Ber. naturhist. Ges. Hannover	128	19 - 48	Hannover 1985

Der Obere Keuper Südost-Niedersachsens in Übertrage-Aufschlüssen — Fazies und Mineralbestand

von

GERD KOCH & WERNER SCHNEIDER

mit 21 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung: In den Aufschlüssen zwischen Flechtinger Höhenzug und Harz dokumentieren sich Zeugen eines fossilen Deltas, welches über den Zeitraum von Unter- und Mittelrhät in diesem Gebiet bestanden hatte. Es lag vor einem Flußsystem, dessen Einzugsgebiet im Bereich der Mitteldeutschen Schwelle, der Böhmischen Masse und des fennoskandischen Schildes zu suchen ist.

Mit Hilfe der Ichnofauna, sedimentologischer und granulometrischer Daten zeigt sich, daß die kontinentalen Einflüsse im Arbeitsgebiet von N nach S abnehmen. Korngrößenwechsel, Kohleführung und Sedimentstrukturen ermöglichen eine Faziesdifferenzierung.

Die Silt- bis stark siltigen Sandsteine sind in der Regel mäßig bis schlecht sortiert, weisen ein Überwiegen der feineren Fraktionen auf und gehören generell in das Gebiet einer richtungsgebundenen Ablagerung und mit Ausnahme des südlichen Teils (Hedeper), wo eine Strombett-Fazies vorliegt, in den energieschwächeren Bereich des Deltas.

Der Mineralbestand zeigt durchschnittlich 93 - 99 % Quarz, 1 - 2 % Feldspäte sowie Akzessorien.

Die Schwermineral-Paragenesen setzen sich zu 70 % aus Zirkon, Rutil und Turmalin sowie aus wechselnden Mengen an Titanit, Anatas, Brookit, Granat, Epidot, Staurolith, Disthen und Hornblende zusammen. Als Ausgangsgesteine für die Rhätsandsteine kommen daher saure Magmatite und Metamorphite sowie umgelagerte triassische Sedimente von den genannten Liefergebieten in Frage.

Eine Kaolinitvormacht neben Gehalten an Illit und einer Illit/Montmorillonit-Wechsellagerung unterstreicht den kontinentalen Einfluß im Ablagerungsraum.

S u m m a r y : Upper Keuper outcrops in Southeastern Lower Saxony, facies and mineral components. - The Rhaetic outcrops between the Flechtinger Höhenzug and the Harz document the evidence of a fossil delta which existed during Lower and Middle Rhaetian. It developed in front of a river system originating from the Mid German Swell, the Bohemian Massif and the Fennoscandian Shield. It is demonstrated by trace fossils, sedimentological and granulometric data that continental influences decrease from North to South in the area discussed. A facies differentiation is shown by changes in grain size, coal content and sedimentary structures. The predominantly fine-grained siltstones and very silty sandstones are normally poorly- to ill-sorted. Except for the South (Hedeper), where a stream bed facies is found, these generally belong in an area of sedimentation in the low energy part of the delta. Average mineral components are: 93 - 99 % quartz, 1 - 2 % feldspars and accessory minerals. Heavy mineral paragenesises contain more than 70 % zircon, rutile and tourmaline and different amounts of sphene, anatase, brookite, staurolite, cyanite and amphibole. Therefore, silicic magmatic and metamorphic rocks as well as redeposited Triassic sediments originating from the same provenance have been source rocks for the Rhaetic sandstones. The continental influence of the sedimentary environment is also emphasized by a dominance of kaolinite amongst some illite and illite/montmorillonite mixed-layer.

Inhalt

1. Einleitung

2. Regionale Verbreitung und Lithostratigraphie des Rhät

2.1 Velpker Sattel
2.2 Lappwald
2.3 Neindorfer Sattel
2.4 Nordflanke des Fallstein-Sattels
2.5 Asse
2.6 Bohrung Hardesse 28
2.7 Ostende des Hildesheimer Waldes

3. Petrographie

3.1 Sandsteine
3.1.1 Quarzitische Sandsteine Typ Velpke
3.1.2 Mürbe Sandsteine und Sande
3.1.3 Sandsteine vom Typ Lappwald
3.1.4 Rinnensandstein vom Typ Seinstedt
3.1.5 Strombett-Sandstein vom Typ Hedeper
3.2 Tone
3.3 Wechsellagerungen
3.4 Kohle

4. Granulometrie der Rhätsandsteine

5. Mineralbestand der Rhätsandsteine

5.1 Leichtminerale
5.2 Schwerminerale

6. Tonmineralbestand in den Rhättonen

7. Ichnofauna

8. Diagenese

9. Fazies und Paläogeographie

9.1 Unterrhät
9.2 Mittelrhät
9.3 Oberrhät
9.4 Liefergebiete

10. Literatur

1. Einleitung

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich vom Westteil der Weferlinger Triasplatte über den Lappwald zum Großen Bruch und zum Ostende des Hildesheimer Waldes (Abb. 1). Untersucht wurden Profile im Bereich des Velpker Sattels, der Lappwaldscholle, der Nordflanke des Fallsteins und der Ausläufer des Hildesheimer Waldes. Zusätzliche Geländebegehungen erfolgten im Neindorfer Sattel und in der Asse. Zum Vergleich wurde außerdem die Bohrung HARDESSE 28 aufgenommen, die von der TEXACO zur Verfügung gestellt wurde. Angaben über Transportvorgänge, Faziesdifferenzierung und Art des Liefergebietes zur Zeit des Rhät waren in erster Linie von Interesse.

Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines DFG-Programms in den Jahren 1977 bis 1978 durchgeführt.

2. Regionale Verbreitung und Lithostratigraphie des Rhät

2.1 Velpker Sattel

Im Bereich des Velpker Sattels erfolgten Profilaufnahmen aller heute noch zugänglichen Rhätaufschlüsse.

Bis auf ein Profil (Nr. 17 in Abb. 2), das in seinen oberen Schichten marine Oberrhät-Tone enthält, können alle Aufschlüsse ins Mittelrhät eingestuft werden. Diese Zuordnung erfolgte entsprechend der Tonfarbenstratigraphie nach SCHOTT (1942) aufgrund des ausschließlichen Vorkommens grauer bis schwarzer Tone.

Abb. 2 zeigt die Profile nordwestlich und nördlich von Velpke. Die alten, zum Teil verwachsenen und verschütteten Brüche in der Velpker Schweiz nördlich von Velpke zeigen eine deutliche Dreigliederung: Im Hangenden und Liegenden zwei massige Sandsteinkörper, die von einem Tonhorizont mit sandig-siltigen Einschaltungen getrennt werden (Nr. 19 - 25 in Abb. 2).

In den heute noch gut erhaltenen Steinbrüchen der Firma Körner (Nr. 11 - 16 in Abb. 2) schalten sich zwischen diese beiden Sandsteinkörper mehrere Tonhorizonte, die mit sandig-siltigen Partien wechsellagern. Ob dieser etwa 7 m mächtige Wechsellagerungsbereich mit dem nur maximal 2 m dicken tonigen Horizont (Profile 19 - 25) im Sinne von ZEINO-MAHMALAT (1970) zu korrelieren ist, erscheint fraglich. Eine eindeutige Korrelation ist lediglich innerhalb der Profile 11 bis 16 bzw. 20 bis 24 durchzuführen, da diese jeweils einer dichten Aufschlußkette angehören. Dennoch ist es sehr wahrscheinlich, daß der Top des unteren Sandsteinpaketes als zeitgleiche Schicht- bzw. Faziesgrenze anzusehen ist.

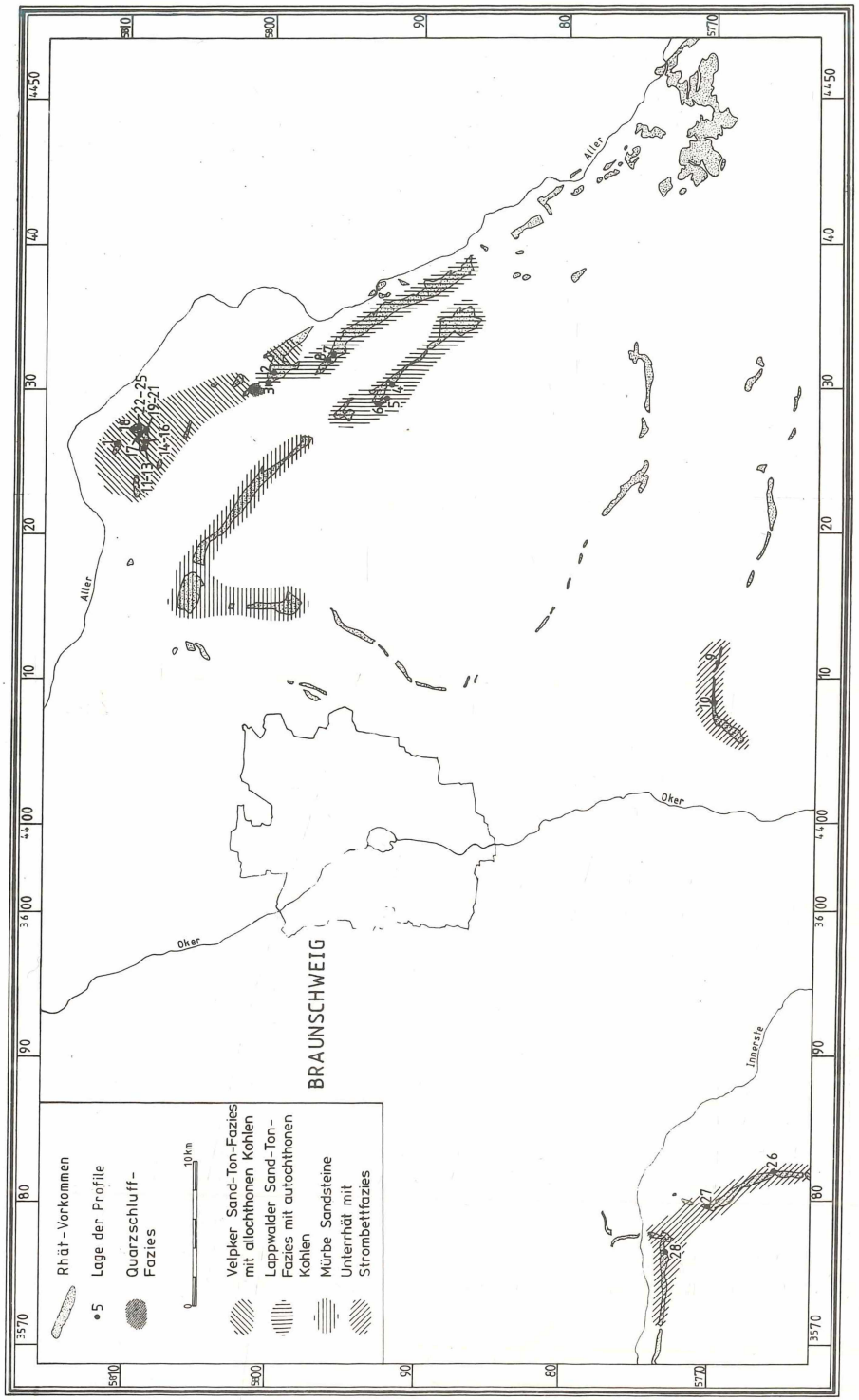


Abb. 1: Rhätvorkommen in SE-Niedersachsen. Untersuchte Profile und Faziesverteilung.

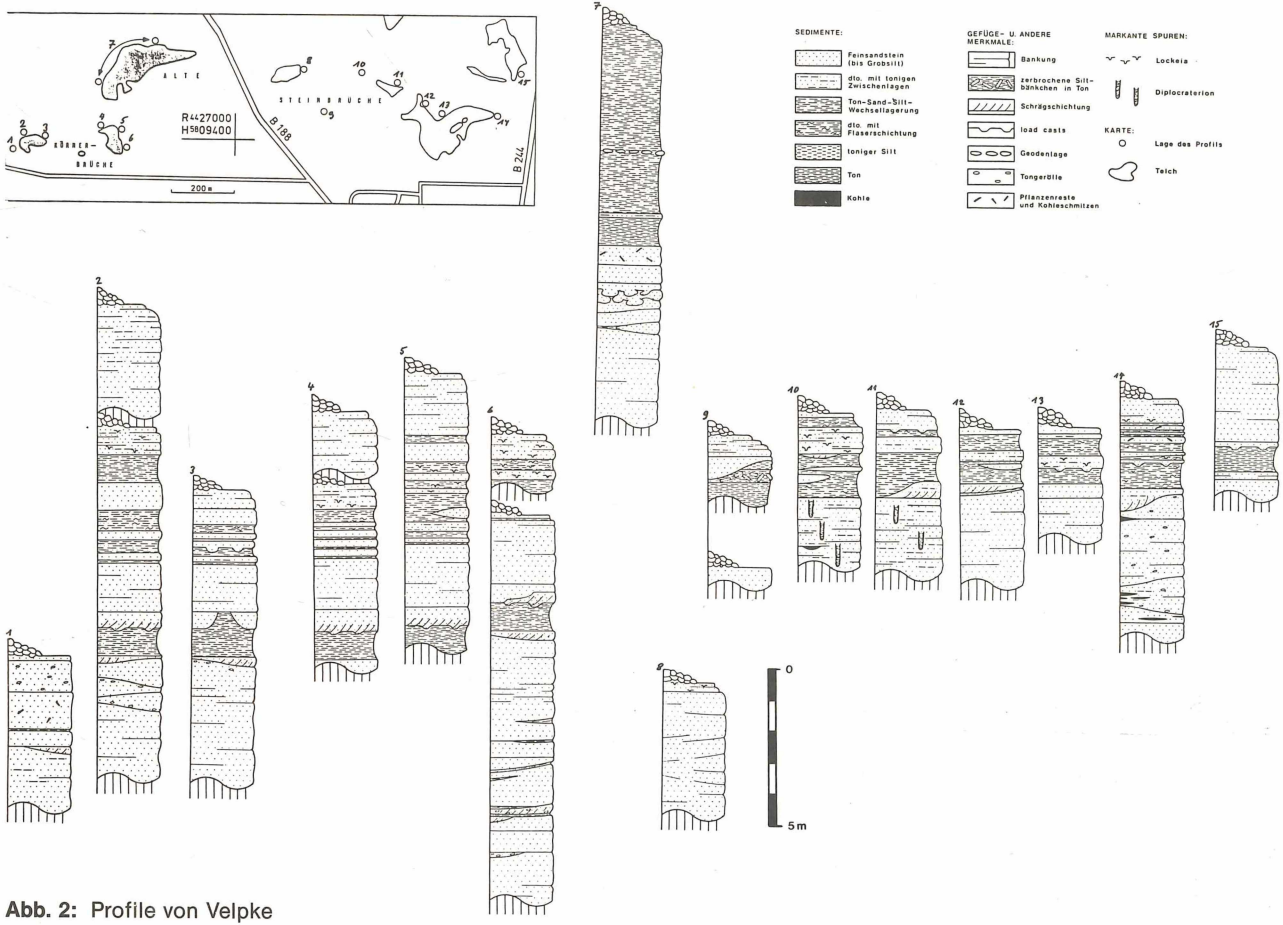


Abb. 2: Profile von Velpke

Das Profil Nr. 17 ist oberhalb der Tonhorizonte einzugliedern. Hier lagern über einem dickbankigen Sandsteinkörper etwa 90 cm dunkelgrauer fetter Ton, der vermutlich noch dem Mittelrhät angehört. Darauf folgen mindestens 6,50 m gelbbrauner siltiger Oberrhät-Ton mit durchschnittlich 3 % Karbonatanteil. Auffällig ist eine Lage mit Toneisenstein-Geoden, die im Schnitt einen Durchmesser von 10 bis 20 cm aufweisen.

Die Profile 18, 19 und 25 lassen sich nicht exakt korrelieren. Die Zuordnung zu den anderen Profilen wie sie auf Abb. 2 dargestellt wurde, ist daher fraglich, aber durchaus als wahrscheinlich anzunehmen.

Im nördlichen Teil der Velpker Schweiz sind um einen großen Teich herum einige Meter dickbankiger bis plattiger Sandsteine aufgeschlossen. Östlich der B 244 existieren ebenfalls noch zwei Aufschlüsse, von denen der nördliche 4 m dickbankigen und darüber 2,10 m plattigen Sandstein enthält. Auf der Steinbruchsohle konnte dunkelgrauer Ton erschürft werden. Eine Korrelation mit den anderen Velpker Profilen ist nicht möglich.

Weiter nördlich in Danndorf gibt es im aufgeschlossenen Bereich zwei Tonhorizonte, zwischen denen sich etwa 9 m Sandstein einschalten (Abb. 3).

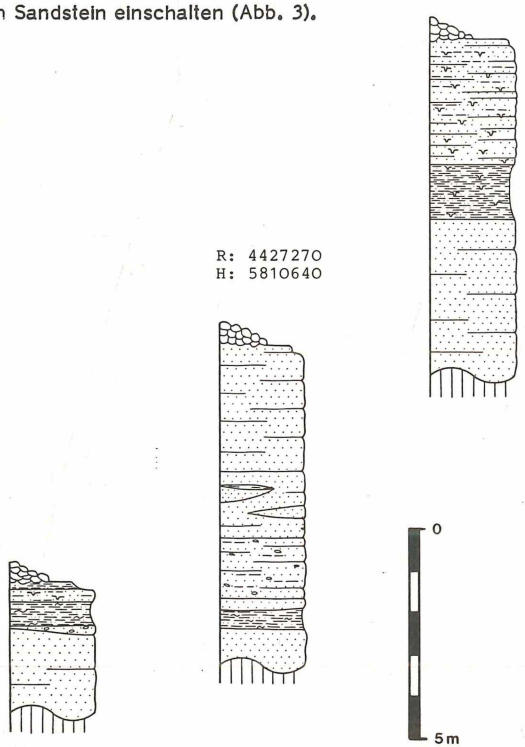


Abb. 3: Rhätprofile von Danndorf (Legende s. Abb. 2)

2.2 Lappwald

Die Lappwald-Mulde wird im Zentrum von Unterem Lias, an den Flanken von Rhätsandsteinen aufgebaut. Einige mehr oder weniger gut erhaltene Steinbrüche geben noch einen hinreichenden Einblick in die Fazies des Mittelrhäts des Lappwaldes.

Eine ähnliche Ausbildung wie das Rhät von Velpke zeigt ein guter Aufschluß südwestlich von Döhren (DDR) direkt an der Grenze auf westlicher Seite (Abb. 4). Dickbankige Sandsteine werden von grauen bis schwarzen Tonhorizonten unterbrochen. Die hangenden Partien werden von grau-grünen Oberrhät-Tonen gebildet. Geodenlagen konnten nicht nachgewiesen werden. Ca. 500 m nordwestlich (östlich von Querenhorst) dieses Profils ist das Mittelrhät in mehreren kleinen verwachsenen Steinbrüchen aufgeschlossen (Abb. 5 unten). Drei gut erhaltene Profile finden sich östlich von Barmke (Abb. 5 oben). Über mindestens 6,50 m dickbankigen Sandsteinen, deren Top mit feinem Röhricht durchsetzt ist, folgt ein geringmächtiges Kohleflöz. Darüber lagern bankige bis plattige Sandsteine mit siltigen Tonhorizonten. Eine braune, siltig-tonige Lage im oberen Teil des Profils deutet auf eine fossile Bodenbildung hin. Zwei weitere Aufschlüsse südwestlich von Grasleben zeigen eine ähnliche Ausbildung (Abb. 6). Die Profile von Barmke und Grasleben sind miteinander korrelierbar, wie es in Abb. 7 schematisch dargestellt ist.

Ein weiterer Aufschluß mit Röhrichtsandsteinen und einem fossilen Bodenhorizont findet man noch in dem alten, heute völlig verstürzten und verwachsenen Steinbruchgebiet bei der Unteren Holzmühle nordöstlich von Helmstedt. Eine brauchbare Beschreibung dieser Profile liefert JÜNGST (1928).

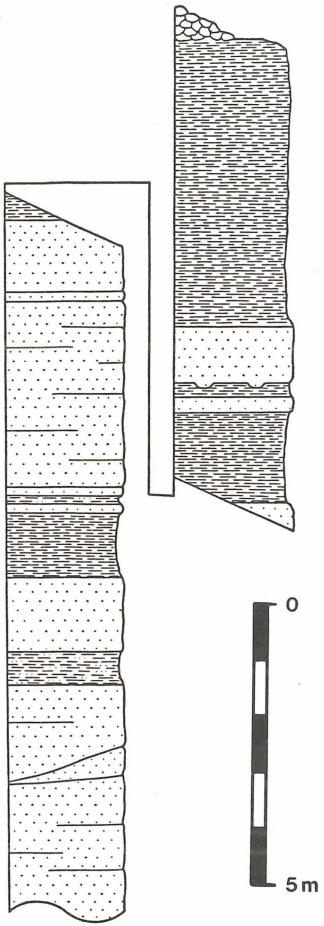
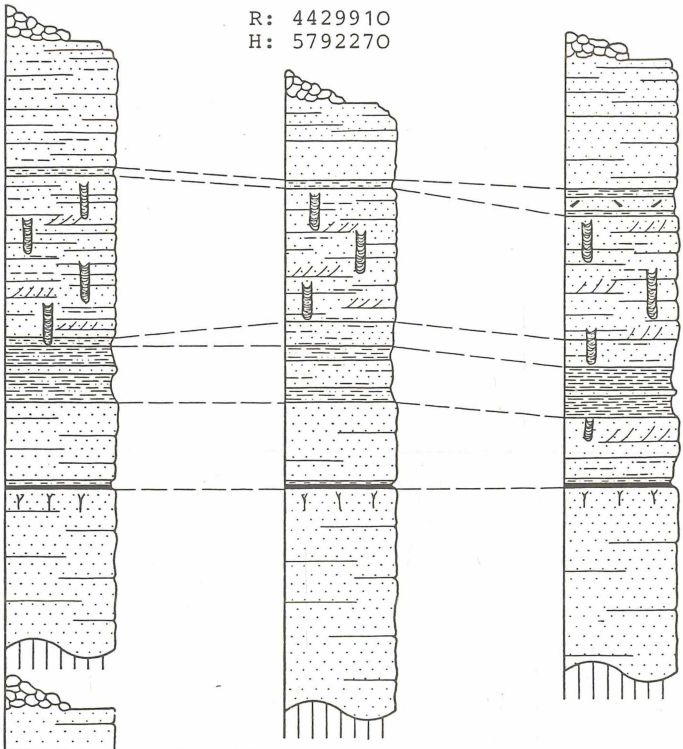
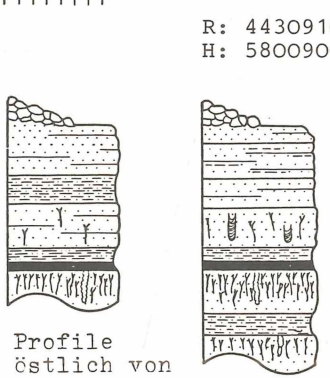


Abb. 4: Rhätprofil südwestlich von Döhren (DDR) (Legende s. Abb. 2)





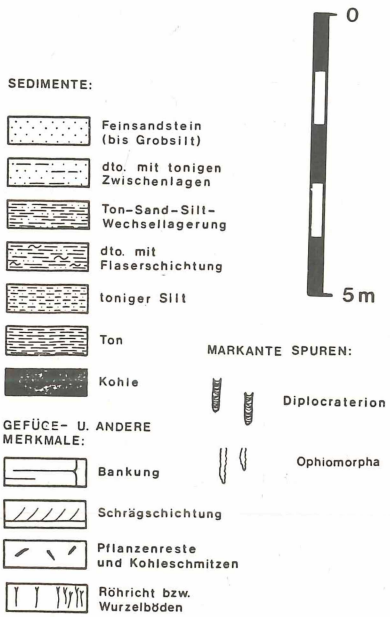


Abb. 5: Rhätprofile bei Barmke und Querenhorst

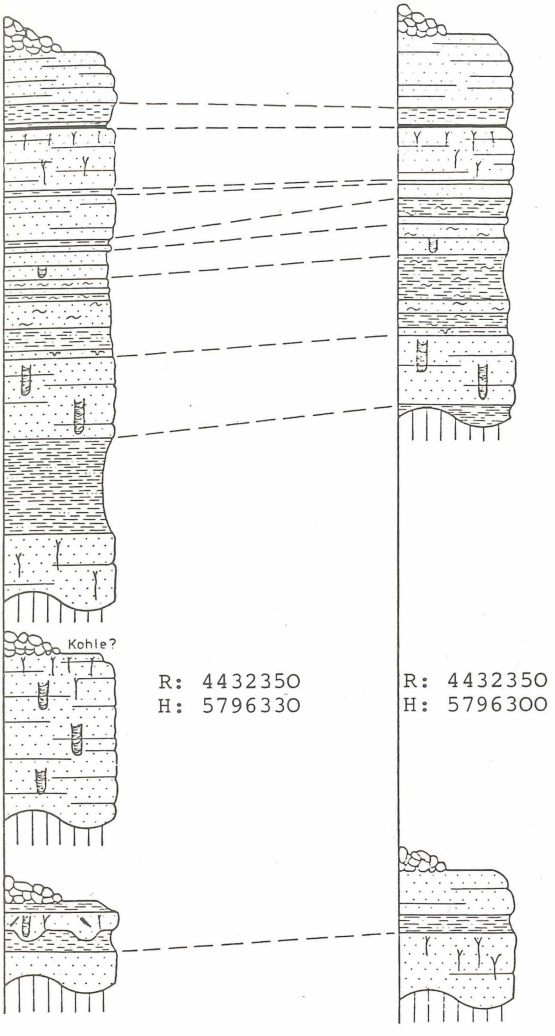


Abb. 6: Profile südwestlich von Grasleben (Legende s. Abb. 5)

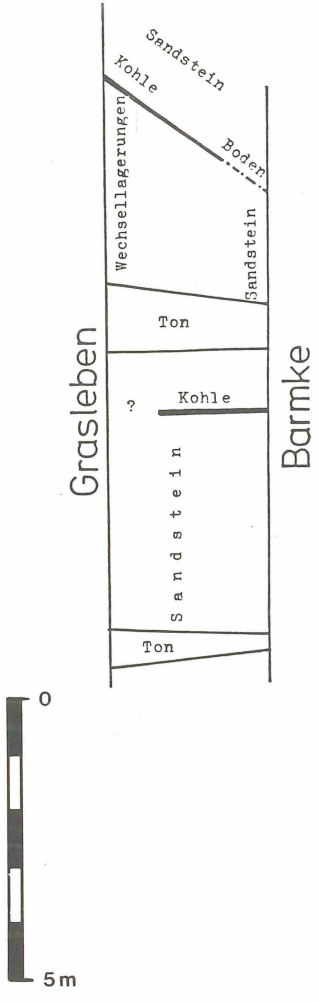
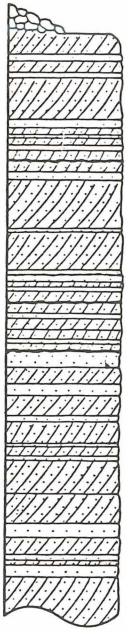


Abb. 7: Korrelation zwischen Grasleben und Barmke

Die beiden südlichsten, ebenfalls stark verfallenen Steinbrüche des Lappwaldes zeigen neben homogenen, durch Eisenocker rot gefärbten Sandsteinen einen etwa drei Meter mächtigen Bereich mit Kreuzschichtungskörpern, der von dünnplattigen Sandsteinen überlagert wird.

Ein völlig abweichendes Profil liegt in der Nähe von Querenhorst. In einer alten Grube sind etwa 9 m homogener bis feingeschichteter weißer Siltstein aufgeschlossen, der fast ausschließlich aus Quarzschluff besteht. Eine stratigraphische Einstufung ist nicht möglich, da keine Tone den Siltkomplex unterbrechen.



R: 4411640
H: 5770240

Schrägeschichteter Sandstein

Homogener Sandstein

Limonit-Krusten und -Konkretionen

Abb. 8: Profil von Hedeper

2.3 Neindorfer Sattel

Im Bereich des Neindorfer Sattels befinden sich noch einige alte "Stubensand"-Gruben. Der Rhätsandstein ist in diesem Gebiet kaum verfestigt. Bankiger, fester Sandstein mit einer grauen, 35 cm mächtigen tonigen Zwischenlage wurde lediglich in einem kleinen Aufschluß östlich von Ahmstorf gefunden. Die mürben Sandsteine finden sich auch noch im Nordwestteil des Lappwaldes in einigen kleineren Brüchen.



R: 4408180
H: 5770560

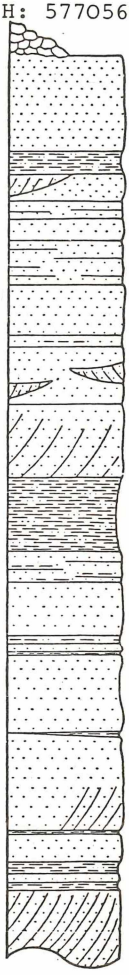


Abb. 9: Profil von Seinstedt (Legende s. Abb. 2) ▶

2.4 Nordflanke des Fallstein-Sattels

In diesem Gebiet wurden drei Profile aufgenommen. Der aufgelassene Steinbruch 2 km östlich der Ortschaft Hedeper (Abb. 8) fällt sofort durch seine ausgeprägte Schrägschichtung auf, welche über den gesamten Aufschlußbereich einheitlich nach NNW einfällt. Den Schrägschichtungskörpern sind homogene oder fein parallel geschichtete Sandsteine zwischengelagert. Vereinzelt treten lagenweise limonitische Krusten oder Konkretionen auf.

Das zweite Profil (Abb. 9) befindet sich nordöstlich von Seinstedt an der Straße Seinstedt - Hedeper. Hier ist eine Sandsteinfolge aufgeschlossen, die mit siltigen grünen Tonen wechsellagert. Nach SCHOTT (1942) kann dieser Bereich ins Unterrhät eingestuft werden. Im obersten Abschnitt des Profils tritt eine graue Tonlage auf, die das Einsetzen des Mittelrhät dokumentiert. Einzelne Bänke des Profils sind schräggeschichtet. Zum Teil finden sich innerhalb homogener bis feingeschichteter Sandsteinbänke kreuzgeschichtete Rinnenkörper. Die Einmessung der Leeblätter über den ganzen Aufschlußbereich ergab hauptsächlich Schüttungsrichtungen aus NNE und SSE. Auffallend ist eine Grabenstruktur im Osten des Bruches.

Sie durchsetzt nicht das gesamte Profil, sondern wird im oberen Teil von ungestörten Schichten überlagert, welche direkt über dem Graben eine größere Mächtigkeit aufweisen als in den benachbarten Bereichen. Diese Struktur ist somit synsedimentär angelegt.

Das dritte Profil wurde durch den Neubau der Straße Seinstedt - Achim aufgeschlossen. Eine genaue Darstellung der Schichtenfolge kann nicht gegeben werden, da das Anstehende meist nur im Straßengraben aufzunehmen war und das flache Einfallen sowie Störungen eine Ermittlung der Schichtmächtigkeiten unmöglich machten.

Der untere Teil der Schichtenfolge besteht aus einer Wechsellagerung von grauen bis schwarzen, siltigen Tonen und Feinsandsteinen. Zwei Sandsteinkomplexe, zwischen denen etwa 1,50 m siltig-sandiger Ton liegen, erreichen Mächtigkeiten von ca. drei bis vier Metern.

Die oberen 100 m des Straßenanschnitts werden hauptsächlich aus siltigen Tonen gebildet, in die sich vereinzelt geringmächtige Siltlagen einschalten. Grau-braune, gelb-braune und rotbraune Farben lassen darauf schließen, daß diese Abfolge dem Oberrhät zuzuordnen ist, während der untere Teil des Profils mit den Sandsteinen dem Mittelrhät angehört. Zum Hangenden hin schalten sich zunehmend Geodenlagen ein.

2.5 Asse

An der Nordflanke der Asse liegt ein kleiner aufgelassener Steinbruch mit gelb-braun gefärbten Sandsteinen, die zum Teil konkretionär verkieselt sind. Da Hangend- und Liegendgrenze tektonischer Natur sind und Tonhorizonte fehlen, konnte keine stratigraphische Einstufung vorgenommen werden.

2.6 Bohrung Hardesse 28

Die Bohrung Hardesse 28 liegt etwa 20 km südöstlich von Celle. In dem Profil (Abb. 10) überwiegen die Tonsteine. Im Mittelrhät sind diese Tone schwarz gefärbt und reich an Pyritknollen und -lagen. Vereinzelt schalten sich sandig-siltige Bereiche ein. Der Mittelrhätsandstein ist in Form zweier etwa 3 m mächtiger, relativ einheitlicher Sandsteinkörper vorhanden. Er ist feinkörnig und enthält oftmals Tongallen und Kohleschmitzen. Radiographische Aufnahmen lassen in homogen erscheinenden Partien eine feine Parallel-, zum Teil auch Schrägschichtung erkennen. In engständigen Wechsellagerungsbereichen tritt häufig Linsen- oder Flaserschichtung sowie bioturbate Durchwühlung auf. Vereinzelt können in dünnen Tonlagen Schrumpfungsrisse beobachtet werden. Das Unterrhät präsentiert sich in Form grau-grüner Tone, die mit helleren, ebenfalls grau-grünlichen Siltsteinen wechsellagern. Auch hier treten vereinzelt Pyritknollen auf. Zum Liegenden hin schalten sich zunehmend rotgefärbte Ton- und Siltsteine ein. Die Sedimentstrukturen sind ähnlich wie im Mittelrhät. Häufig beobachtet man hier außerdem kleine synsedimentäre Abschiebungen und sand-dykes.

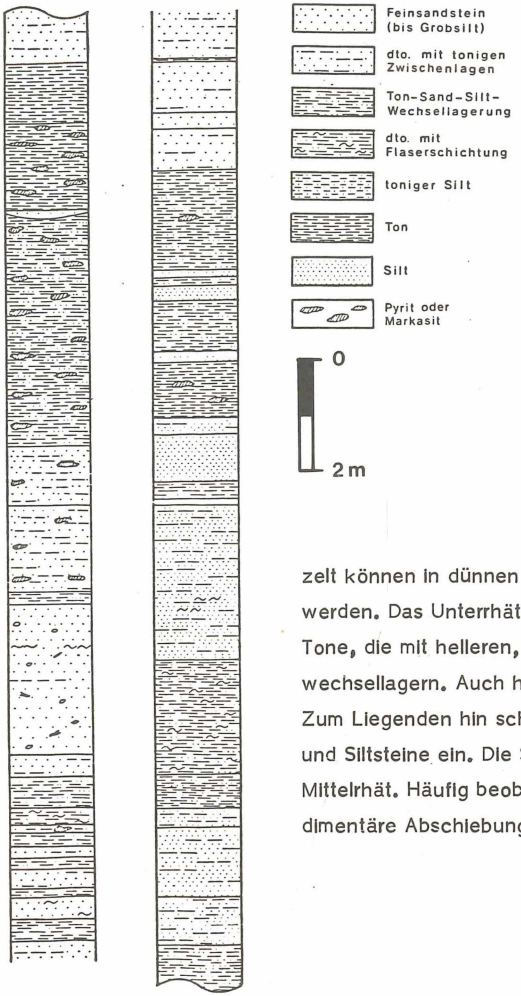


Abb. 10: Bohrprofil Hardesse 28

2.7 Ostende des Hildesheimer Waldes

Nördlich von Bockenem wurden in ehemaligen Abbaugebieten drei Profile aufgenommen, deren Fazies mit der aus dem oberen Teil des Profils von Seinstedt vergleichbar ist (Abb. 11). Es handelt sich um sterile schräg- und kreuzgeschichtete, dünn- bis dickbankige Feinsandsteine, die mäßig verfestigt sind.

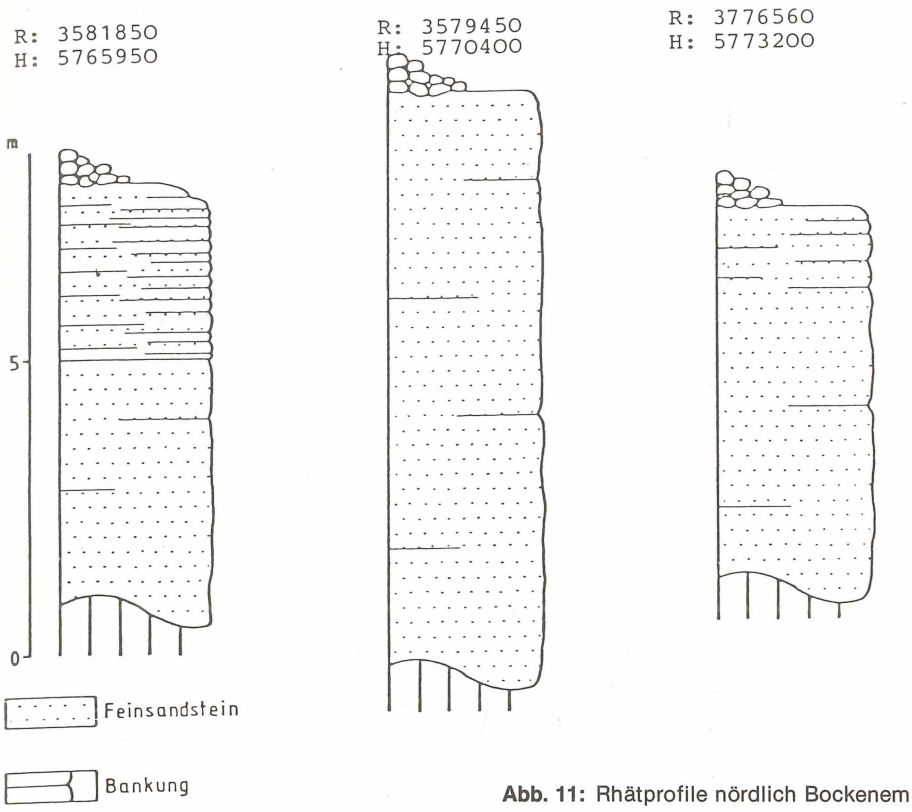


Abb. 11: Rhätprofile nördlich Bockenem

3. Petrographie

3.1 Sandsteine

Ein großer Teil der Sandsteine wurde granulometrisch untersucht. Die mürben Sandsteine wurden wenn notwendig vorsichtig zerkleinert, mit H_2O_2 behandelt und dann einer Siebanalyse unterzogen. Da eine 100%ige Aufbereitung nicht gewährleistet war, wurden den einzelnen Fraktionen repräsentative Proben entnommen. Unter dem Mikroskop wurde der prozentuale Anteil der in den Fraktionen verbliebenen nicht aufbereiteten Bestandteile ermittelt. Das errechnete Gewicht der noch verbackenen Körner wurde von dem Gewicht der jeweiligen Fraktion abgezogen. Auf diese Weise konnte eine Verfälschung der Korngrößenanalysen durch nicht aufbereitete Bestandteile auf ein vertretbares Minimum reduziert werden.

Die Korngrößenanalyse verfestigter Sandsteine erfolgte an Dünnschliffen. Hierbei wurde nach der Methode von FRIEDMAN (1958) verfahren. In jener Studie sowie in einer weiteren Arbeit (1962) konnte FRIEDMAN eine gute Übereinstimmung zwischen Sieb- und Schliffanalyse für gut sortierte Sande nachweisen.

Anhand von Sandsteinproben, deren Verfestigungsgrad einerseits gerade noch die Herstellung eines Dünnschliffs zuließ, die andererseits aber auch noch für eine Siebung aufbereitet werden konnten, wurden eigene Vergleiche durchgeführt. Diese Untersuchungen ergaben ebenfalls zufriedenstellende Ergebnisse.

3.1.1 Quarzitische Sandsteine Typ Velpke

Die Velpker Sandsteine zeigen einen auffallend hohen Verfestigungsgrad und sind größtenteils quarzitisch ausgebildet. Der Porenraum ist mit sekundärem Quarz ausgefüllt. Ehemalige Korngrenzen sind nur selten zu beobachten. Die Farbe unverwitterter Partien schwankt von hellgrau bis weiß. Die Korngrößenanalysen ergaben Medianwerte zwischen 58 und 135µ. Die Sortierung ist mittel bis gut, die Schiefe durchweg positiv.

Der Rundungsgrad der Komponenten nimmt mit der Korngröße ab. Die Sandsteine sind als sehr reifes Sediment zu betrachten. Der Feldspatanteil ist stets kleiner als 3 %.

Als sedimentologische Merkmale treten Rippelmarken, Rinnen, Belastungsmarken und selten Schrägschichtung hervor.

Im Bereich des Lappwaldes trifft man diesen Sandsteintyp im Profil südwestlich von Döhren. Ähnlich sind auch die Basissandsteine in den Profilen von Grasleben und Barmke ausgebildet, jedoch sind sie nicht so stark verfestigt.

Vom gleichen Typ sind auch die beiden Sandsteinhorizonte des Mittelrhäts in der Bohrung Hardesse 28.

3.1.2 Mürbe Sandsteine und Sande

Im Bereich des Neindorfer Sattels fehlen die quarzitischen Sandsteine. Granulometrisch und mineralogisch sind die Sande und mürben Sandsteine jedoch äquivalent mit dem Velpker Typ. Der unterschiedliche Verfestigungsgrad ist in einem unterschiedlichen Ablauf der Diagenese zu suchen.

3.1.3 Sandsteine vom Typ Lappwald

Abgesehen von einigen Teilprofilen tritt im Lappwald im wesentlichen ein schwach verfestigter, relativ toniger Sandstein auf. Die Medianwerte liegen zwischen 45 und 210 µ. Die Sortierung nimmt mit dem Tongehalt ab. Oftmals kann man bi- und trimodale Kornverteilungen beobachten. Bei normalen Kurvenverläufen ist die Schiefe wie beim Velpker Typ durchweg positiv. Ebenso schwanken die Kurtosiswerte um eins. Der Feldspatanteil liegt etwas höher als bei den Velpker Sandsteinen, erreicht jedoch selten 6 %.

Als sedimentologische Merkmale treten feine Parallel- und Schrägschichtung auf. Rinnen konnten mit Ausnahme des Kreuzschichtungskomplexes bei Helmstedt nicht beobachtet werden. Ebenso fehlen ausgedehnte Rippelfelder. Oftmals ist der Sandstein von feinen Pflanzensträngen durchsetzt (Röhrichtsandstein).

3.1.4 Rinnensandstein vom Typ Seinstedt

Die Rhätsandsteine von Seinstedt und aus dem Gebiet nördlich Bockenem treten zwar morphologisch als Härtling hervor, sind aber nicht stark verfestigt. Eine quarzitische Bindung fehlt. Die granulometrischen Untersuchungen ergaben, daß diese Sandsteine hauptsächlich im Grobsilt- bis Feinsandbereich liegen und aus dieser Sicht keinen Unterschied zum Velpker Typ zeigen. Dies gilt auch für die übrigen Parameter. Vereinzelt ist die Schiefe jedoch negativ.

Der wesentliche Unterschied zu den anderen Sandsteinen besteht in der ausgeprägten Schrägschichtung, die nur hin und wieder von geringmächtigen homogenen bis fein parallel geschichteten Lagen abgelöst wird.

3.1.5 Strombett-Sandstein vom Typ Hedeper

Der Sandstein von Hedeper ist ebenfalls nicht stark verfestigt. Er ist schlecht sortiert und besteht im wesentlichen aus fein- bis grobsandigem Mittelsand. Er weist eine ausgeprägte Schrägschichtung auf, die konstant mit etwa 38° nach NNW einfällt, also eine Schüttung aus SSE dokumentiert.

3.2 Tone

Die Tone sind selten rein. Sie enthalten meistens einen geringen bis hohen Siltanteil. Die Unterrhät-Tone (Seinstedt, Hardesse) zeichnen sich durch grüne Farben aus. Im Oberrhät treten vorzugsweise grau-grüne bis gelb-braune, zum Teil auch rötliche Tone auf. Die meisten aufgeschlossenen Tone gehören dem Mittelrhät an. Ihre Farbe schwankt von grau bis schwarz. Oftmals enthalten sie Pyrit, Kohle oder sie sind stark bituminös. Schrumpfungsrisse, die ein zeitweises Trockenfallen andeuten, sind auf geringmächtige Horizonte beschränkt, hier aber häufig.

Die den Tonen auflagernden Sandsteinbänke zeigen an ihrer Basis häufig load casts, was beweist, daß die Tone vor Einsetzen der nächsten Sandschüttung noch nicht verfestigt waren. Zum Teil wurden die Tone erodiert und finden sich als Tongallen oder Schlickgerölle in den Sandsteinen wieder.

3.3 Wechsellagerungen

Engständige Wechsellagerungen zwischen Ton Silt und Sand sind im Mittelrhät häufig. Selten sind sie straff parallel geschichtet. Meistens weisen sie Flaser- oder Linsenschichtung auf. Bioturbate Durchwühlung ist ebenfalls häufig zu beobachten. Schrumpfungsrisse in den dünnen tonigen Lagen sind mit Silt oder Sand angefüllt. Vereinzelt sind Siltsteinbänkchen im Ton zerbrochen und durchsetzen diesen in allen denkbaren Richtungen. Dies läßt auf einen sehr hohen Porenwasserdruck im Ton schließen.

3.4 Kohle

In vielen Sandsteinen im Bereich des Velpker Sattels, des Lappwaldes und in der Bohrung Hardesse 28 findet sich Kohle in Form kleiner angeschwemmter Schmitzen. In den Profilen 10 und 14 (Abb. 2) kommt es zur Bildung allochthoner Kohleflöze bis 10 cm Mächtigkeit. Autochthone Kohle konnte häufig im Lappwald beobachtet werden. Die Abfolge ist stets die gleiche:

Sandsteintop, durchsetzt mit Röhricht oder einem Wurzelboden - Kohleflöz (bis 20 cm) - siltiger Ton.

4. Granulometrie der Rhätsandsteine

Die Klastika des Rhät sind im Untersuchungsgebiet Silt- bis stark siltige Sandsteine (Abb. 13).

Die Verteilungskurven zeigen entweder eine unimodale oder bimodale Ausbildung (Abb. 12). Die Maxima liegen im Grobsilt- bis Feinsandbereich.

Von den besonders im Gebiet zwischen Querenhorst und Helmstedt untersuchten Proben betragen die Medianwerte Md = 41 bis 191 µ, die mittlere Korngröße 30 bis 178 µ, die Sortierung $_{I}$ = 0,49 bis 1,78 und die Schiefe Sk_{I} = -0,22 bis + 0,91 (Abb. 14). An den Feinsandsteinen nördlich von Bockenem wurden Medianwerte von Md = 51 - 108 µ, Sortierungskoeffizienten von $_{I}$ = 0,26 - 0,44 und eine Schiefe von Sk_{I} = - 0,07 bis + 0,77 ermittelt (vgl. Abb. 16). In Abb. 15 sind von zwei Rhätproben aus dem Profil 4 (Abb. 5) die Sieb- und Dünnschliff-Kornsummenkurven nach FRIEDMAN (1958) gegeneinander aufgetragen. Sie zeigen im zentralen Kurventeil eine mäßige Verschiebung der Siebsummenkurve zu höheren Durchmesserwerten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bei der mäßig bis schlechten Sortierung und einem Überwiegen der feineren Fraktionen die Silt- und Sandsteine des Rhät generell in das Gebiet einer richtungsgebundenen Ablagerung und mit Ausnahme des Profils von Hedeper, wo eine Strombettfazies vorliegt, in den energieschwächeren Bereich eines großen Deltagebietes zu stellen sind.

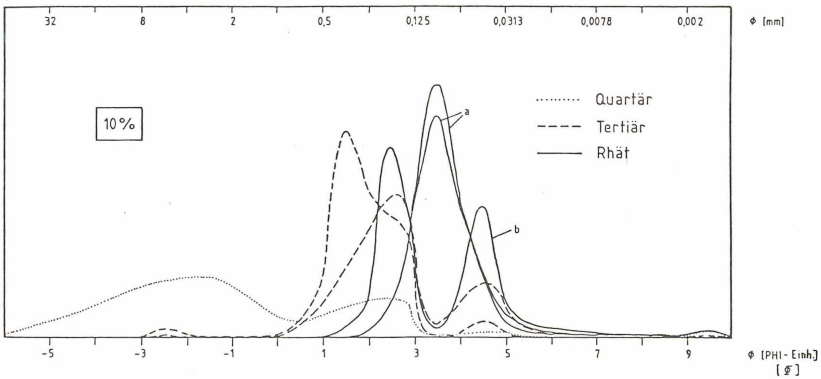


Abb. 12: Verteilungskurven ausgewählter Rhät-, Tertiär- und Quartärproben (unimodal = a; bimodal = b; aus HESSLER 1979)

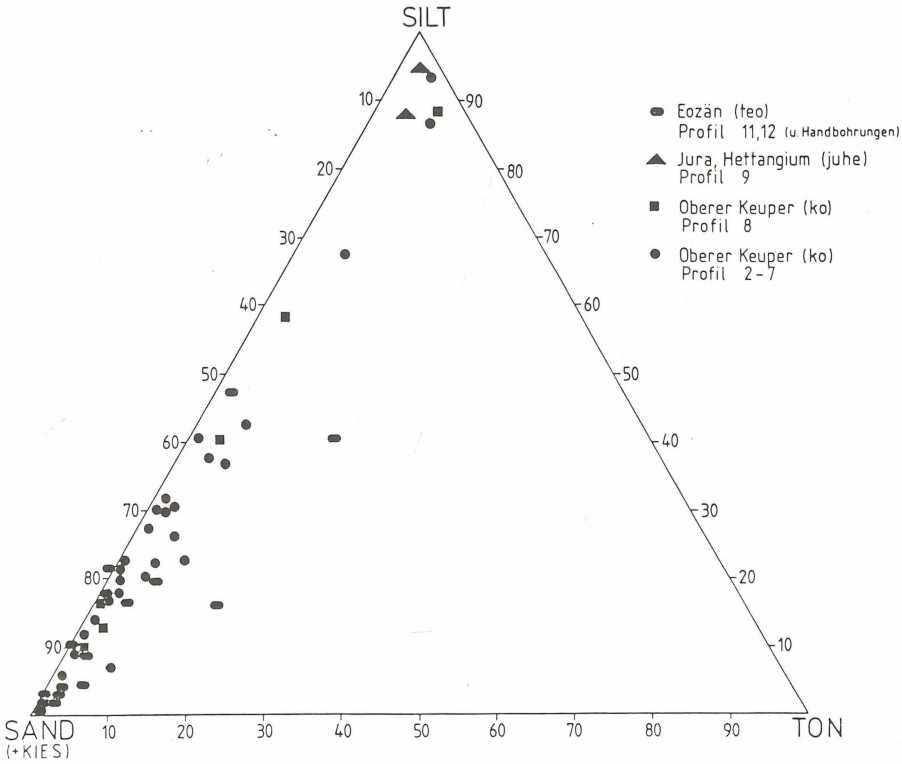


Abb. 13: Konzentrationsdreieck Sand (+ Kies)/Silt/Ton der Rhät-, Lias- und Tertiärproben (aus HESSLER 1979)

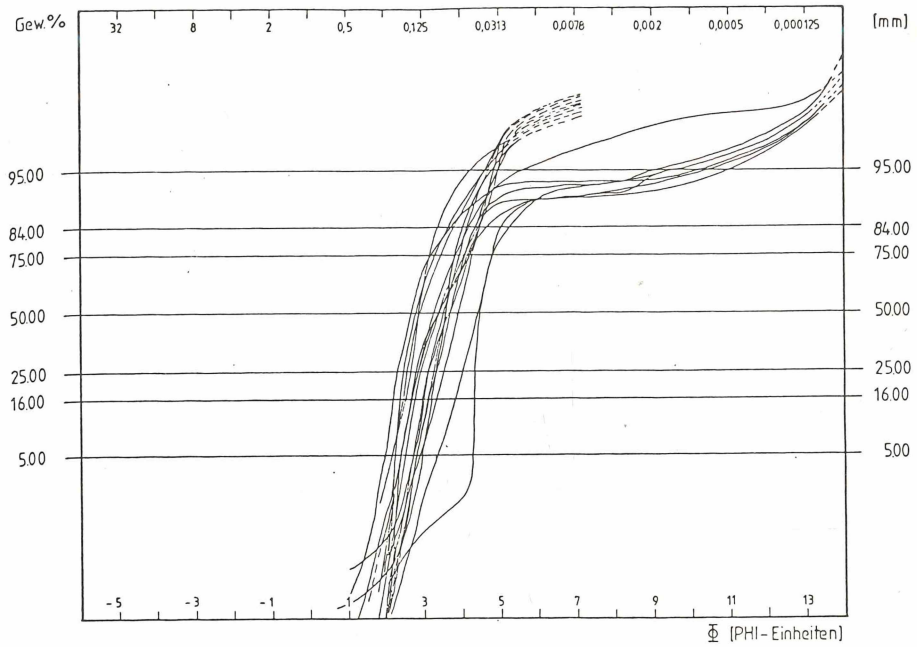


Abb. 14: Kornsummenkurven der Rhätproben aus den Aufschlüssen Nr. 2, 3 und 4 (aus HESSLER 1979)

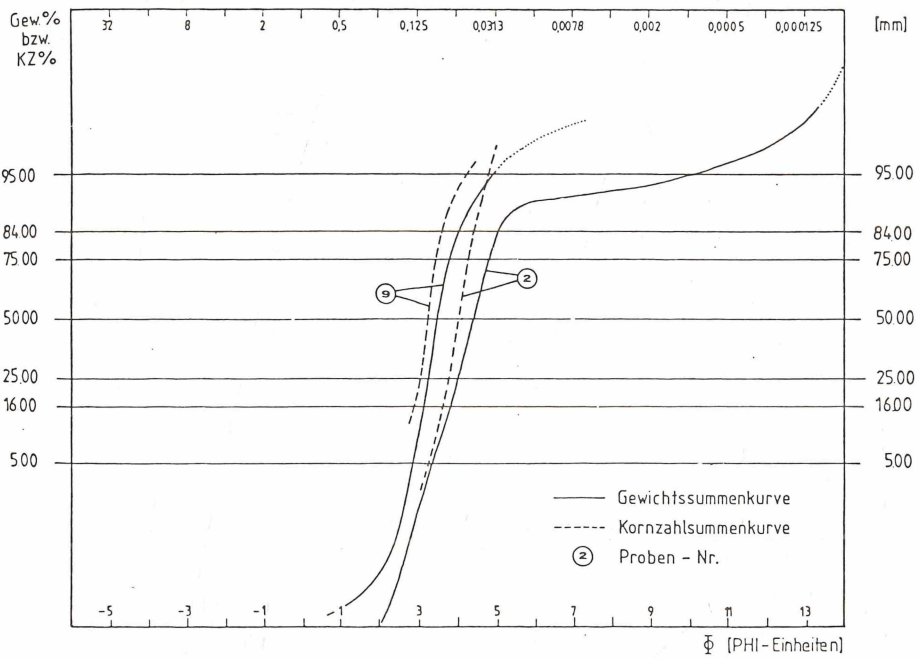


Abb. 15: Vergleich zwischen Kornzahl und Gewichtssummenkurve der Rhätproben Nr. 2 und 9 nach FRIEDMANN 1958 (aus HESSLER 1979)

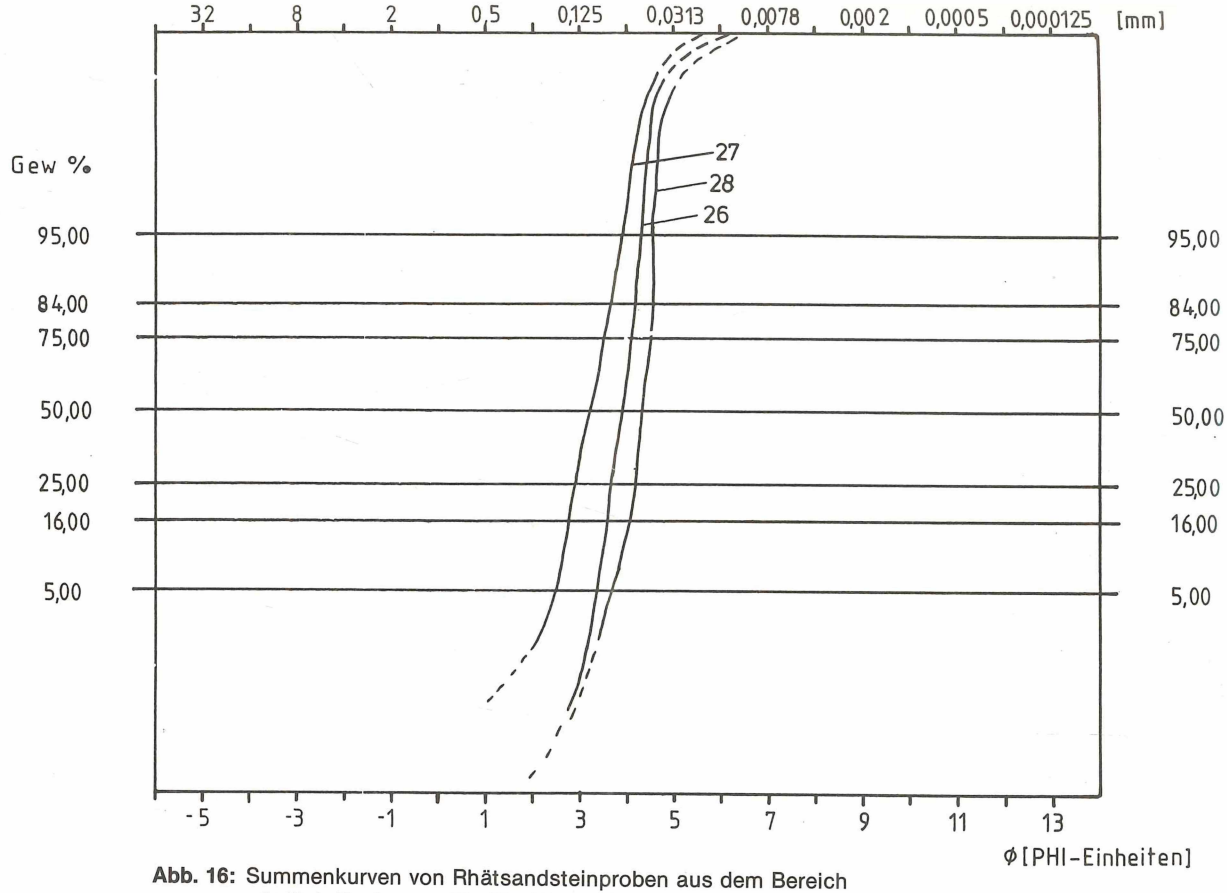


Abb. 16: Summenkurven von Rhätsandsteinproben aus dem Bereich nördlich Bockenem (Profile 26, 27, 28: Abb. 1)

5. Mineralbestand der Rhätsandsteine

Die untersuchten Proben weisen in der Regel folgenden Mineralbestand auf (vgl. HESSLER 1979):

Quarz	93 -	99	KZ-%
Feldspäte	1 -	2	"
Glimmer	1		"
Akzessorien		0,5	"
Karbonate		2	"

5.1 Leichtminerale

Quarz

Neben den vorherrschenden klaren Quarzkörnern treten seltener solche mit Gas-, Flüssigkeits- oder Mineraleinschlüssen auf. Bei den letzteren, die teilweise undulöse Auslöschung zeigen, dominieren Turmalin und Rutil.

Diagenetisch unveränderte Körner sind i. a. angerundet bis gerundet, seltener subangular. Ihre Länglichkeit zeigt Werte zwischen 1,1 bis 1,7.

Feldspäte

Es handelt sich bei den durchweg sehr geringen Gehalten um Orthoklas, Mikroklin und Albit/Oligoklas. Die höheren Feldspatgehalte sind meist in den feinkörnigeren Sedimenten festzustellen. Zersetzungsprodukte der Feldspäte sind Kaolinit resp. Serizit.

Glimmer

Muscowit und untergeordnet Biotit sind als detritische Komponenten fast nur akzessorisch vorhanden.

Als Bindemittel treten Quarz, Kaolinit, Illit und Limonit auf. Die geringen Karbonatgehalte sind wahrscheinlich detritischer Natur.

Es handelt sich also bei den Rhätsandsteinen um sehr reine Quarzsandsteine mit einer hohen kompositionellen Reife.

5.2 Schwerminerale

Der Anteil der drei stabilen Schwerminerale Zirkon, Rutil und Turmalin beträgt in den Rhät-Sedimenten durchschnittlich 70 % vom transparenten Anteil. Daneben treten in wechselnden Mengen Titanit, Anatas, Brookit, Granat, Epidot, Staurolith, Disthen und Hornblende auf (Tabelle 1). Der Anteil der opaken Minerale Magnetit, Ilmenit, Hämatit, Brauneisen und Leukoxen variiert zwischen 56 und 94 % von der gesamten Schwermineralfraktion.

Tab. 1: Schwermineralparagnesen aus den Rhätsandsteinen von Velpke, Seinstedt und nördlich Bockenem (in KZ-%)

MINERAL	VELPKE:			SEINSTEDT:		BOCKENEM
	Körner	Eiserloch	Velpker Schweiz	Basis	Top	
Zirkon	25,6	26,8	17,0	31,5	27,6	68
Rutil	14,1	23,2	15,0	22,8	34,4	12
Turmalin	27,7	21,4	59,7	23,5	22,7	12
Titanit	4,8	3,6	2,0	10,2	10,0	6
Anatas	7,9	3,6	0,3	1,3	0,3	-
Leukoxen	4,4	3,6	4,0	-	-	-
Brookit	0,4	1,8	0,3	-	-	-
Granat	5,2	3,6	-	6,0	1,0	1
Epidot	4,4	5,3	0,7	0,2	1,0	-
Staurolith	0,9	1,8	0,3	4,3	2,7	-
Disthen	1,3	-	0,7	-	0,3	-
Hornblende	3,1	5,3	-	-	-	1

In Abb. 17 sind die von HESSLER (1979) erarbeiteten Ergebnisse von Trenduntersuchungen dargestellt. Dabei ist die "Reife der stabilen Minerale ($\frac{Z + T + R}{\text{alle Transp.}}$) gegen die Zirkonreife ($\frac{Z}{Z + T + R}$) aufgetragen. Es wird deutlich, daß sich die Rhät/Lias-Proben deutlich von den zum Vergleich herangezogenen Tertiär- und Quartärproben absetzen. Generell weisen dabei die mesozoischen Schwermineralproben eine sehr hohe Reife der stabilen Minerale auf.

Als Ausgangsgesteine für die rhätoliassischen Sedimente kommen saure Magmatite und Metamorphite sowie umgelagerte triassische Sedimente in Frage. Als Liefergebiete sind der Fennoskandische Schild und die Böhmische Masse sowie die Mitteldeutsche Schwelle mit auflagerndem Perm und Buntsandstein in Betracht zu ziehen.

6. Tonmineralbestand in den Rhättonen

Die tonigen Sedimente des Oberen Keuper weisen eine Kaolinit-Vormacht auf. Daneben treten in ungefähr gleichem Verhältnis Illit und Illit/Montmorrillonit-Wechsellagerungen auf. Chlorit ist in der Regel nicht vorhanden (Abb. 19). Damit wird auch tonmineralogisch der gravierende kontinentale Einfluß im Bereich einer Deltaplattform unterstrichen, die sich von E nach W in das Niedersächsische Becken vorschob.

7. Ichnofauna

Ichnofauna wurde nur im Gebiet des Velpker Sattels und des Lappwaldes beobachtet. Das Rhät des Neindorfer Sattels ist zu schlecht aufgeschlossen, um bezüglich des Vorkommens von Lebensspuren eindeutige Aussagen treffen zu können.

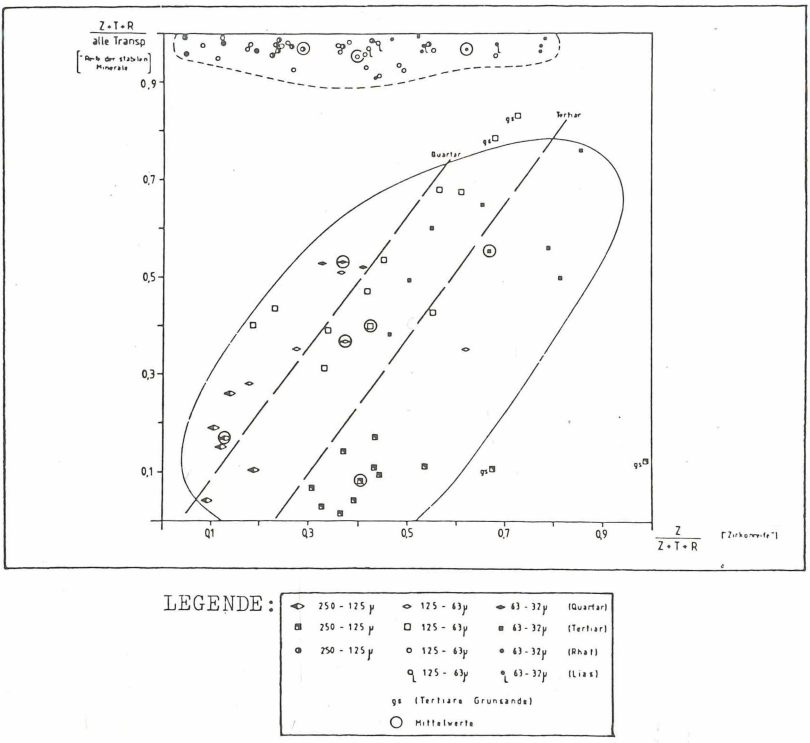


Abb. 17: Schwermineralreife-Diagramm für Rhät-, Lias-, Tertiär- und Quartärsande im Raum Helmstedt (aus HESSLER 1979)



Abb. 18: Homoachsialer Anwachssaum um ein Quarzkorn (Bildmitte); links oben Quarzitbruchstücke, sonst überwiegend schwach suturierte Quarze oder solche mit langen Kontakten (aus HESSLER 1979)

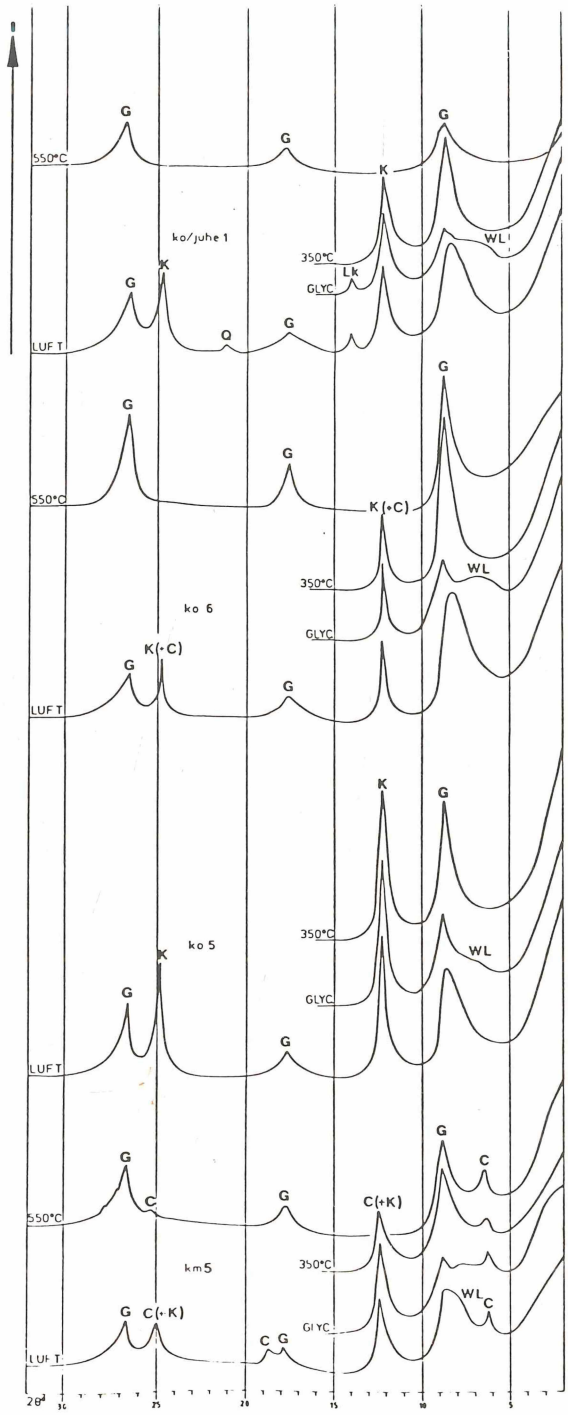


Abb. 19
Difraktogramme von Tonproben aus dem Mittleren Keuper, dem Rhät und Rhätoliassischen Übergangsschichten (Fraktion $< 2\mu$).
S: Smekit, C: Chlorit, K: Kaolinit, G:Illit, WL: Unregelmäßige Wechsellagerung, LK: Lepidokrokit, Q: Quarz. - Luft: luftgetrocknet Glyc.: Glycolbehandelt, 350 °/550 °C: erhitzt (aus HEERDE 1979).

Das Unterrhät an der Nordflanke des Fallsteins ist frei von Ichnofauna. Das Mittel- und Oberrhät im Straßenprofil Seinstedt-Achim scheint ebenfalls frei von Spuren zu sein.

Diplocraterion

Der Spreitenbau Diplocraterion erscheint in der Velpker Schweiz nur in zwei Aufschlüssen, während er im Lappwald sehr häufig vertreten ist.

Verfolgt man die Profilkette 20 bis 24 (Abb. 2) in der Velpker Schweiz von Osten nach Westen, so beobachtet man eine Zunahme der tonigen Zwischenlagen in den Sandsteinen unterhalb des Tonhorizontes. Gleichzeitig ergeben sich anscheinend günstigere Lebensbedingungen für die Bewohner von Diplocraterion. Während die dickbankigen Sandsteine im Westen frei von diesem Spreitenbau sind, werden sie in den östlichen dünnbankigen Sandsteinen sehr häufig. Die kleinsten Exemplare sind etwa 5 cm lang bei einem Röhrenabstand von etwa einem Zentimeter; die größten Bauten werden etwa 15 cm lang, was fast der Dicke der Sandsteinbänke entspricht. Sie haben einen Röhrenabstand von 3 bis 4 cm.

Die Bauten enden stets an der Bankoberseite. Die Röhren und Spreiten enthalten tonig-kohliges Material aus den Bankzwischenlagen. Es wurden keine Bauten beobachtet, die eine Zwischenlage durchsetzen. Im wesentlichen treten nur protrusive Diplocraterion auf; selten wurden retrusive Formen beobachtet.

Im Bereich des Lappwaldes finden sich in den dickbankigen festen Sandsteinen vereinzelt Exemplare von Diplocraterion. Die mürben, zum Teil plattigen, zum Teil tonigen Sandsteine schienen ein geeigneteres Milieu gewesen zu sein.

Meistens erreichen die Spreitenbauten hier Längen von 10 bis 20 cm bei einem Röhrenabstand von 3 bis 5 cm.

Einen ausgesprochenen Riesenwuchs zeigt Diplocraterion in den Profilen von Barmke. Sie werden im Durchschnitt 70 bis 80 cm, maximal 1 m lang. Der Röhrenabstand beträgt im Mittel 8 cm. Die Röhren selbst haben einen Durchmesser von 1 bis 1,5 cm und sind mit dem gleichen Feinsand gefüllt, der sie umgibt. Die Bauten sind durchweg protrusiv angelegt. Sie durchsetzen eine etwa 2,5 m mächtige Sandsteinfolge. Die Exemplare im unteren Bereich enden oftmals im liegenden siltigen Ton.

Thalassinoides

In den Wechsellagerungen der Profile von Danndorf (Abb. 3) wurden vereinzelt verästelte, meist y-förmige Bauten vom Typ Thalassinoides beobachtet. Die Gänge haben Durchmesser von 1 bis 2 cm und laufen zu den Enden spitz aus. Sie befinden sich stets an den Unterseiten dünner Feinsand- bis Siltstein-Lagen.

Ophiomorpha

Ophiomorpha-Bauten finden sich in den Wurzelböden unterhalb der Kohleflöze. Die vertikalen Gänge haben einen Durchmesser von etwa 2 bis 3 cm und sind mit braunem tonigen Material gefüllt. Die Wandungen weisen halbkugelige Ausbeulungen auf. Horizontale Abzweigungen konnten nicht beobachtet werden. Der Bewohner dieser Bauten hatte sich offenbar auf das Milieu flacher Moore und Sümpfe spezialisiert.

Lockeia

Lockeia oder Pelicipodichnus, Ruhespuren von Muscheln wurden reichlich in den Wechsellagerungen im Velpker Gebiet beobachtet. Es sind mandelförmige Gebilde, die stets an der Unterseite sandig-siltiger Bänkchen zu finden sind. Ist die tonige Zwischenlage dünn, so pausen sich die Formen in die unterlagernde Bank durch. Verbindungsstränge zwischen einzelnen Exemplaren zeigen an, daß es sich bei mehreren Spuren oftmals nur um einen Verursacher gehandelt hat, der mehrfach seinen Standort gewechselt hat. Gelegentlich kann man einzelne Ruhespuren beobachten, die über mehrere Schichten stets an der gleichen Position auftreten. Dies ist auf eine Vertikalbewegung des Verursachers zurückzuführen.

Gyrochorte

Die Zopffährte Gyrochorte tritt im Rhätsandstein vereinzelt in allen Schichten auf. Lediglich in Schrägschichtungskörpern konnte sie nicht nachgewiesen werden. Falls es sich bei allen Gyrochorte-Fährten um den gleichen Verursacher gehandelt hat, so war er wohl vom Milieu relativ unabhängig.

8. Diagenese

In den untersuchten Rhätsandsteinen lassen sich vier verschiedene Zustände der Quarz-Körner zueinander unterscheiden (vgl. APPEL 1979):

a. Druckquarze (suturiert),
b. Quarze mit langen Kontakten,
c. Quarze mit Punktkontakten,
d. eingekieselte Quarze.

Ausgesprochen stark suturierte Quarzkörner treten selten auf. Dagegen dominieren schwach suturierte und solche mit langen Kontakten im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes, während im südlichen Teil Punktkontakte vorherrschen. Homoachsiale Anwachssäume an Quarzen sind besonders in dem durch stärkere Kompaktion beeinflußten nördlichen Bereich anzutreffen (Abb. 18).

9. Fazies und Paläogeographie (vgl. Abb. 1)

Für eine Faziesanalyse ist es unumgänglich, die einzelnen Aufschlußbereiche zu korrelieren. Dies ist nur im Bereich des Velpker Sattels und des Lappwaldes möglich. WILL (1969) unterschied in Bohrungen im Gebiet der niedersächsischen Ton-Sand-Fazies im Mittelrhät zwei Sandsteinhorizonte, zwischen die sich ein mehr oder weniger ausgeprägter Tonhorizont einschaltet. Der untere Hauptsandstein besteht vorwiegend aus dickbankigen Sandsteinen, der obere Flasersandstein aus gut gebankten Sandsteinen, in die sich Tone, Wechsellagerungen und vornehmlich Ablagerungen mit Flaserschichtung einschalten.

Diese Zweigliederung konnte auch in den Tagesaufschlüssen des Velpker Sattels und des Lappwaldes beobachtet werden. Dazwischen liegt ein 0,5 bis 2 m mächtiger Tonhorizont.

Eindeutiges Unterrhät ist nur an der N-Flanke des Fallsteins aufgeschlossen. Es ist aber anzunehmen, daß die Aufschlüsse im Lappwald, die faziell stark von den Mittelrhätprofilen abweichen, ebenfalls dem Unterrhät zuzuordnen sind.

Das Oberrhät ist stets als mariner Ton mit Geodenlagen ausgebildet und überlagert alle Mittelrhätprofile. Der Triletes-Sandstein konnte im untersuchten Gebiet nicht nachgewiesen werden.

9.1 Unterrhät

Das Unterrhät dokumentiert sich an der N-Flanke des Fallsteins als Flußmündungsgebiet mit mindestens einem Strombett (Hedeper). Die einheitlich mit einem Mittelwert von 334°/38° einfallende Schrägschichtung deutet eine über einen längeren Zeitraum anhaltende Strömung aus SSE an. Parallelgeschichtete Zwischenlagen markieren kurzzeitige Unterbrechungen dieser Strömungsverhältnisse.

Die Aufschlüsse von Seinstedt entsprechen mit ihren stark schwankenden Schüttungsrichtungen (SSE bis NNE) einem Gebiet mit mäandrierenden Rinnen, das südlich des Strombetts gelegen haben muß. Die grünen Tone von Seinstedt und die geringenergetischen Zwischenlagen im Strombett von Hedeper sind als äquivalente Ablagerungen in Folge kurzzeitiger semiarider Klimaverhältnisse zu betrachten. In den Unterrhät-Sedimenten ist somit der Übergang vom ariden Mittelkeuper zum humiden Oberkeuper, speziell dem Mittelrhät zu sehen.

9.2 Mittelrhät

Die eingangs erwähnte notwendige Korrelation der Mittelrhätprofile ist in Abb. 20 dargestellt. Zur Zeit des unteren Mittelrhät kommen im wesentlichen dickbankige Feinsandsteine zur Ablagerung. Sie erreichen Mächtigkeiten von mindestens 13 m und werden im unteren Teil von einem tonig-sandigen Horizont, im oberen Teil von kohlig-tonigen Lagen bzw. einem Kohleflöz unterbrochen. Die autochthonen Kohlen im Bereich des Lappwaldes stellen Sümpfe bzw. Torfablagerungen dar und unterlagen somit einer Verlandung. Die Sedimente in diesem Be-

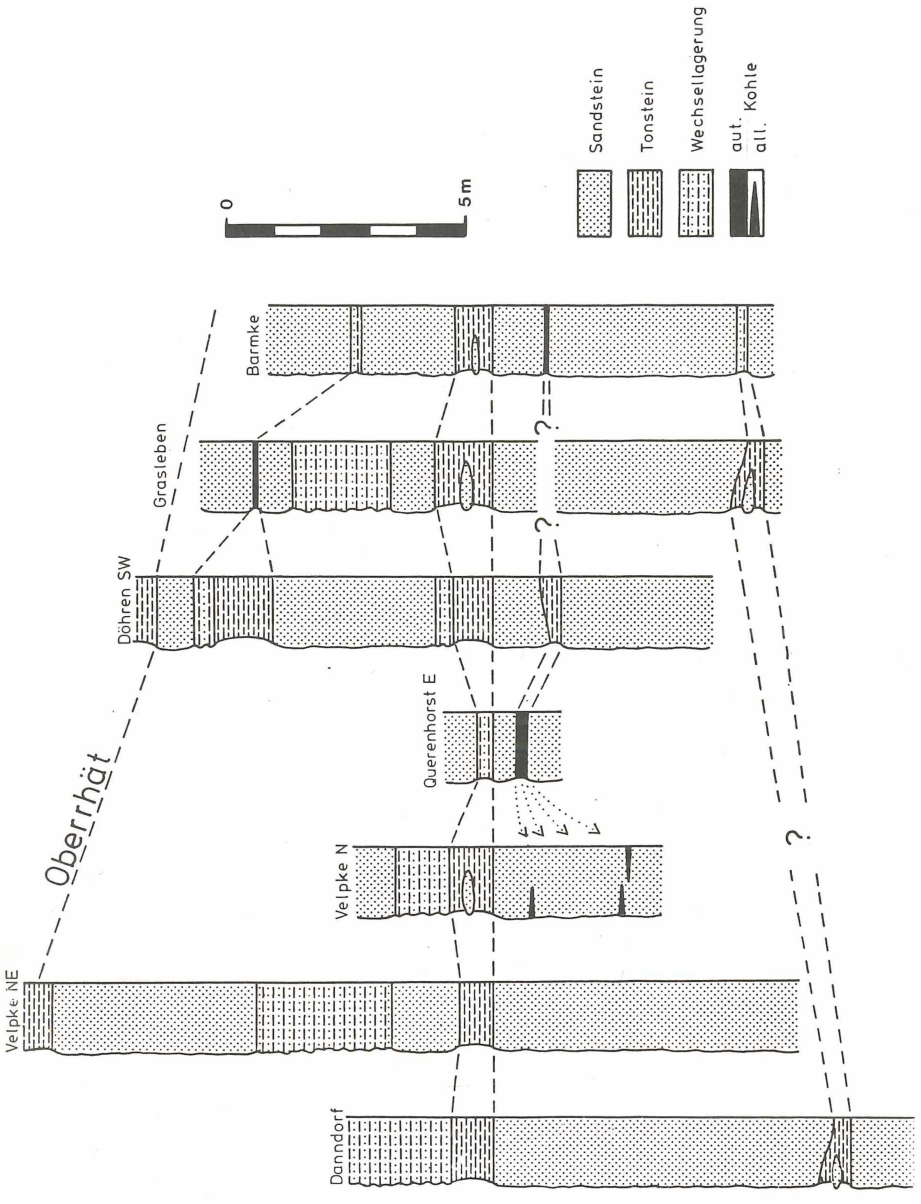


Abb. 20: Korrelation der Mittelrhät-Profile im Bereich des Velpker Sattels und des Lappwaldes

reich sind faziell einer Delta-Plattform zuzuordnen. Dies zeigt sich besonders schön in den Röhrichtsandsteinen, die auf mit Schilf bewachsene Untiefen zurückzuführen sind. Ein schneller Wechsel der Sedimentationsverhältnisse bewirkt ein Zuschütten der Rietwiesen bei gleichzeitiger Erhaltung der Halme in ihrer senkrechten Wuchsstellung. Zwischen diesen Schilfinseln liegen breite Rinnen mit langsam fließendem Wasser, in deren Grund die Erzeuger von Diplocraterion lebten. Ein Haupt-Flußbett muß in der Nähe von Helmstedt gelegen haben. Dickbankige Kreuzschichtungskörper lassen eine Rinne mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten vermuten.

Der Vordelta-Bereich dokumentiert sich in den Aufschlüssen von Velpke, Danndorf und Döhren. Kohleschmitzen und allochthone Kohleflöze sind auf angeschwemmtes Material aus dem Gebiet der Delta-Plattform zurückzuführen. Die Wassertiefe ist gering.

Die Schichten direkt unter dem Tonhorizont, also zum Ende des Hauptsandsteins, lassen eine lokale paläogeographische Interpretation im Bereich Velpke zu. Abb. 21 zeigt unter anderem die Rekonstruktion der Wind-, Strömungs- und Wellenverhältnisse aufgrund der Rippelfelder, die in den beiden westlichen Steinbrüchen aufgeschlossen sind. Ganz im Westen liegen nur normale, symmetrische Oszillationsrippeln vor, während sich nach Osten asymmetrische Interferenzrippeln dazugesellen. Dies läßt auf eine Untiefe schließen, welche die Wellen reflektiert. Die Asymmetrie ist auf eine küstenparallele SSW-Strömung zurückzuführen, die gleichzeitig eine Umlenkung der ablandigen Wellen bewirkt.

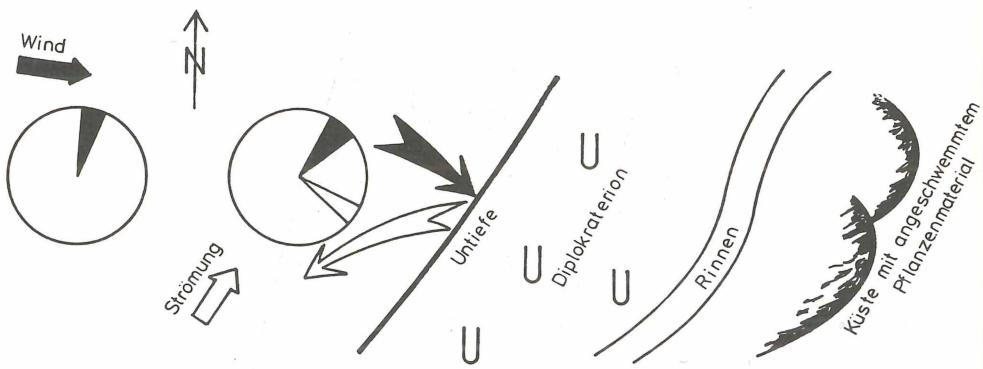


Abb. 21: Paläogeographische Verhältnisse im Gebiet nördlich von Velpke (Tonschichten des Hauptsandsteins). Die beiden Kreise stellen das Streichen der Rippelkämme in den beiden westlichen Aufschlüssen dar (schwarze Sektoren = Rippeln, weißer Sektor = Interferenzrippeln). Die Verursacher der Rippeln sind küstenwärts gerichtete Wellen (schwarzer Pfeil), die Erzeuger der Interferenzrippeln sind ablandige Wellen (weißer Pfeil).

Östlich der Barre herrschen ruhige Wasserverhältnisse, unter denen sich Diplocraterion-Bauten entwickeln konnten (AGER & WALLACE 1970). Die Sandsteine mit den allochthonen Kohlen in dem östlichsten Aufschluß stellen sehr küstennahe, strandähnliche Ablagerungen dar. Dazwischen kommt es zu Ausbildung küstenparalleler Rinnen.

Das Gefüge Delta-Plattform - Delta-Front wird von einem durchgehenden Tonhorizont überlagert. Dieser Ton ist auf einen eustatischen Meeresspiegelanstieg zurückzuführen. Vereinzelte Silt- und Feinsandbänkchen deuten weiterhin die Zulieferung "grob"-klastischen Materials aus einem Flußmündungsgebiet an, das nun viel weiter südöstlich lag. Lediglich im Bereich der autochthonen Kohlen östlich von Querenhorst ist eine Untiefe zurückgeblieben, auf der wattenähnliche Verhältnisse geherrscht haben.

Oberhalb des Tonhorizonts setzen wieder Sandschüttungen ein. Das Lappwaldgebiet wird wieder zur Delta-Plattform. Autochthone Kohlen bzw. fossile Bodenhorizonte deuten wiederum auf Verlandung hin. Ein mit den Kohlen zeitgleicher, etwa 1,70 m mächtiger schwarzer, kohlig-bituminöser Tonhorizont im Profil südwestlich von Döhren entspricht vermutlich einem Sumpfsee oder Totarm mit über längerer Zeit bestehenden Stillwasserbedingungen.

Im Bereich Velpke-Danndorf wechseln Delta-Front-Verhältnisse mit Wattensedimenten. Hier liegen großräumige Sandrinnen innerhalb tonig-siltiger Wechsellagerungen, die aufgrund ihrer Struktur (Flaserschichtung, Rippeln, Trockenrisse, Erosion, Rinnen) mit großer Wahrscheinlichkeit dem Intertidal-Bereich zugeordnet werden können. Das Streichen der Wellenkämme deutet auf einen NNW-SSE gestreckten Küstenverlauf hin, der in etwa der heutigen Erstrekkung des Flechtinger Höhenzuges entspricht.

9.3 Oberrhät

Zum Ende des Mittelrhäts setzt eine erneute Ingression ein, die im Westen bereits die Ablagerung toniger Sedimente zur Folge hat. Im Oberrhät wird der gesamte Komplex des Mittelrhäts von marinen Tonen überlagert, die hier schon die Fazies des Lias ankündigen.

9.4 Liefergebiete

Die Ablagerungsverhältnisse deuten darauf hin, daß das Herkunftsgebiet der Rhätsedimente im Südosten gelegen haben muß.

Der hohe Quarzanteil bei geringer Korngröße läßt einerseits auf einen weiten Transportweg schließen, andererseits kommen vorsortierte Liefergesteine in Frage. Da auch gröbere Schüttungen im wesentlichen aus gut gerundeten Quarzen bestehen, käme als Hauptliefergebiet die Mitteldeutsche Schwelle mit ihren permischen und triadischen Sandstein-Plattformen in Betracht. Der hohe Anteil an den stabilen Schwermineralen Zirkon, Rutil und Turmalin in den Schwermineralspektren (Abb. 1) deutet ebenfalls auf Liefergesteine hin, in denen die weniger stabilen Minerale bereits nicht mehr vorhanden sind. Daß aber auch kristalline Serien als Teilliefergebiete in Frage kommen, zeigt sich im Vorhandensein von Granat, Epidot, Staurolith, Disthen und Hornblende.

10. Literatur

AGER, D. V. & WALLACE, P.: The distribution and significance of trace fossils in the uppermost Jurassic rocks of the Boulonnais, Northern France. - In CRIMES & HARPER (Ed.): Trace fossils. - Geol. J. Spec. Issue, 3, Liverpool 1970.

APPEL, D.: Petrographie und Genese der Sandsteine des Unter- und Mittelrhäts im nördlichen Harzvorland (Ostniedersachsen). - Diss. TU Hannover, 128 S., 16 Abb., 7 Tab., 4 Anl., Hannover 1979.

FRIEDMAN, G. M.: Determination of sieve-size distribution from thin-section data for sedimentary petrological studies. - J. Geol., 66, 394 - 416, Chicago 1958.

-- Comparison of moment measures for sieving and thin-section data in sedimentary petrological studies. - J. Sed. Petrol., 32, 1, 15 - 25, Tulsa 1962.

HEERDE, W.: Kartierung des nordöstlichen Teils des Meßtischblattes Süpplingen (Nr. 3731) und Tonmineralogische Untersuchen an Sedimenten des Mittleren und Oberen Keuper, des Unteren Jura sowie des Tertiär im selben Gebiet. - Dipl.Arb. TU Braunschweig, 159 S., Braunschweig 1979.

HESSLER, W.: Kartierung des nordöstlichen Teils des Meßtischblattes Süpplingen (Nr. 3731) und Sedimentpetrographische Untersuchungen an Silt-/Sandsteinen des Oberen Keuper, des Unteren Jura sowie Sanden und Kiesen des Tertiär (Eozän) und Quartär (Pleistozän) im kartierten Gebiet und benachbarten Regionen. - Dipl.Arb. TU Braunschweig, 159 S., Braunschweig 1979.

JÜNGST, H.: Rät, Psilonoten- und Schlotheimienschichten im nördlichen Harzvorlande. - Geol. Paläont. Abh. NF, 16, 1, 194 S., Jena 1928.

KOCH, G.: Oberer Keuper in Südost-Niedersachsen. - Bericht zum DFG-Programm Schn 202/3; Braunschweig 1978.

SCHOTT, W.: Die Gliederung im nordwestdeutschen Rätbecken. - Ber. Ra. Bodenf. 1942, 4/6, 61 - 77, Wien 1942.

WILL, H. J.: Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese des Oberen Keupers in Nordwestdeutschland. - Beih. Geol. Jb., 54, 240 S., 50 abb., 4 Taf., Hannover 1969.

ZEINO-MAHMALAT, M.-H.: Die Geologie der Mittelrhät-Schichten von Velpke. - Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hann., 9, 3 - 35, Hannover 1970.

Manuskript eingegangen am 13. 12. 1984

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Geol. Gerd KOCH
MOBIL OIL AG
Burggrafstr. 1

3100 Celle

Prof. Dr. Werner SCHNEIDER
Institut f. Geologie und Paläontologie
der TU
Pockelsstr. 4

3300 Braunschweig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: 128

Autor(en)/Author(s): Koch Gerd, Schneider Werner

Artikel/Article: Der Obere Keuper Südost-Niedersachsens in Übertrage-Aufschlüssen — Fazies und Mineralbestand 19-48