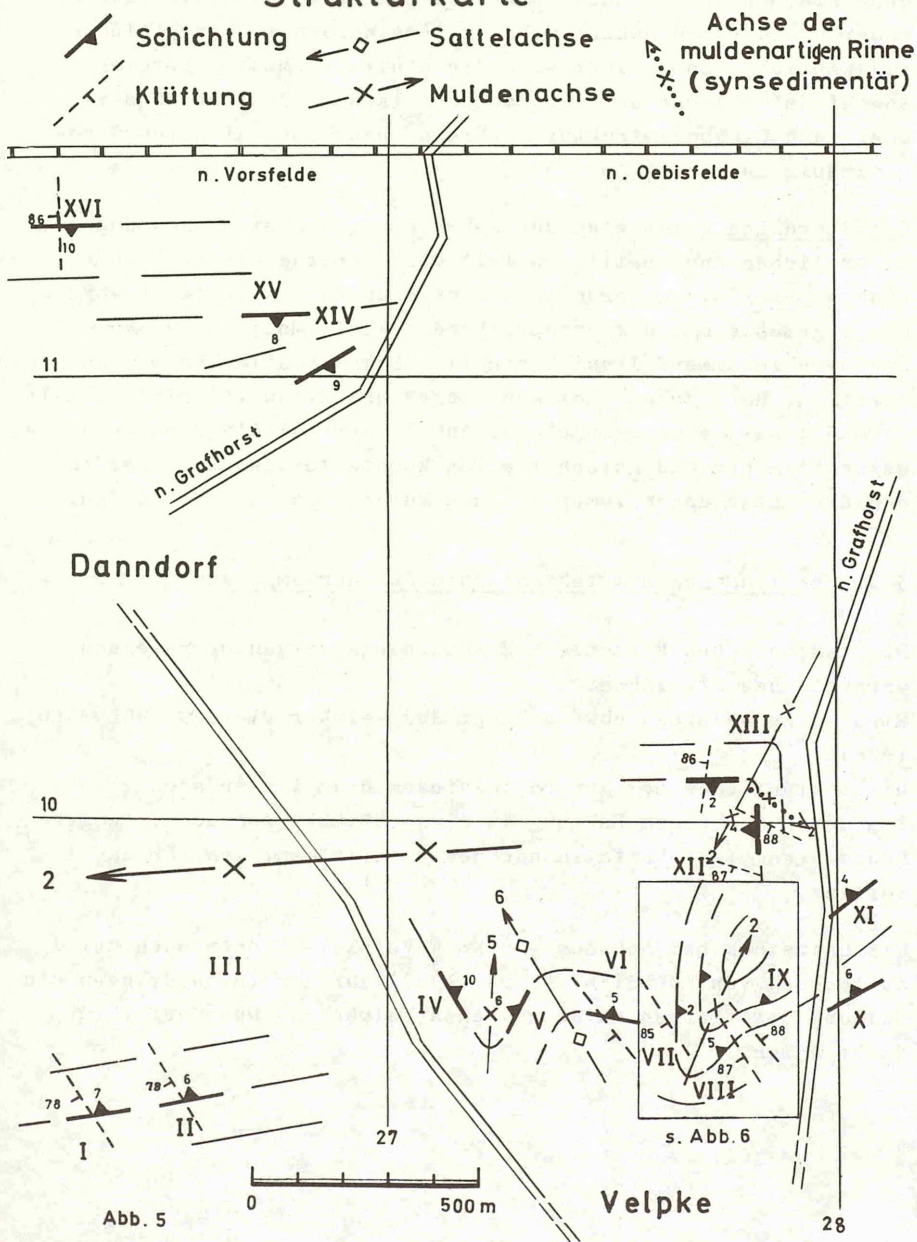
Die aus der stratigraphischen Schichtverteilung resultierende flache "Großmulde" zwischen Velpke im S und Danndorf im N, deren Kern aus Rät- und Liasablagerungen besteht, konnte durch die tektonische Aufnahme bestätigt werden (Abb. 5).

Die Nordflanke der Mulde fällt mit etwa  $8^{\circ}$  gegen S, die Südflanke mit etwa  $6^{\circ}$  gegen N ein. Die aus den Daten der Schichtmessungen (Aufschlüsse I und XVI) mit Hilfe des SCHMIDT'schen Netzes konstruierte hypothetische Muldenachse streicht  $85^{\circ}$  und taucht gegen W ein. Sie verläuft etwa im südlichen Drittel des Untersuchungsgebietes.

Die "Großmulde" ist im SE und E - und zwar in Nähe ihrer Umbiegung - durch flachwellige Schichtenverbiegungen in Gestalt einzelner Klein- und Spezialfalten gegliedert, deren Achsen nicht parallel der übergeordneten Großmuldenachse verlaufen, sondern flach mit  $2 - 6^{\circ}$  in Richtung auf die "Großmulde" abtauchen. Die Faltenstrukturen zeichnen offensichtlich keine der nachgewiesenen sedimentären Primärstrukturen nach (Aufschluß VIII in Abb. 5). Eine der faltenartigen Schichtenverbiegungen wurde im Bereich der Brüche VII, VIII und IX in ihrer Lage genauer festgelegt (Abb. 6).

Die Untersuchungen ergaben, daß die Mehrzahl der eingemessenen Kluftflächen sowohl in der Beziehung zu den Schichtflächen als auch in ihrer Beziehung zur "Großmulden"-Achse (Südflanke) als Diagonal-Klüfte aufzufassen sind. Bei generellem NW/SE-Streichen ist das Einfallen der Kluftscharen überwiegend gegen SW gerichtet. An der Nordflanke überwiegen N/S-streichende Klüfte. Zwei Schichtflächen-Maxima in einem Diagramm bedingen auch zwei Kluft-Maxima. Innerhalb der "Großmulde" wie im Bereich der Kleinfalten stehen Schichtung und Klüftung in gesetzmäßiger Beziehung zueinander. Beide können jeweils als ein zweischariges

# Strukturkarte



Scherflächensystem gedeutet werden. Diese gesetzmäßig miteinander verknüpften Scherflächensysteme wurden sicher gleichzeitig gebildet. Somit läßt sich die Klüftung (Maximumbereiche) sowohl der b-Achse der "Großmulde" als auch den Achsen der Quer- und Diagonalstrukturen (Klein- bzw. Spezialfaltung) gesetzmäßig zuordnen (Abb. 5).

Den Störungen kommt eine nur sehr untergeordnete Bedeutung zu. Im östlichen und westlichen Teil des Arbeitsgebietes konnten einige parallel angeordnete Kleinstörungen festgestellt werden, die lagemäßig mit dem entsprechenden Kluft-Maximum der Aufschlüsse zusammenfallen. Eindeutige Bewegungsflächen mit Rutschstreifen, Harnischen, Lettenbestegen und Myloniten sind verhältnismäßig selten zu beobachten. Anhand der Pol-Diagramme von Bewegungsflächen und Rutschstreifen konnte festgestellt werden, daß die Rutschungen immer auf den Muldenkern zu stattfanden.

### 3.2. Beziehungen zum tektonischen Bau der Umgebung

Die tektonischen Elemente E Braunschweig zeigen überwiegend herzynisches Streichen.

Etwa 30 km NE Braunschweig liegt das Velpker Plateau (WOLDSTEDT 1928).

Die tektonischen Bewegungen in diesem Raum lassen sich vor allem der subherzynen Faltung im Sinne STILLES zuordnen. Jüngere Bewegungen sind ebenfalls nachgewiesen, namentlich für das Tertiär.

Der Salzstock bei Neuhaus - 4 km W Velpke - könnte nach der Auffassung von WOLDSTEDT (1924, 1927) durch sein Aufdringen die Bildung der flachen Mulde zwischen Velpke und Danndorf verursacht haben.



Isohypsen der Basis des Tonhorizonts im Rüt-Sandstein N-Velpke

in m über Vergleichswasserspiegel (am 23.9.1967, 0=71m ü.NN)

○ = Meßpunkte

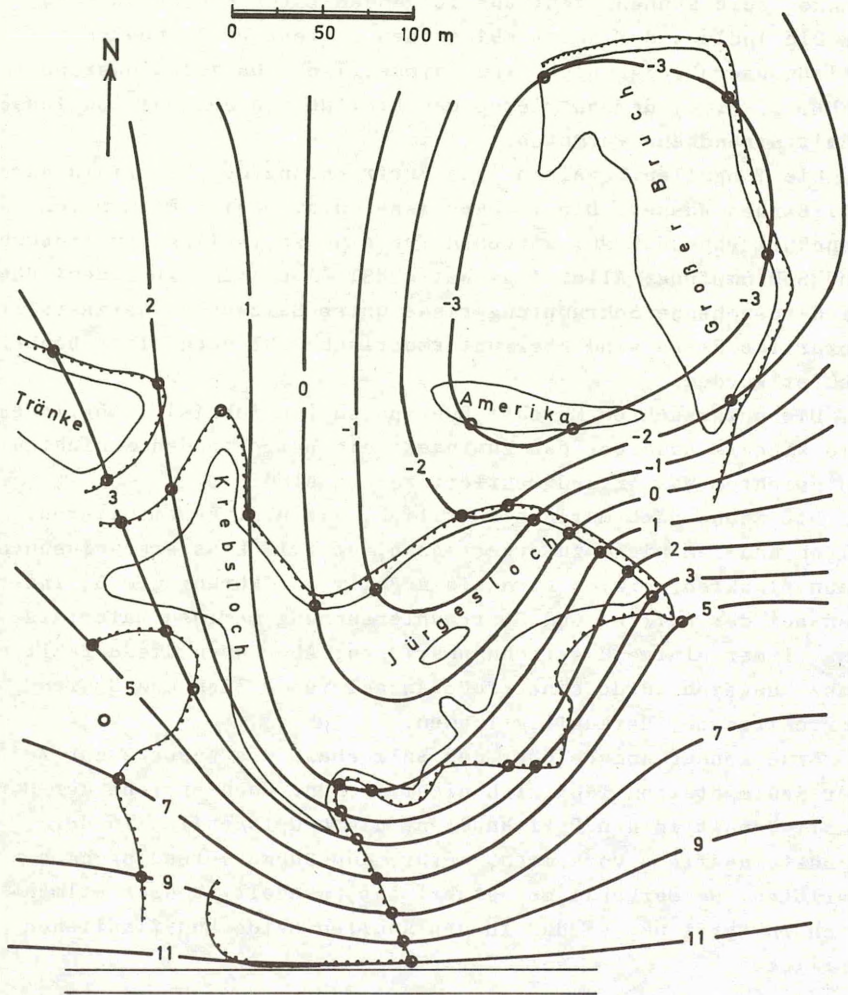


Abb. 6

4. Zusammenfassende Betrachtungen  
über die Sedimentologie und Paläogeographie  
im Velpker Gebiet

Daß die Velpker Mittelrät-Schichten keine rein marinen Ablagerungen sein können, geht aus folgenden Tatsachen hervor:

1. Die Indizes der aufgeschlossenen Wellenrippeln deuten auf Fließwasserablagerungen hin. Asymmetrische Oszillationsrippeln (Abb. 2, 3, 4) demonstrieren den Einfluß von Seegang und lassen damit Strandnähe vermuten.
2. Die Tongallen beweisen eine Verfrachtung des Materials durch fließendes Wasser. Die Trockenrisse, u.a. bogige Formen von *Manchuriophycus ENDO*, sprechen für eine zeitweilige Austrocknung und Schrumpfung. Allerdings hat BURST (1965) im Experiment ähnlich aussehende Schrumpfungsrisse unter Salzwasser hergestellt. Derartige Risse sind aber untermeerisch wohl noch nicht beobachtet worden.
3. Die untersuchten Muschel-Ruhespuren (*Cubichnia*) ermöglichen die sichere Aussage, daß zumindest die betreffenden Schichten in seichtem Wasser sedimentiert worden sind.
4. Die Suche nach marinen Fossilien, wie u.a. Foraminiferen, Algen und dem nicht zu erwartenden, erst im Lias erscheinenden Nannoplankton, erwies sich als negativ. Erfahrungsgemäß findet man bei der Pollen- und Sporenenuntersuchung marinen Materials fast immer einige *Hystrichosphärideen*. Aber auch diese fehlten ganz. Dagegen wurde eine große Anzahl von Pollen und Sporen terrestrischer Herkunft gefunden.
5. Eine genaue Angabe über den Salzgehalt des Wassers zur Zeit der Sedimentation läßt sich nicht machen. Doch spricht der Markasit-Gehalt in den Pyritknollen, die hauptsächlich in der Sandsteinserie  $\alpha$  vorkommen, dafür, daß Süßwasserbedingungen vorlagen. Da Markasit metastabil ist, wandelt er sich allmählich in Pyrit um, so daß in den Knollen beide Modifikationen vorliegen.

6. Die hohen Montmorillonit-Gehalte im Ton könnten nach älteren Literaturangaben auf reine Süßwasserbildungen hindeuten, doch haben neuere Autoren (u.a. RUCHIN 1958) gezeigt, daß Montmorillonit u.a. durch Umwandlung aus Kaolinit entsteht, womit marines Milieu angezeigt wäre.

Der hohe Quarzgehalt ( $>97\%$ ) des Sandsteins läßt den Schluß zu, daß hier entweder

- a) vorgelesenes Sedimentmaterial vom Liefergebiet antransportiert wurde,
- b) eine intensive chemische Verwitterung herrschte, die evtl. vorhandenen Feldspat usw. schnell zerstörte, oder
- c) eine intensive intraformationale Umlagerung und Materialsortierung vor sich gegangen ist, wie das u.a. KEMPER (1968) für coast-barrier-Sand als Ästuarbildung annimmt.

Auf welche dieser Ursachen allein oder kombiniert der auffällig große Quarzreichtum zurückzuführen ist, muß offen bleiben. Der hohe Anteil an Pflanzenresten spricht jedoch für eine stark vom Festland geprägte Herkunft des Materials.

Die Belastungsmarken weisen auf eine ziemlich schnelle Sedimentation hin. Ein relativer Wert dafür läßt sich nicht angeben. Aber die Größe der Quarzkörner gestattet nach RUCHIN (1958) einige Aussagen über die Strömungsgeschwindigkeit:

Bei den Korngrößen zwischen  $70\ \mu$  und  $300\ \mu$  (Sandsteintyp  $\alpha$ ) müßte die Ablagerung bei einer Strömungsgeschwindigkeit von  $0,65$  bis  $2,0$  cm/sec stattgefunden haben.

Für den Typ  $\beta$  gilt: Korngröße  $30 - 100\ \mu$ ,  
Strömungsgeschwindigkeit  $0,22 - 1$  cm/sec.

Für den Schiefertone gilt: Korngröße  $< 30\ \mu$ ,  
Ström.Geschwindigkeit  $0,005-0,25$  cm/sec.

Die Transportgeschwindigkeit der Strömung ist natürlich höher als die Strömungsgeschwindigkeit bei der Ablagerung.

Aus den Vermessungen der Wellenrippeln und der Schrägschichtungen folgt eine Schüttungsrichtung des Sedimentationsmaterials aus ENE bis SE. Die Velpker Mittelrät-Schichten dürften sich also im Flachwasser eines Flußdeltas abgelagert haben. Die Arme des Stromes kamen abwechselnd aus verschiedenen Richtungen, bevorzugt aber aus ENE bis SE.

Zusammen mit den paläogeographischen Erkenntnissen ergibt sich eine gute Übereinstimmung mit den Geländebeobachtungen und den übrigen Befunden:

Das Sedimentationsmaterial dürfte aufgearbeiteter Buntsandstein aus dem Gebiet des Harzes und der Flechtinger-Roßblauer Scholle sein, die nach RUSITZKA (1967) im Rät langsam aufsteigende Abtragungsgebiete darstellen.

Von einem evtl. kristallinen Liefergebiet fehlt jede Spur. Nach der Schwermineralanalyse von ENGELHARDT (1942) ergibt sich für den Raum Velpke eine Schüttungsrichtung aus S - SE, während nach Auffassung von W. RICHTER (1942) das Material aus E stammt.

Nach RUSITZKA (1967) ist in SW-Brandenburg bis W-Mecklenburg der untere und mittlere Keuper durch eine brackische bis lagunäre Fazies mit episodischen terrestrischen oder flachmarinen Einflüssen gekennzeichnet; im Gebiet N Oebisfelde bis S Schwerin liegen erhebliche präritische Schichtlücken vor.

Im unteren und mittleren Rät war die Sedimentation zwischen Osterode im S, Lüneburg im N und Magdeburg im E unruhig, so daß es zu einer intensiven Wechsellagerung von tonig-mergligen und sandig-schluffigen Schichten mit  $> 50$  % Sandsteinanteil kam. Der südliche Festlandrand ist gegenüber dem tieferen Keuper weiter nach N verschoben. Im Bereich der Flechtinger-Roßblauer Scholle im Subherzyn und im Thüringer Becken bleiben die grobklastischen Schüttungen auf die Nähe der junggehobenen Abtragungsgebiete beschränkt.

Während im Oberrät und im tiefsten Lias die Sedimentationszentren etwa zusammenfallen, verlagern sie sich später in die dänisch-polnische Senke.

Durch saxonische Bewegungen im Zusammenhang mit halokinetischen Strukturbildungen entstanden im Wechsel Schwellen und Senken innerhalb des einheitlichen Sedimentationsbeckens, ohne daß jedoch fazielle Differenzierungen im höheren Keuper nachzuweisen sind.

Die gesamte Mächtigkeit der Rätablagerungen im beschriebenen Gebiet schwankt um 150 m (RUSITZKA 1967); W. RICHTER (1942) gibt für das Mittelrät bei Velpke eine Mächtigkeit von ca. 60 m an. Im Dänischen Becken beschreibt LARSEN (1966) Kohlenflöze in ähnlichen Rät-Sandsteinschichten als inkohlte Reste von Sumpfwäldern in großen (ca. 400 km lang, 100 km breit) Delta-gebieten. Er schließt auf ein ziemlich warmes, humides Klima, wie es wohl auch für das Velpker Gebiet vorstellbar ist.

## Angeführte Schriften

- ABEL, O. :  
Vorzeitliche Lebensspuren. - Jena 1935.
- ASHGIREI, G.D. :  
Strukturgeologie. - Berlin 1963.
- BROWN, G. :  
X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. - London 1961.
- BURST, J.F. :  
Subaqueously formed shrinkage cracks in clay. - J.Sedim.Petrol., 35, 348-353, Tulsa, Okla 1965.
- DORN, P. :  
Geologie von Mitteleuropa. - 2. Aufl., Stuttgart 1960.
- ENGELHARDT, W.v. :  
Untersuchungen an den Schwermineralien des NW-deutschen Rät. - Öl u. Kohle, 38, 253-264, Berlin 1942.
- ENGELHARDT, W.v. :  
Der Porenraum der Sedimente. - Mineral. u. Petrogr. in Einzeldarstellung., 2, 1-207, Berlin (etc.) 1960.
- FRAAS, E. :  
Rankensteine aus dem Rätquarzit vom Vierenberg bei Schötmar. - Jber. niedersächs. geol. Ver., 3, 117-121, Hannover 1910.
- FÜCHTBAUER, H. :  
Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. - Erdöl u. Kohle, 12, 605-613, Hamburg 1959.
- HADDING, A. :  
The pre-Quaternary sedimentary rocks of Sweden. P.3. - Lunds Univers. Årsskr., n.F. (2), 25, 1-287, Lund 1929.
- HÄNTZSCHEL, W. :  
Fossilium Catalogus., 108, 1. Gravenhage 1965.
- HÄNTZSCHEL, W. :  
Zur Deutung von Manchuriophycus ENDO und ähnlichen Problematika. - Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, 19, 77-84, Hamburg 1949.
- JÜNGST, H. :  
Rät, Pylonoten- und Schlotheimienschichten im nördlichen Harzvorland. - Geol.-paläont. Abh., 16, 1-194, Jena 1928.

- KEMPER, E. :  
Einige Bemerkungen über die Sedimentationsverhältnisse und die fossilen Lebensspuren des Bentheimer Sandsteins (Valenginium). - Geol. Jb., 86, 49-105, Hannover 1968.
- KUENEN, Ph.H. :  
Marine Geology. - New York 1950.
- KUMM, A. :  
Trias und Lias. - Geol. u. Lagerst. Niedersachs., 2: Das Mesozoikum in Niedersachsen, Abt. 1, 139-177, Oldenburg 1941.
- LARSEN, G. :  
Rhaetic-jurassic-lower Cretaceous sediments in the Danish embayment. - Danm. geol. Undersog., R.II, 91, 1-127, Kjøbenhavn 1966.
- LINCK, O. :  
Lebensspuren aus dem Schilfsandstein (Mittl. Keuper, km 2) NW-Württembergs und ihre Bedeutung für die Bildungsgeschichte der Stufe. - Jh.Ver. vaterländ. Naturkd. Württbg., 105, 97-101, Württemberg 1949.
- MÄDLER, K. :  
Paläobotanik. - In A. BENTZ: Lehrbuch der angewandten Geologie, Bd. I, Stuttgart 1961.
- MÄDLER, K. :  
Bemerkungen zur Nomenklatur mesozoischer Sporen. - Geol. Jb., 81, 73-82, Hannover 1962.
- MÄDLER, K. :  
Die geologische Verbreitung von Sporen und Pollen in der deutschen Trias. - Geol. Jb., Beih., 65, 1-147, Hannover 1964.
- PETTIJOHN, F.J. und POTTER, P.E. :  
Atlas and Glossary of Primary Sedimentary Structures. - Berlin (etc.) 1964.
- POTONIE, R., THOMSON, P.W. u. THIERGART, F. :  
Zur Nomenklatur und Klassifikation der neogenen Sporomorphae (Sporen und Pollen). - Geol. Jb., 65, 35-70, Hannover 1949.
- RAMDOHR, P. u. STRUNZ, H. :  
KLOCKMANNs Lehrbuch der Mineralogie. - 15. Aufl., Stuttgart 1967.
- REINECK, H.E. u. WUNDERLICH, F. :  
Zur Unterscheidung von asymmetrischen Oszillationsrippeln und Strömungsrippeln. - Senck. leth., 49, 321-345, Frankfurt/M. 1968.

RICHTER, W. :

Die Ergebnisse der neueren Erdölaufschlußbohrungen für die Paläogeographie des NW-deutschen Rät. - Öl u. Kohle, 36, 337-339, Berlin 1940.

RIETSCHER, S. :

Muschelspuren aus dem Lias von Schonen. - Natur und Museum, 95, Heft 11, 447-454, Frankfurt/M. 1965.

RUCHIN, L.B. :

Grundzüge der Lithologie. - 2. Aufl., Berlin 1958.

RUSITZKA, D. :

Paläogeographie der Trias im Nordteil der DDR. - Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A, 12, 243-259, Berlin 1967.

SCHINDEWOLF, O. :

Über präkambrische Fossilien. - In F. LOTZE (ed.): Geotektonisches Symposium zu Ehren von H. STILLE, 455-480, Stuttgart 1956.

SCHOTT, W. :

Die Gliederung im NW-deutschen Rätbecken. - Ber. Reichsanst. Bodenforsch., 1942, 61-77, Wien 1942.

SCHULZ, E. :

Sporenpaläontologische Untersuchungen rätoliassischer Schichten im Zentralteil des Germanischen Beckens. - Paläont. Abh. (Abt. B), 2, 541-633, Berlin 1967.

SEILACHER, A. :

Studien zur Paläozoologie. II. Die fossilen Ruhespuren (Cubichnia). - N.Jb. Geol. u. Paläont., Abh., 98, 87-124, Stuttgart 1954.

SICKENBERG, O. :

Steine und Erden. - Geol. u. Lagerst. Niedersachs., Reihe A, 5, 116-120, Bremen-Horn 1951.

STAUBER, H. :

Die Triasablagerungen von E-Grönland. - Meddel. om Grønland, 132 (Nr. 1), 1-325, Kopenhagen 1942.

WOLSTEDT, P. :

Die Störungzone des oberen Allertals. - Jb. preuß. geol. Landesanst., 45, 89-97, Berlin 1924.

WOLSTEDT, P. :

Tangentiale Salzfaltung oder vertikaler Salzauftrieb? - N. Jb. Miner. etc. (Abt. B) Beil. - Bd., 58 (POMPECKJ-Festband), 579-614, Stuttgart 1927.



WOLSTEDT, P. :

Tektonische Untersuchungen in der Umgebung von Braunschweig. -  
Jb. preuß. geol. Landesanst., 49, 767-784, Berlin 1928.

YABE, H. :

Note on a pre-Cambrian fossil Lyoto (Liautung) Peninsula.  
- Japan. J. Geol. Geogr., 16, 205-207, Tokyo 1939.

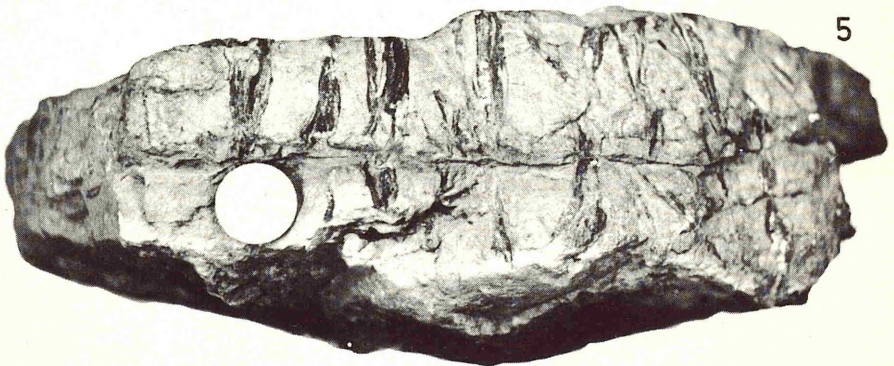
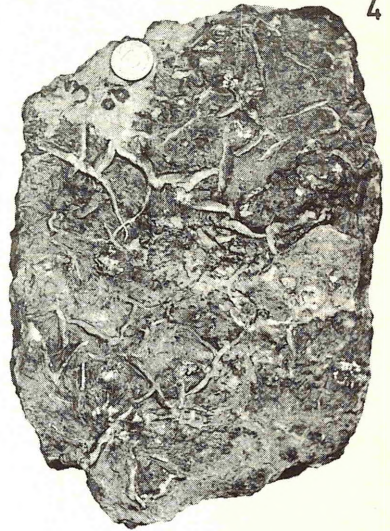
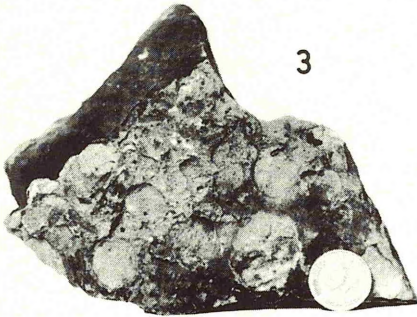
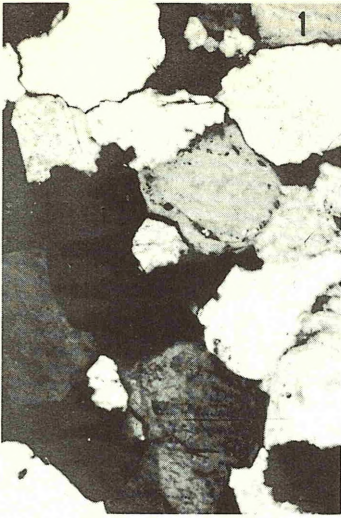
## Tafelerläuterungen

### Tafel I

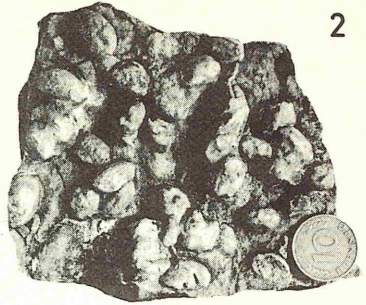
- Fig.1 : Mittelkörniger Sandstein mit quarzitischem und z.T. tonigem Bindemittel (Sandstein Typ  $\alpha$ ).  
DA 6, Aufschluß XVI. Dünnschliff, +Nicols, 100:1.
- Fig.2 : Feiner, teilweise schluffiger Sandstein mit quarzitischem und auch tonigem Bindemittel (Sandstein Typ  $\beta$ ).  
KÖ 31, Aufschluß I. Dünnschliff, +Nicols, 140:1.
- Fig.3 : Rundliche dünne Tongallen in den oberen Partien der Sandsteinfolge (9) im Aufschluß I.
- Fig.4 : Schichtoberfläche der Sandsteinplatte auf Fig.5.
- Fig.5 : Querschnitt von Trockenrissen in einer Sandsteinplatte im Aufschluß XVI.

### Tafel II

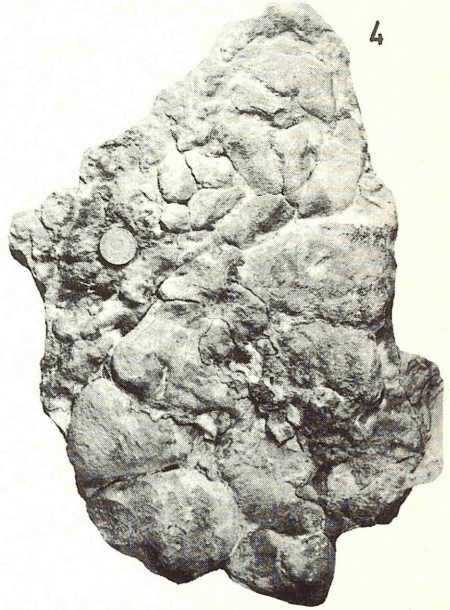
- Fig.1 : Bogenförmige Trockenrisse (*Manchuriophycus* ENDO) in einer Sandsteinplatte der Schiefertonsfolge (5) im Aufschluß II.
- Fig.2 : Muschelruhespuren (*Cubichnia*) in einer Sandsteinplatte aus dem Schiefertone (5) im Aufschluß I.
- Fig.3 : Muschelruhespuren (*Cubichnia*) in einer Sandsteinplatte mit dünner, liegender Tonschicht aus der Sandsteinfolge (1) im Aufschluß I.
- Fig.4 : Belastungsmarken ("load casts") mit einer dünnen liegenden Tonlage aus der Sandsteinfolge (1) im Aufschluß I.
- Fig.5 : Belastungsmarke ("load cast") mit einer dicken liegenden Schiefertonschicht (6/7) im Aufschluß I.



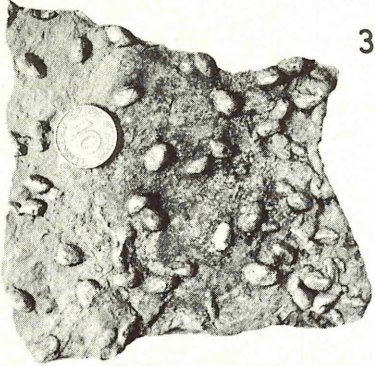




2



4



3



5

