



# GESCHIEBEKUNDE AKTUELL

Mitteilungen der Gesellschaft für Geschiebekunde

SONDERHEFT 1

HAMBURG, DEZEMBER 1989

H.-W. LIENAU



Das Ordovizium

des Siljan-Gebietes

# Inhalt

## Das Ordovizium des Siljan-Gebietes (Dalarna, Mittel-Schweden) von Hans-Werner LIENAU, Hamburg

Titelbild: Ordovizium (grau) im Siljan-Gebiet, Mitte: *Tretaspis seticornis*

1. Einleitung .....	1
2. Geologie .....	5
3. Aufschlüsse .....	12
3.1 Naturmuseum Rättvik .....	12
3.2 Sjurberg .....	12
3.3 Kullberg .....	12
3.4 Amtjärn .....	14
3.5 Skälberget .....	15
3.6 Unskarsheden .....	15
3.7 Küstenlinie nach Abschmelzen der Gletscher .....	18
3.8 Strand des Großen Siljansees .....	19
3.9 Solberga .....	19
3.10 Ockrantal .....	19
3.11 Kirche in Boda .....	19
3.12 Styggforsen .....	19
3.13 Osmundsberget .....	19
4. Danksagung .....	19
5. Literaturverzeichnis .....	21
6. Tafelerklärungen, Tafel I - IV .....	22

Das SONDERHEFT 1 kostet 8,50 DM für Mitglieder der Gesellschaft für Geschiebekunde (GfG), Nicht-Mitglieder zahlen 15,- DM.

SONDERDRUCKE von Beiträgen in ›Geschiebekunde aktuell‹ (GA) werden nicht ausgegeben. Die Autoren können aber die gewünschte Zahl von Heften zum Selbstkostenpreis bei der Redaktion bis Redaktionsschluß des jeweiligen Heftes bestellen. Autoren von Sonderheften erhalten 20 Freixemplare. Für den sachlichen Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich.

## Impressum

GESCHIEBEKUNDE AKTUELL (GA) – Mitteilungen der Gesellschaft für Geschiebekunde – erscheint viermal pro Jahr, jeweils in der Mitte des Quartals, in einer Auflage von 450 Stück. Die Mitteilungen sind erhältlich bei der Redaktion oder der Verlagsbuchhandlung & Antiquariat D. W. Berger, Pommernweg 1, D-6368 Bad Vilbel 2. An die Mitglieder der GfG werden die Mitteilungen kostenfrei abgegeben. Redaktionsschluß ist am 15. des Vormonats.

SONDERHEFTE zu GA erscheinen in loser Reihenfolge. Mitglieder der GfG erhalten sie zum Sonderpreis.

VERLAG: Selbstverlag der Gesellschaft für Geschiebekunde e.V.

ISSN 0178-1731 C 1989 GfG

HERAUSGEBER: Gesellschaft für Geschiebekunde e.V. c/o Archiv für Geschiebekunde am Geologisch-Paläontologischen Institut und Museum der Universität Hamburg, Bundesstraße 55 (Geomatikum), D-2000 Hamburg 13.

Die ANMELDUNG zur MITGLIEDERSCHAFT in der GfG und BEITRÄGE für GA sind direkt an die Institutsadresse der GfG zu schicken.

KONTO: Postgiroamt Hamburg, BLZ 200 100 20, Nr. 922 43-208

DRUCK: Druckerei Hodge, Busdorfer Str. 25, D-2380 Schleswig.

REDAKTION: Uwe-M. Troppenz, Dorfstr. 29, D-2385 Lürschau, Tel. 04621/41160 oder 04621/80833.

# Das Ordovizium des Siljan-Gebietes (Dalarna, Mittel-Schweden)

mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln

HANS-WERNER LIENAU, Hamburg

**Zusammenfassung:** Das fossilreiche Ordovizium des Siljan-Gebietes in der mittelschwedischen Region Dalarna bildet die innere Umrandung eines fast 50 km erreichenden Meteoritenkraters. Interessant sind vor allem die Riffkomplexe des Kullbergkalkes (ob. M-Ordovizium) und des Bodakalkes (ob. O-Ordovizium), die früher als *Leptaena*-Kalk zusammengefaßt wurden. Die im Geschiebe relativ selten zu findenden Handstücke aus den Flankenbereichen dieser Riffkomplexe verursachen einige Mühe bei der zeitlichen Einordnung, da sie faziell sehr einigen Handstücken aus dem Silur von Gotland ähneln.

**Abstract:** [The Ordovician of the Siljan district (Dalarna, Central Sweden)]. The fossiliferous Ordovician of the Siljan district forms the interior edge of a meteoric crater with a diameter of nearly 50 km. The impact happened about 360 million years ago. It is the largest known meteor in Europe. Two stromatolite-bearing carbonate mounds are interesting for collecting fossils. These are the Kullberg Limestone of the upper Middle Ordovician and the Boda Limestone, which belongs to the upper Upper Ordovician. Both are known in former literature as the *Leptaena* Limestone. Rarely, it is possible to collect any examples of them as glacial erratic boulders. But it is difficult to determine the age of these findings, because the examples of the mound flanks of both, Kullberg and Boda Limestone, resemble some parts of the Silurian from Gotland.

## 1. Einleitung

Vom 28.4. bis 6.5.1989 fand eine Exkursion in das Siljan-Gebiet statt, die von Herrn Dieter Henze aus Flintbek (Geologisch-Paläontologische Arbeitsgemeinschaft Kiel) initiiert und vorbereitet worden war. Wir waren 9 Personen (6 Kieler, 3 Hamburger) und fuhren mit einem PKW und zwei Kleinbussen. Das besuchte, fossilreiche Gebiet um den Siljansee liegt im nördlichen Mittel-Schweden in der Region Dalarna, etwa 600 km von der Südspitze Schwedens entfernt (Abb. 1).

Treffpunkt war Freitag abend an der A 7 kurz vor Flensburg. Von dort fuhren wir zum dänischen Fährhafen Grenå ca. 80 km nördlich von Aarhus, wo kurz nach Mitternacht die Fähre nach Varberg abfuhr. Dort kamen wir morgens an und fuhren weiter östlich am Vätternsee entlang in die Region Närke. Hier unterbrachen wir die Fahrt, um das Privatmuseum von Herrn Jan Johansson in Knällinge bei Sköllersta (Örebro) zu besuchen. Unter seiner Führung sammelten wir außerdem noch im Kambrium des Steinbruches von Kvarntorp. Dann ging es weiter zum Siljansee, wo am Stadtrand von Rättvik zwei Hütten gemietet worden waren, so daß durch Eigenverpflegung die Kosten möglichst niedrig gehalten wurden.

Die Rückfahrt erfolgte nach einer Woche erfolgreicher Sammelei am frühen Sonnabend morgen. Während Herr Henze mit seinem Bus und dem PKW den alten Sammler Holger Piehl am Götakanal besuchte, beschlossen wir Hamburger mit unserem Kieler Gast östlich am Vänernsee entlang zu fahren und den Steinbruch Österplana im Ordovizium des Kinnekulle-Gebietes zu besuchen. Nachmittags fuhr dann unsere Fähre von Halmstad nach Grenå und gegen 1.00 Uhr nachts waren wir wieder in Hamburg.

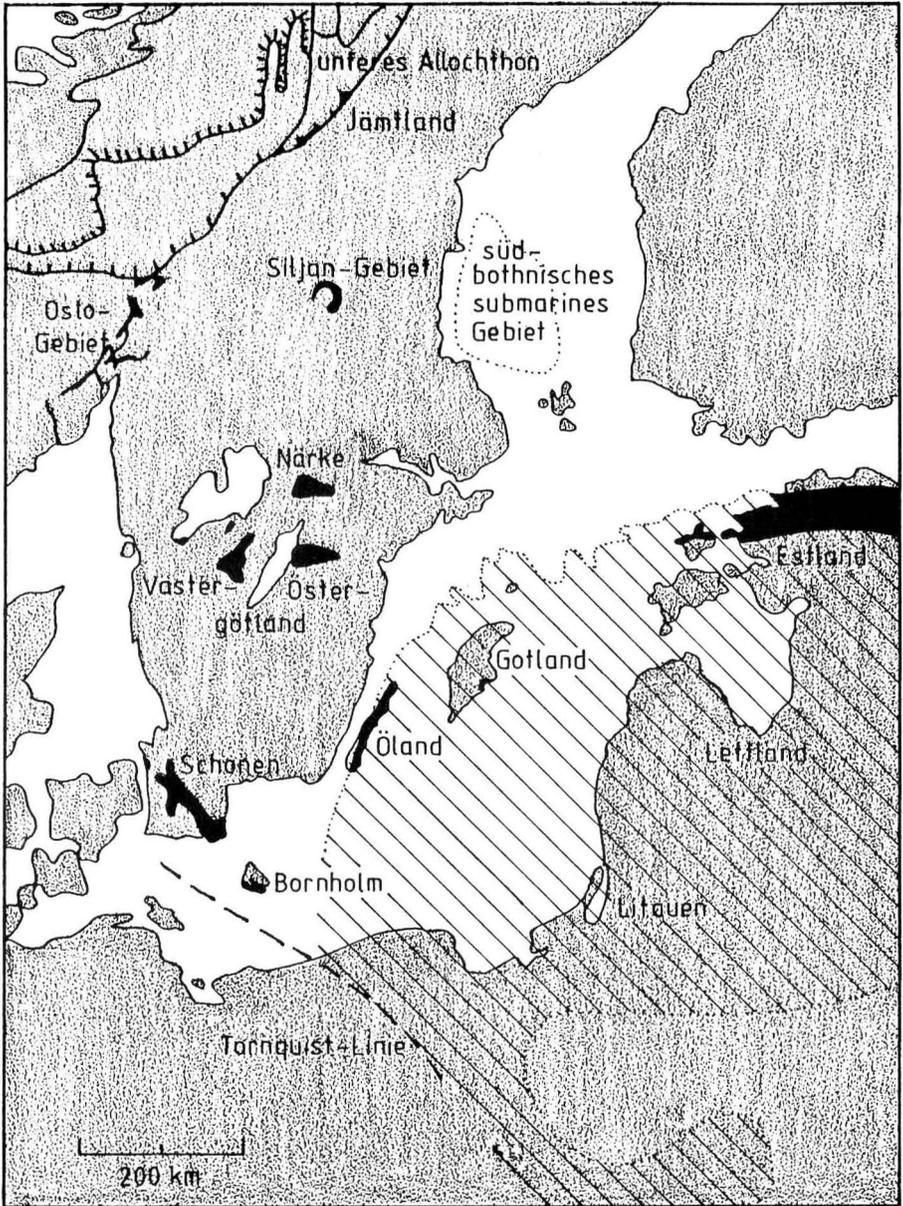


Abb. 1 Ordovizium in Fennoskandien (umgezeichnet nach JAANUSSON 1982a).

Der Termin für diese Fahrt war von Herrn Henze gut bedacht worden, da einerseits in der Vorsaison die Quartiere noch preiswert sind und es andererseits auch noch keine Probleme mit Mücken gibt! Ihm sei an dieser Stelle noch einmal herzlich gedankt für die viele Mühe, die er sich bei der Vorbereitung und während der Fahrt gemacht hat, um möglichst alle zufrieden zu stellen.

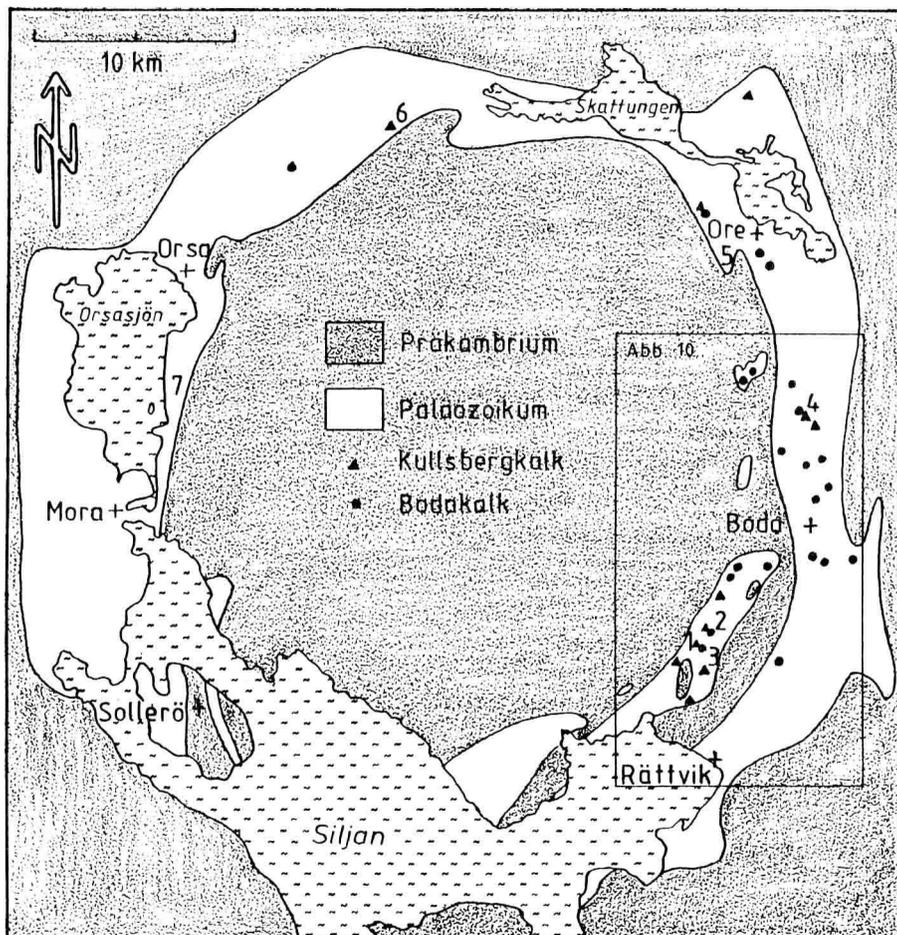


Abb. 2 Geologische Übersichtskarte des Siljan-Gebietes; mit Lage des Kartenausschnittes von Abb. 10 (umgezeichnet nach JAANUSSON 1982b).  
 1 Skälberget; 2 Unskarsheden; 3 Kullsbjerg; 4 Osundsberget;  
 5 Fjåcka; 6 Djupgrav; 7 Kårgåde.



## 2. Geologie

Das Siljan-Gebiet stellt eine annähernd kreisförmige Struktur mit fast 50 km Durchmesser dar, deren innere Senke von einem Ringwall umgeben ist. Der innere Rand dieses Walles besteht aus vorwiegend ordovizischen, untergeordnet auch silurischen Sedimenten und der Wall selbst aus präkambrischen Gesteinen (Abb. 2, 3). Der höchste Punkt dieses Walles befindet sich im Westen bei Mora und liegt 501 m ü.NN, während die Senke durchschnittlich 250 - 300 m ü.NN erreicht.

Diese Struktur entstand durch einen Meteoriteneinschlag (Impakt). Der Meteorit ist der größte in Europa und fiel vor ca. 360 Mio.J. auf die hier über den präkambrischen Graniten, Porphyren und Sandsteinen lagernden Sedimente des Ordovizium und Silur (Abb. 4). Beim Impakt wurden die paläozoischen Sedimente durchschlagen und der Meteorit drang tief in den Untergrund ein (Abb. 5). Dadurch entstand einerseits eine Impaktbrekzie und andererseits kam es zur Deformation der präkambrischen Gesteine (z.B. Impaktmetamorphose, Hochdruck-Mineraie, Schlagkegelstrukturen = shatter cones). Die präkambrischen Gesteine wurden dabei tief in den Untergrund gepresst. Die sehr kurz darauf

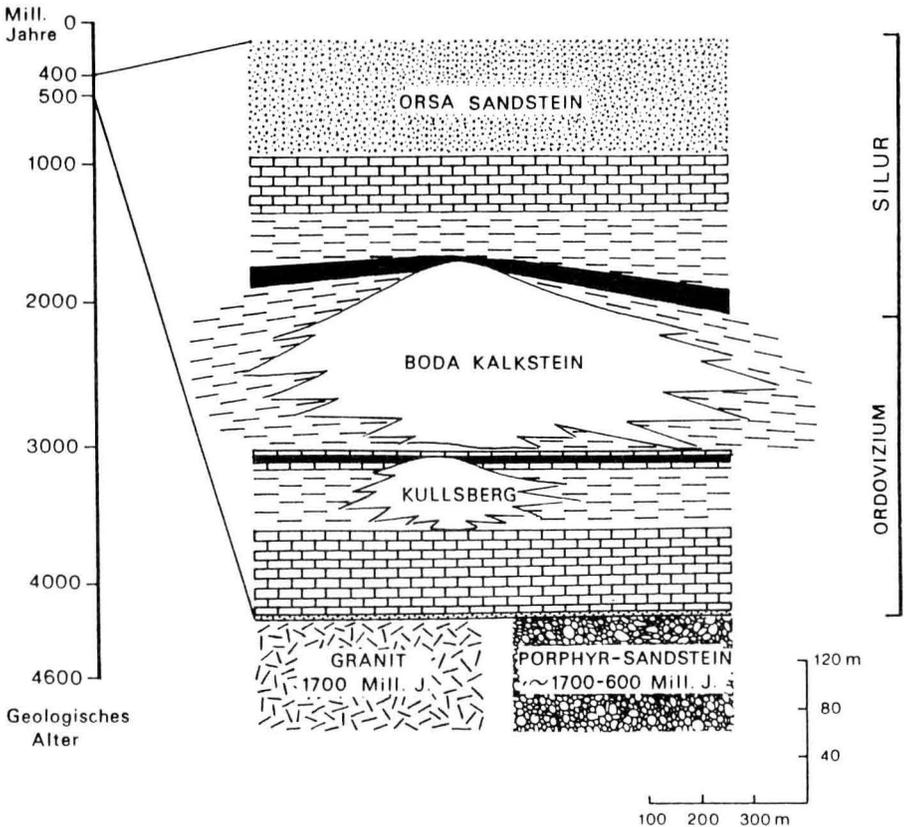
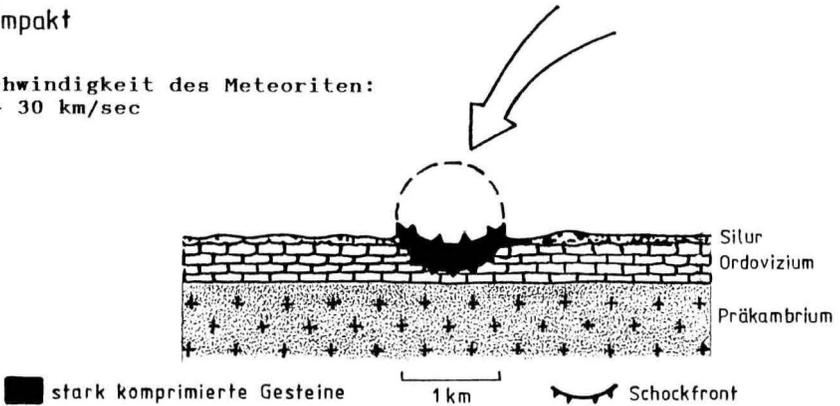


Abb. 4 Vom Impakt betroffene Schichtenfolge (aus THORSLUND o.J. a).

### ① Impakt

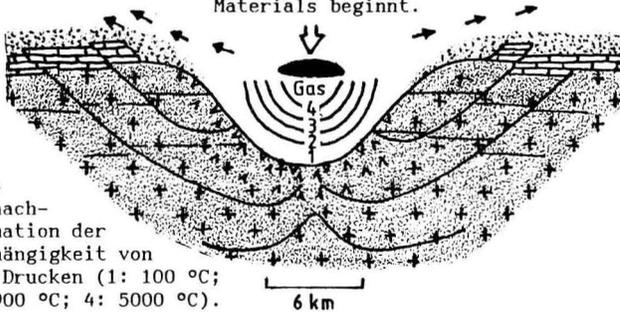
Geschwindigkeit des Meteoriten:  
20 - 30 km/sec



### ③ Schmelzen des Meteoriten und der komprimierten Gesteine

Frühe Auswurf-Phase großer Gesteinsmengen (hauptsächlich Paläozoikum); im Zentrum beginnender Aufstieg des komprimierten Materials.

Eindring-Geschwindigkeit des Meteoriten geht gegen Null;  
Druck im Zentrum erreicht etwa 5 000 000 atm;  
Verdampfung des komprimierten  
Materials beginnt.



Die Zonen 1 - 4  
markieren die nach-  
lassende Deformation der  
Gesteine in Abhängigkeit von  
den erreichten Drucken (1: 100 °C;  
2: 250 °C; 3: 900 °C; 4: 5000 °C).

### ⑤ Endphase des Aufstieges

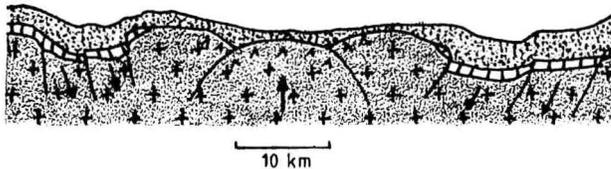
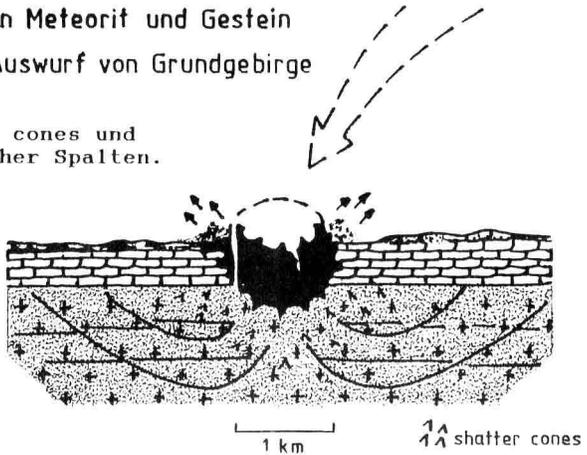


Abb. 5 Abläufe während des Impakts und kurz danach (1 - 5)

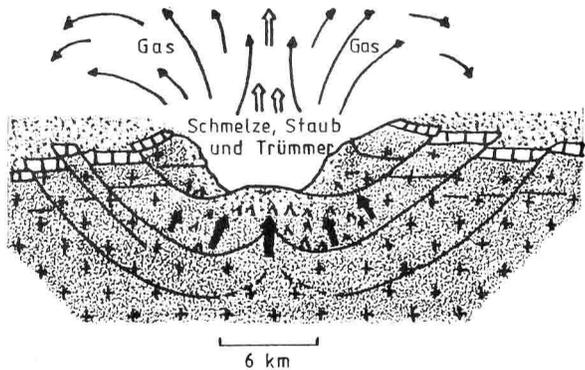
② Komprimierung von Meteorit und Gestein  
 Zertrümmerung und Auswurf von Grundgebirge

Bildung der shatter cones und  
 aktiver konzentrischer Spalten.



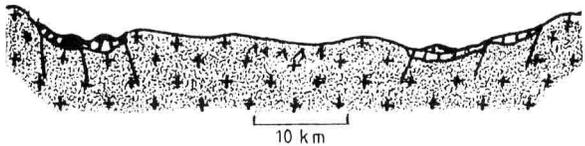
④ Bildung des Kraters

Hauptphase des Auswurfes; Ende der Verdampfung des Meteoriten und  
 der komprimierten Gesteine.



⑥ Die heutige Situation

Der Siljan-Meteoritenkrater mehr als 300 Mio.J. nach dem Impact.



sowie die heutige Situation (umgezeichnet nach THORSLUND o.J. b).

erfolgte Explosion des Meteoriten führte zu einem Auswurf der Brekzie und zur Entlastung des Untergrundes, wodurch das eingepresste Präkambrium wieder aufstieg und einen zentralen Kegel bildete, während am Rand das Material absackte. In den folgenden mehr als 300 Mio.J. wurden durch Erosionsvorgänge der Kegel wieder eingeebnet und die Impaktbrekzie fast vollständig abgetragen. Während der quartären Eiszeiten erfuhr die schüsselförmige Struktur eine verstärkte Eintiefung des Inneren durch die Gletscher. Das Abschmelzen der Gletscher nach der letzten Eiszeit vor ca. 9400 J. erzeugte hier den nordwestlichen Teil eines Ostseefjordes (Abb. 6). Die Ostsee befand sich zu dieser Zeit in ihrem *Ancylus*-Stadium. Durch die Schmelzwasser der Gletscher

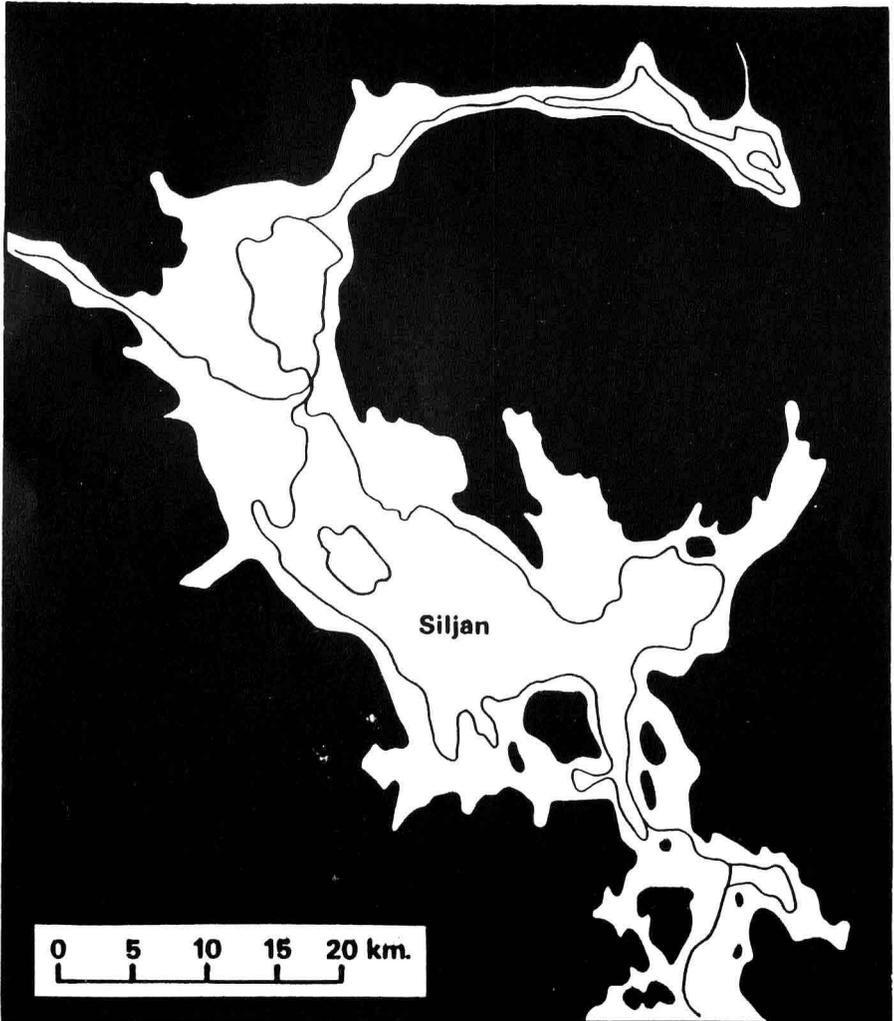


Abb. 6 Der Siljansee als nordwestlicher Teil eines Ostseefjordes vor ca. 9400 J. (aus THORSLUND o.J. a).

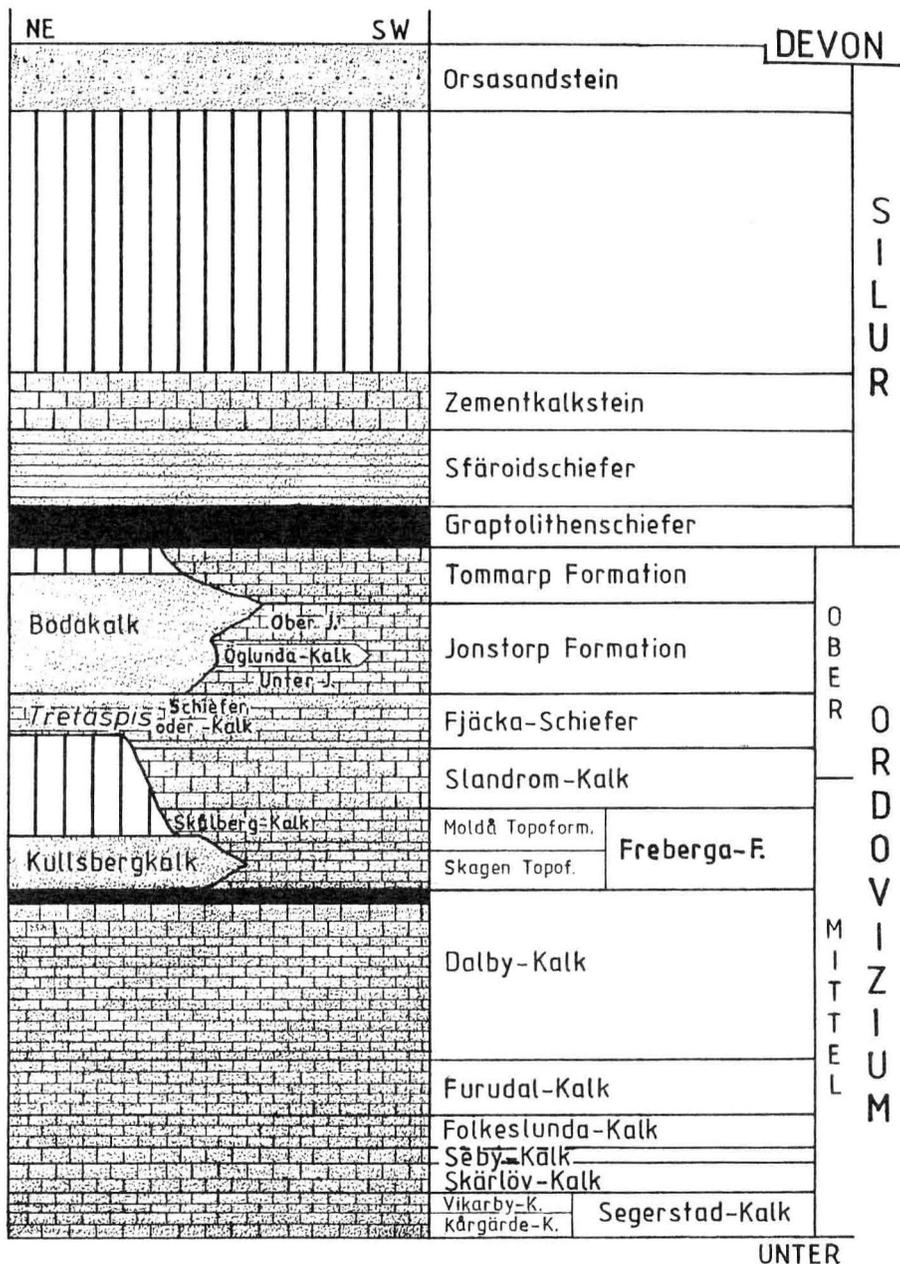


Abb. 7 Stratigraphie vom M-Ordovizium bis zum Silur im Siljan-Gebiet.

kam es aber auch zu einer teilweisen Auffüllung der inneren Vertiefung mit Schotter, Kies und Sand. Die auch heute noch andauernde Hebung Skandinaviens aufgrund der nun fehlenden Auflast durch die Gletscher trennte die Verbindung zur Ostsee ab und es entstand im gesamten inneren Bereich ein einziger See, der Große Siljansee. Nach dem Durchbruch des Walles im Süden durch die Erosionstätigkeit des Wassers sank der Wasserspiegel und die heute existierenden Seen entstanden, die in "Halsketten-Form" am inneren Rand des Walles angeordnet sind (Abb. 2).

Das Nachvollziehen der stratigraphischen Abfolge (Abb. 7) im Gelände ist nicht immer einfach, da einerseits die Schichten durch den Impakt tektonisch z.T. stark gestört sind und andererseits die unten näher beschriebene Rifffazies (Kullberg-, Bodakalk), aber auch die "normalen" Faziesbereiche makroskopisch nicht in allen Teilen leicht unterschieden werden können.

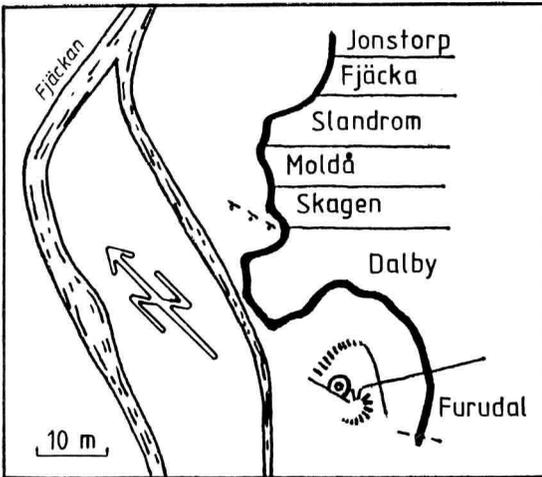


Abb. 8 Naturdenkmal Fjäckä (umgezeichnet nach JAANUSSON 1982b).

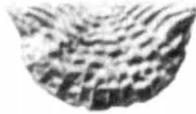
Da im besuchten Exkursionsgebiet nördlich von Rättvik (Abb. 2, 10) kaum U-Ordovizium auftritt, wird dieses hier nicht näher betrachtet. Die "normale" Faziesentwicklung von der oberen Furudal bis zur Jonstorp Formation kann am Naturdenkmal Fjäckä (Abb. 8) ca. 3 km SW Ore (Abb. 2, Punkt 5) besichtigt werden. Hier wird in vorbildlicher Weise anhand einer farbig angelegten Tafel die Geologie und Stratigraphie der Region erklärt. Außerdem befinden sich an den Grenzen der aufgeschlossenen Formationen deutlich sichtbare Schilder mit den jeweiligen Formationsnamen. Da die Normalfazies meist nicht makrofossilreich ist, erfolgt auch hierzu keine nähere Besprechung (zur Information siehe JAANUSSON 1982a, b).

Der Kullbergkalk ist ein 40 - 50 m mächtiger Riffkalk des oberen M-Ordovizium im Siljan-Gebiet. Er besitzt im eigentlichen etwa 300 - 350 m Durchmesser erreichenden Riffkörper eine vielfältige Fauna (Abb. 9) aus meist vagilen Formen, die bis auf die Trilobiten (WARBURG 1925) und Muscheln (ISBERG 1934) kaum bearbeitet sind. An den Flanken findet man vor allem sessile Organismen wie Bryozoen, Cystoideen (*Caryocystites lagenalis*, *Haplosphaerites oblonga*, *Heliocrinites granatum*), Crinoiden (*Cornucrinus* sp.) und articulare Brachiopoden (*Ptychoglyptus* sp., *Nicolella* sp., *Platystrophia* aff. *lynx*, *Eoplectodonta percedens*, *Bimuria* sp., *Christiania* cf. *hortedahli*, *Sulevorthis* sp. u.a.) (JAANUSSON 1982b: 28).

Auf den Kullbergkalk folgt geringmächtig der Slandrom-Kalk und dann der *Tretaspis*-Schiefer und/oder -Kalk des O-Ordovizium. Während der *Tretaspis*-Schiefer eine durchweg zusammengedrückte Fauna enthält (z.B. Brachiopoden, Graptolithen und häufig Kopf- oder Schwanzschilde, selten ganze Exemplare des trinucleiden Trilobiten *Tretaspis seticornis*), findet man im *Tretaspis*-Kalk in körperlicher Erhaltung vor allem Kopf- und Schwanzschilde von *Flexicalymene trinucleina* sowie Brachiopoden. *Tretaspis* selber ist selten (Taf. I).



ILLÆNUS  
*(trilobit)*



PTYCHOGLYPTUS  
*(brachiopod)*



HAPLOSPHÆRONIS  
*(cystoide)*



CONRADELLA  
GRACILLIMA



EOPLECTODONTA



EOBRONTEUS



HOLOTRACHELUS



AMPHILICHAS



CRYPTOTHYRELLA  
*(brachiopod)*



SPHÆREXOCHUS



LEPTÆNA



AMBONYCHINA  
CORRUGATA  
*(mussla)*

Abb. 9 Einige Fossilien aus Kullberg- und Bodokalk (aus THORSLUND o.J. 4).

Der Bodakalk ist ein 100 - 140 m mächtiger Riffkalk des oberen Ordovizium im Siljan-Gebiet. Er besitzt eine noch vielfältigere und reichhaltigere Fauna (Abb. 9) wie der Kullbergkalk (z.B. 46 Trilobitengattungen). Im bis zu 1000 m Durchmesser erreichenden Riffkörper findet man neben den bereits vom Kullbergkalk bekannten Faunenelementen auch verschiedene Trilobiten. Die häufigsten sind der große Scutellide *Eobronteus laticauda*, *Holotrachelus punctiliosus* und Illaeniden, wobei es sich meist um Kopf- und Schwanzschilde handelt, die in einigen Bereichen in einer Vielzahl von Individuen zusammengeschwemmt sind (Taf. II). Ganze Trilobiten sind allerdings sehr selten. Außerdem findet man an Trilobiten noch häufiger *Pseudosphaerexochus calva* sowie verschiedene *Cheirurus*-Arten und Lichiden (Taf. III). Die häufigste Muschel ist *Ambonychia corrugata*. An Brachiopoden findet man im Riffkörper vor allem *Cryptothyrella terebratulina*, *Aphanomena luna* und *Cliftonia psittacina*. Der Flankenbereich enthält außer der aus dem Kullbergkalk bereits bekannten Makrofauna noch in einigen Bereichen eine Reihe rugoser, heliolitider und tabulater Korallen (Taf. IV) (JAANUSSON 1982b: 28-29).

Ich bin vor allem bei dieser Exkursion mitgefahren, um einen Teil des Anstehenden unserer nordischen Geschiebe kennenzulernen, da ich bislang noch nicht in Schweden gewesen war. Allerdings mußte ich zu meinem Erschrecken feststellen, daß mich das Betrachten der anstehenden Gesteine des Kullberg- und Bodakalkes z.T. sehr verwirrt hat. Es gibt in den Flanken beider Riffe Handstücke, die sich so ähneln, daß man makroskopisch kaum feststellen kann, ob sie nun aus dem Kullberg- oder Bodakalk stammen. Deshalb sollte man für viele Geschiebefunde auch meiner Meinung nach den nach einer häufigen Brachiopode (Abb. 9) beider Komplexe benannten Begriff "*Leptaena*-Kalk" beibehalten. Hinzu kam erschwerend für mich, daß Partien dieser ordovizischen Riffflanken aussahen wie die Handstücke, die ich aus dem Silur von Gotland kenne. Findet man solche Stücke im Geschiebe, so ist es wohl nur mit der Mikrofauna möglich das genaue Alter festzustellen.

### 3. Aufschlüsse

Die Region nördlich von Rättvik zeigt einige gute Aufschlüsse, in denen man fast die gesamte geologische Geschichte des Siljan-Gebietes nachvollziehen kann (Abb. 2, 10-16). Die von uns intensiv besammelten, fossilreichen Aufschlüsse werden eingehender beschrieben, die restlichen nur kurz angesprochen. Die Besuche in den Steinbrüchen waren durch die freundliche Vermittlung des Fremdenverkehrsbüros in Rättvik (Rättviks Turistbyrå, Torget, S-79500 Rättvik) problemlos möglich.

**1. Naturmuseum Rättvik:** Das kleine Museum im Stadtkern von Rättvik hat Mittwoch und Freitag von 17 - 19 sowie am Sonntag von 15 - 18 Uhr geöffnet. Es befand sich bei unserem Besuch gerade im Umbau. Der Schwerpunkt liegt hier auf einer möglichst einfachen Darstellung der Geologie und Biologie des Siljan-Gebietes mittels vieler Grafiken und Rekonstruktionszeichnungen. Im Museum ist ein kleiner geologischer Führer in schwedisch, deutsch (THORSLUND o.J. a) und englisch sowie eine englischsprachige Ergänzung (THORSLUND o.J. b und DYRELIUS o.J.) erhältlich. Aus ersterem stammen auch die Beschreibungen der nicht besuchten Aufschlüsse 2, 7, 8, 10 und 11.

**2. Sjurberg:** Der Eisenbahneinschnitt im Norden von Sjurberg (Abb. 10) zeigt als interessantestes die ca. 500 Mio.J. alten Strandbildungen des ältesten Ordovizium.

**3. Kullberg:** Der aufgelassene Kalkbruch von Kullberg (Abb. 2, 10-11) stellt das Typprofil des Kullbergkalkes dar, wächst aber immer mehr zu. Fossilien sind entweder im Schutt des Bruches oder auf der Halde zu finden.

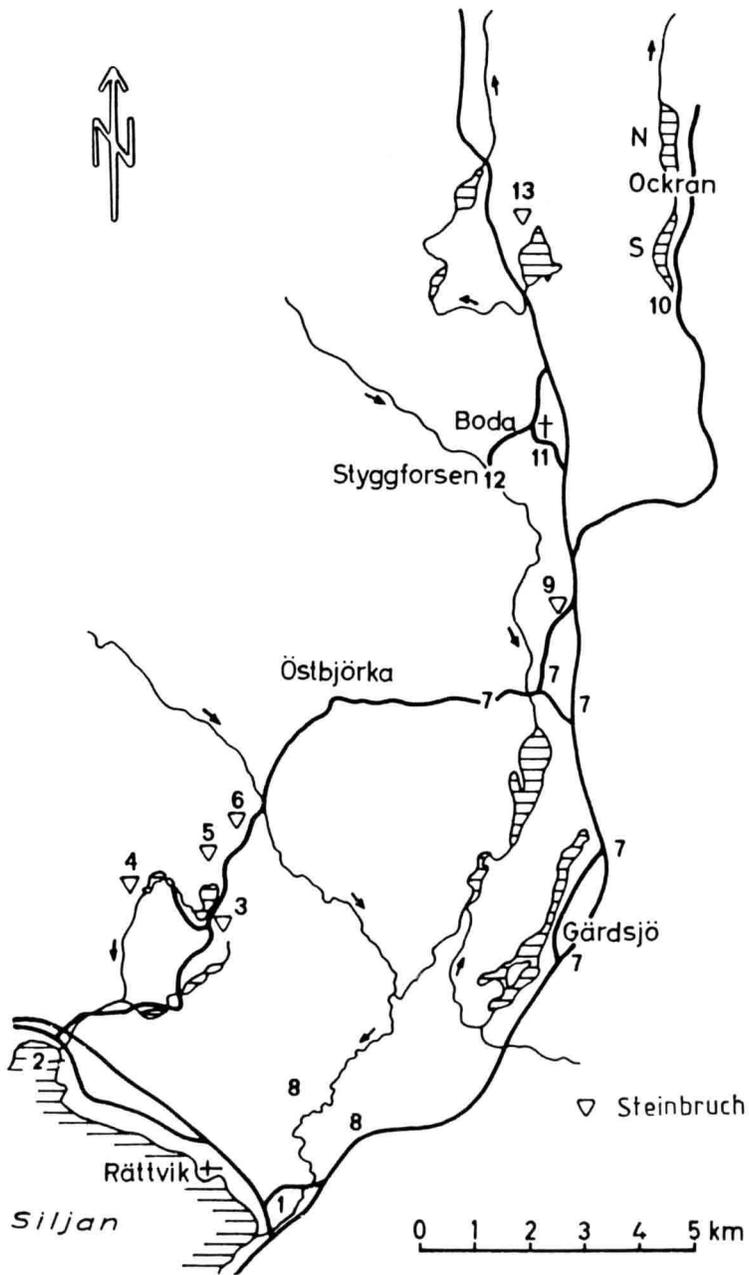


Abb. 10 Aufschlüsse nördlich von Rättvik (aus THORSLUND o.J. a).

**4. Amtjärn:** Der ebenfalls aufgelassene Kalkbruch in der Nähe des Sees Amtjärn (Abb. 10-12) zeigt in seiner Westwand den steilgestellten Kullsbjergkalk mit vielen, z.T. sehr großen Crinoidenstielgliedern und Kelchen von Cystoideen. Die Ostwand besteht überwiegend aus ebenfalls steilgestelltem *Tretaspis*-Schiefer, in den einige harte Bänke des *Tretaspis*-Kalkes eingeschaltet sind. Während der Slandrom-Kalk im Südende zwar stark bewachsen aber noch sichtbar ist, konnte ich den im Liegenden des Kullsbjergkalkes sich befindenden *Ludibundus*-Kalk (obere Dalby Formation) in der Südpartie der Westwand nicht finden.

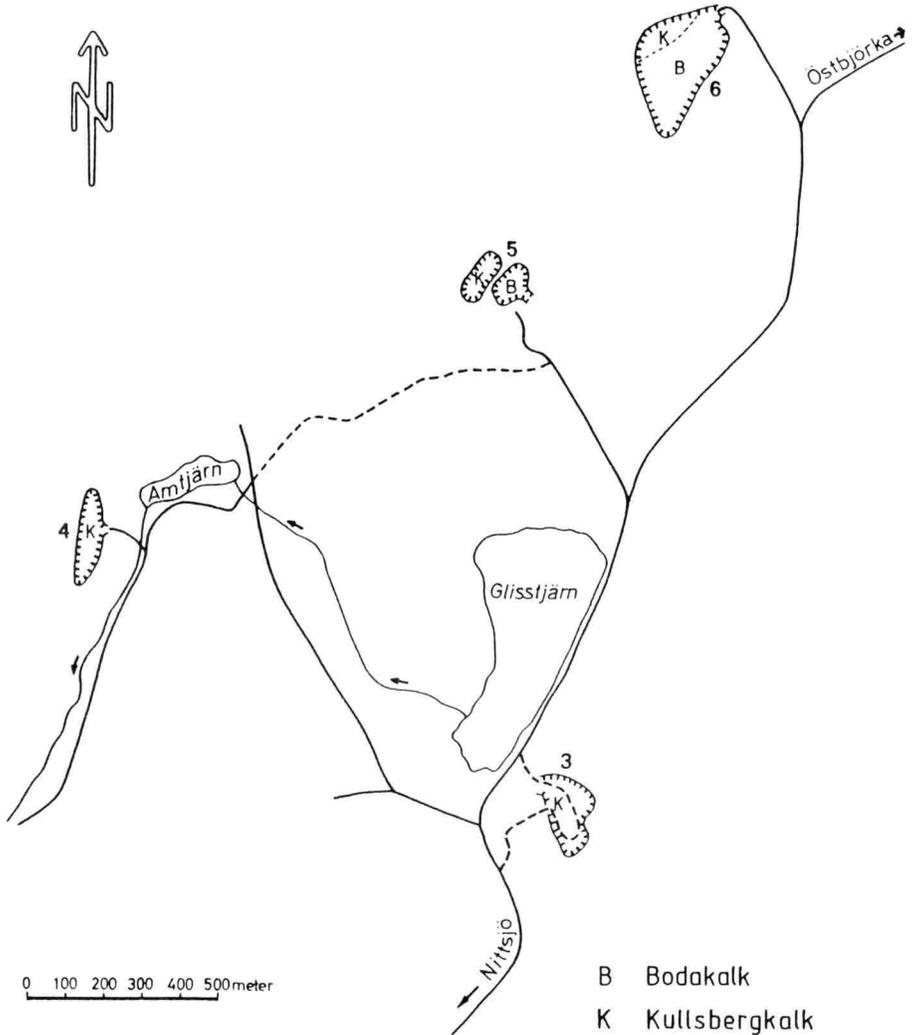


Abb. 11 Steinbrüche in der Nähe des Sees Glisstjärn (aus THORSLUND o.J. a).

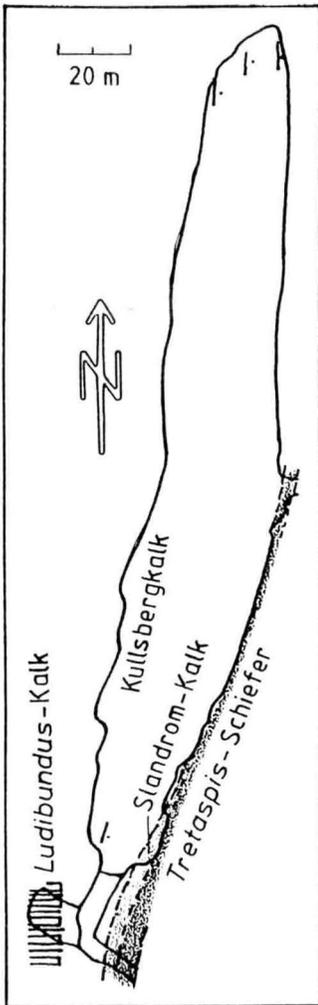


Abb. 12 Amtjörn  
(umgezeichnet  
nach THORSLUND  
& JAANUSSON 1960).

Trilobiten-Schillagen (Taf. II). Wer eine möglichst diverse Fauna auch kleinerer Trilobitenarten besitzen möchte, muß viele Blöcke der weißen, leicht zuckrig wirkenden Kalke zerschlagen. Wir fanden ca. 10 der von hier bekannten Arten (Taf. III). Allerdings wurden nur zwei vollständige eingeollte *Illaenus* gefunden (Taf. III, Fig. 4). Außerdem findet man vor allem Brachiopoden und seltener Cephalopoden oder Gastropoden (Taf. IV, Fig. 4). Der Kullsborgkalk bietet Aufschlußmöglichkeiten in der Flankenfazies mit sehr schönen Handstücken weißer Crinoidenstielglieder auf grauer Matrix (Taf. I, Fig. 1). Der Weg

Gute Fundmöglichkeiten befinden sich vor allem im Teil südlich des Einganges. Im Südtail der Westwand findet man vor allem Crinoidenstielglieder (Taf. I, Fig. 2) und Cystoideen. Für Funde im *Tretaspis*-Schiefer muß man viel Material spalten. So gelangen durch leichte Aufgrabungen im Schiefer direkt rechts am Eingang Funde von drei ganzen, allerdings flachgedrückten *Tretaspis seticornis* (Taf. I, Fig. 4). Ebenfalls hier und weiter nördlich konnten durch intensives Aufschlagen des *Tretaspis*-Kalkes viele Kopf- und Schwanzschilde von *Flexicalymene trinucleina* in körperlicher Erhaltung gefunden werden (Taf. I, Fig. 5). Sogar der Fund eines räumlich erhaltenen *Tretaspis*-Kopfschildes gelang (Taf. I, Fig. 6).

**5. Skälberget:** Der seit ca. 25 Jahren stillgelegte Kalkbruch Skälberget (Abb. 2, 10-11, 13) zeigte früher recht gut fast die gesamte, wenn auch steilgestellte Schichtenfolge vom Riffkalk des Kullsborgkalkes mit seinen Flanken, der darauf folgenden, allerdings stark ausgedünnten Normalfazies und den erneuten Übergang zum Riffkalk des Bodakalkes bis zu den Überlagernden silurischen Schiefen des Llandoveryum. Aufgrund starken Bewuchses und teilweiser Verschüttung ist heute nicht mehr viel zu sehen. Für industriell-historisch Interessierte stellt ein großer, alter Kalkbrennofen ein lohnenswertes Fotoobjekt dar.

**6. Unskarsheden:** Der in Betrieb befindliche große Kalkbruch Unskarsheden (Abb. 2, 10-11, 14) liegt auf einer Linie mit den Aufschlüssen Amtjörn und Skälberget und zeigt wie diese steilgestellte Schichten. Der größte Teil wird dabei vom Bodakalk eingenommen, während der Kullsborgkalk nur untergeordnet in der Nordwand zu finden ist. *Tretaspis*-Schiefer oder -Kalk konnte ich nicht beobachten. Die sich im äußersten Südosten befindenden Graptolithenschiefer des Llandoveryum (JAANUSSON 1962b: 32) wurden nicht aufgesucht, da ich die Information über ihre Anwesenheit erst nach der Reise bekam. Sie sind in der Skizze (Abb. 14) daher nicht berücksichtigt.

Um den immensen Fundreichtum des Bodakalkes hier zu erfassen, bedarf es einiger Zeit bis man sich in die guten Fundschichten eingesehen hat. Lohnend als Handstück sind die verschiedenen II). Wer eine möglichst diverse Fauna auch kleinerer Trilobitenarten besitzen möchte, muß viele Blöcke der weißen, leicht zuckrig wirkenden Kalke zerschlagen. Wir fanden ca. 10 der von hier bekannten Arten (Taf. III). Allerdings wurden nur zwei vollständige eingeollte *Illaenus* gefunden (Taf. III, Fig. 4). Außerdem findet man vor allem Brachiopoden und seltener Cephalopoden oder Gastropoden (Taf. IV, Fig. 4). Der Kullsborgkalk bietet Aufschlußmöglichkeiten in der Flankenfazies mit sehr schönen Handstücken weißer Crinoidenstielglieder auf grauer Matrix (Taf. I, Fig. 1). Der Weg

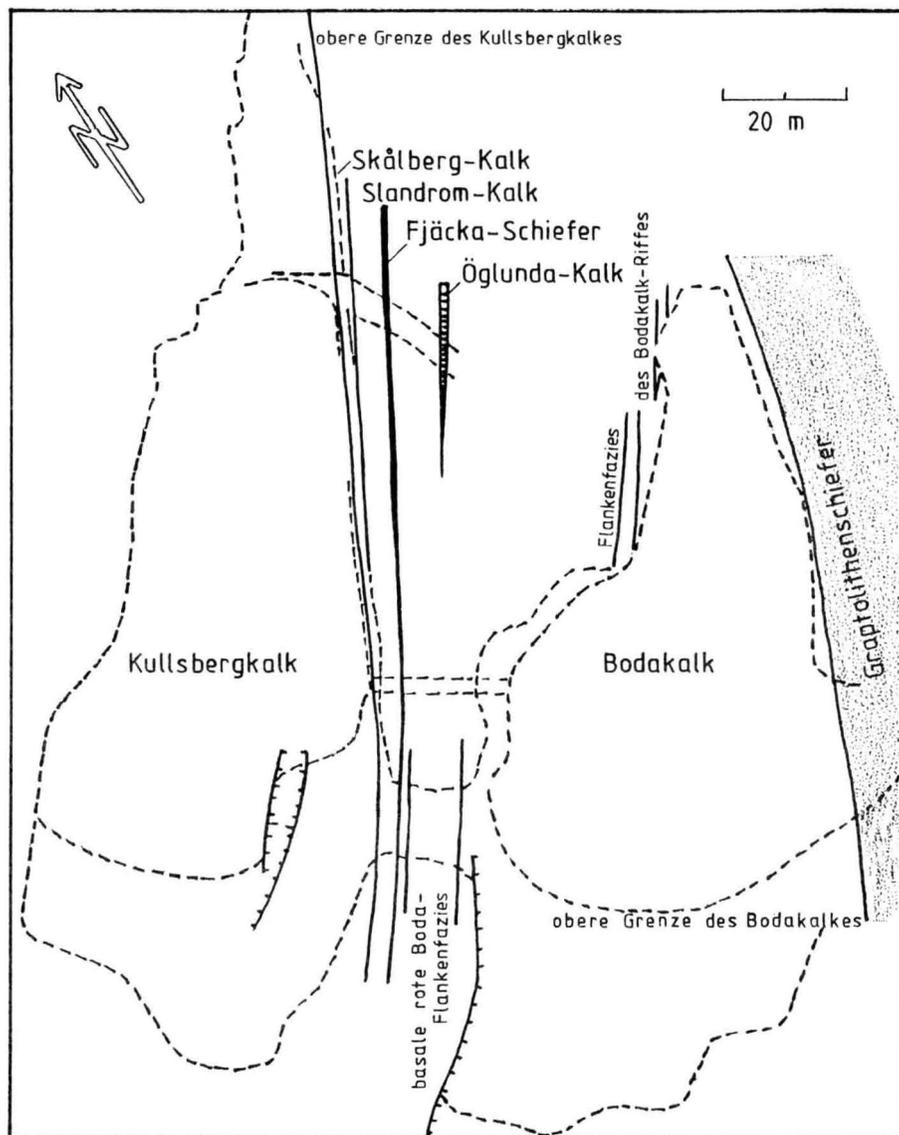


Abb. 13 Skälberget (umgezeichnet nach JAANUSSON 1962b).

zu diesem Material auf einer alten, höher gelegenen Berme (Abbauplatzform) ist durch die dort befindlichen Schuttkegel nicht ungefährlich. Es sollte sich besonders hier jeder so verhalten, daß spätere Besuche noch möglich sind und nicht von der Werksleitung ein Sammelverbot erlassen wird.

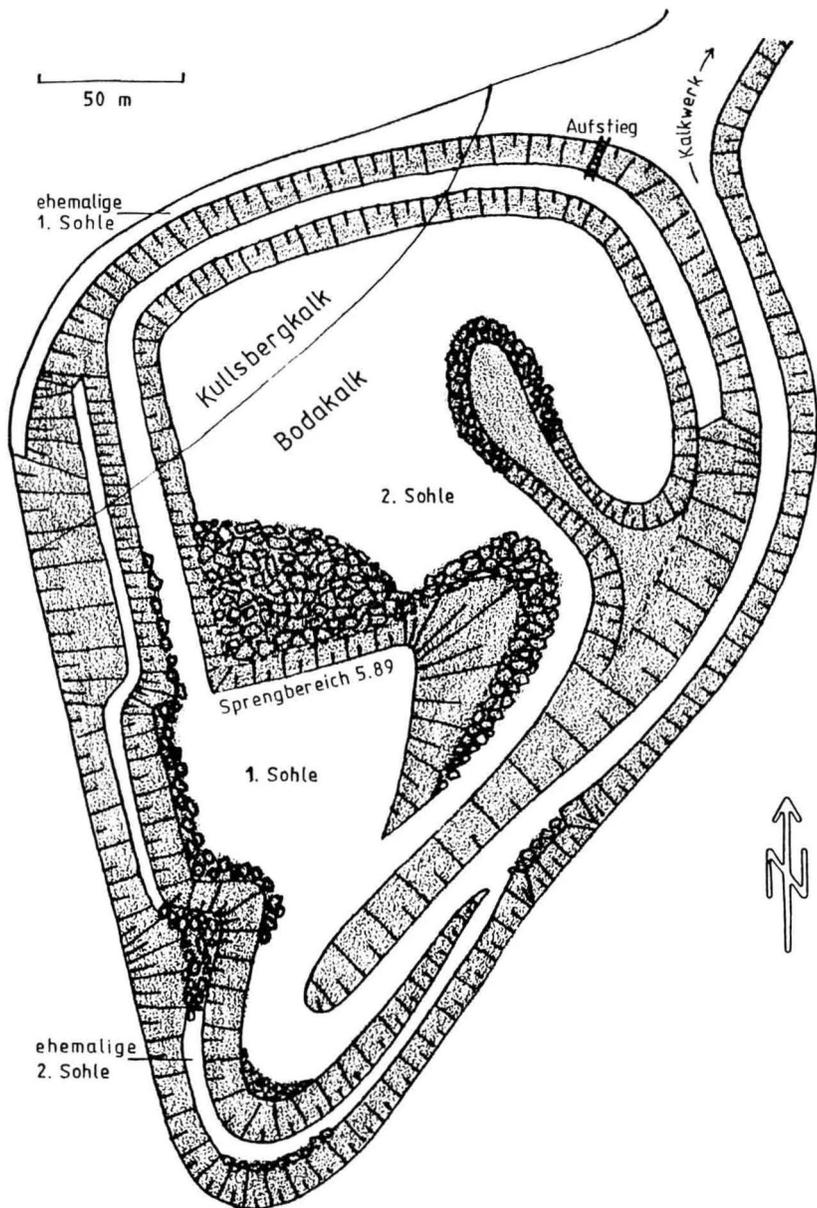


Abb. 14 Unkarsheden (verändert nach Geländeskizze von W. BILZ).

7. **Küstenlinie nach Abschmelzen der Gletscher:** Am Ende der Eiszeit schmolzen die ca. 3 km mächtigen Gletscher und verursachten einen Meeresspiegelanstieg, der durch fossile Strandterassen nachweisbar ist. Der bereits erwähnte Anstieg Skandinaviens hob diese weit über den heutigen Meeresspiegel. So liegt diese ehemalige Küstenlinie bei Rättvik 210 m U.NN. Morphologisch tritt sie besonders gut in Erscheinung beim Tal des Styggforsån längs des Weges von Östbjörka nach Västanå, am Nedre Gärdsjö und bei der großen Wegkreuzung nahe Ingels (Abb. 10).

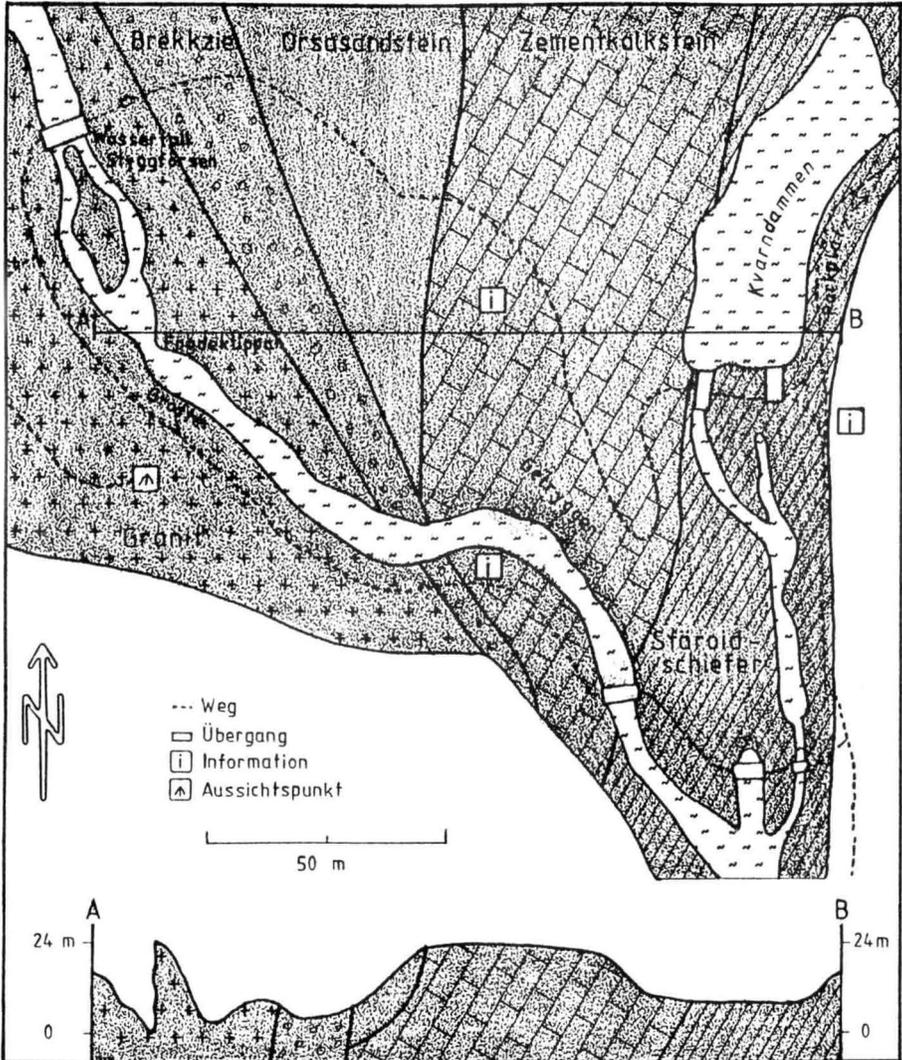


Abb. 13 Styggforsån (verändert nach Tafel im Naturreservat).

**8. Strand des Großen Siljansees:** Der Strand des Großen Siljansees (s.o.) ist heute noch durch flach lagernde Sande gekennzeichnet, an die ein Dünenfeld grenzt, welches im Gelände durch einen markanten Höhenunterschied auffällt. Gut zu sehen ist dieser als Bonäslinie bezeichnete Bereich auf der Rättviksheide zwischen der Abzweigung nach dem Kalkwerk Rättvik und der Trabrennbahn bei Hedslund (Abb. 10).

**9. Solberga:** Der ehemalige Steinbruch von Solberga (Abb. 10) zeigt vor allem Bodakalk mit stark bituminösen Hohlräumen. Auch die silurischen Graptolithenschiefer (Llandoveryum) sind teilweise aufgeschlossen.

**10. Ockrantal:** Das Ockrantal (Abb. 10) ist das voreiszeitliche Tal des Oreälvs. In der Nähe befindet sich das orchideenreiche Naturreservat Lönnmarken.

**11. Kirche in Boda:** Zum Bau der Kirche von Boda (Abb. 10) wurden verschiedene Bausteine des Siljan-Gebietes verwendet. So liegen vor dem Eingang Dalasandstein-Platten, die Treppe besteht aus Orthocerenkalk, der Kirchenboden aus rotem Kalkstein und das im 17. Jahrhundert vom deutschen Bildhauer Hack geschaffene Taufbecken aus dem grauen Kalkstein von Gulleråsen.

**12. Styggforsen:** Im Naturreservat Styggforsen (Abb. 10, 15) sind präkambrischer Granit, die Impaktbrekzie und steilgestellte Schiefer, Kalke und Sandsteine des Silur aufgeschlossen. Der Bach Styggforsån hat durch seine Erosionskraft einen 36 m hohen Wasserfall geschaffen. Auch floristisch und faunistisch zeigt dieses Gebiet einige Besonderheiten.

**13. Osmundsberget:** Im großen Steinbruch Osmundsberget (Abb. 2, 10, 16) sind Kullsbergkalk, geringmächtiger *Tretaspis*-Schiefer, Bodakalk und silurische Graptolithenschiefer (Llandoveryum) aufgeschlossen. Da der Steinbruch weitgehend ausgeschöpft ist, hat die Firma ca. 3 km nordöstlich von Ingels einen neuen angelegt, der vor allem den Bodakalk erschließt.

Die besten Fundmöglichkeiten befinden sich in der Flankenfazies sowohl des Kullsberg- als auch des Bodakalkes. Der Grenzbereich zwischen den verschiedenen alten Riffkomplexen ist nicht einfach zu finden, da der *Tretaspis*-Schiefer nur sehr geringmächtig ausgebildet ist. Den Riffbereich des Bodakalkes erkennt man am besten an der Häufigkeit von Korallenfunden. Insgesamt kann man in relativ kurzer Zeit eine große Spannweite der reichhaltigen Faunen (s.o.) als herausgewitterte Exemplare (Taf. I, Fig. 3; Taf. IV, Fig. 1-2) oder als sehr schöne Fazieshandstücke (Taf. IV, Fig. 3) finden.

#### 4. Danksagung

Ich danke Herrn Wolfgang Bilz (Kiel), daß er mir seine Aufschlußskizze von Osmundsberget zur Umzeichnung zur Verfügung stellte, und ihm sowie den anderen Sammlern, daß ich ihre besten Funde fotografieren durfte. Die Anfertigung der Zeichnungen verdanke ich meiner Frau Bettina und bei den Fotoabzügen für die Tafeln halfen mir die Dipl.-Geol. Klaus Eiserhardt und Uwe Marheinecke (beide Geol.-Paläont. Inst. u. Mus., Univ. Hamburg).

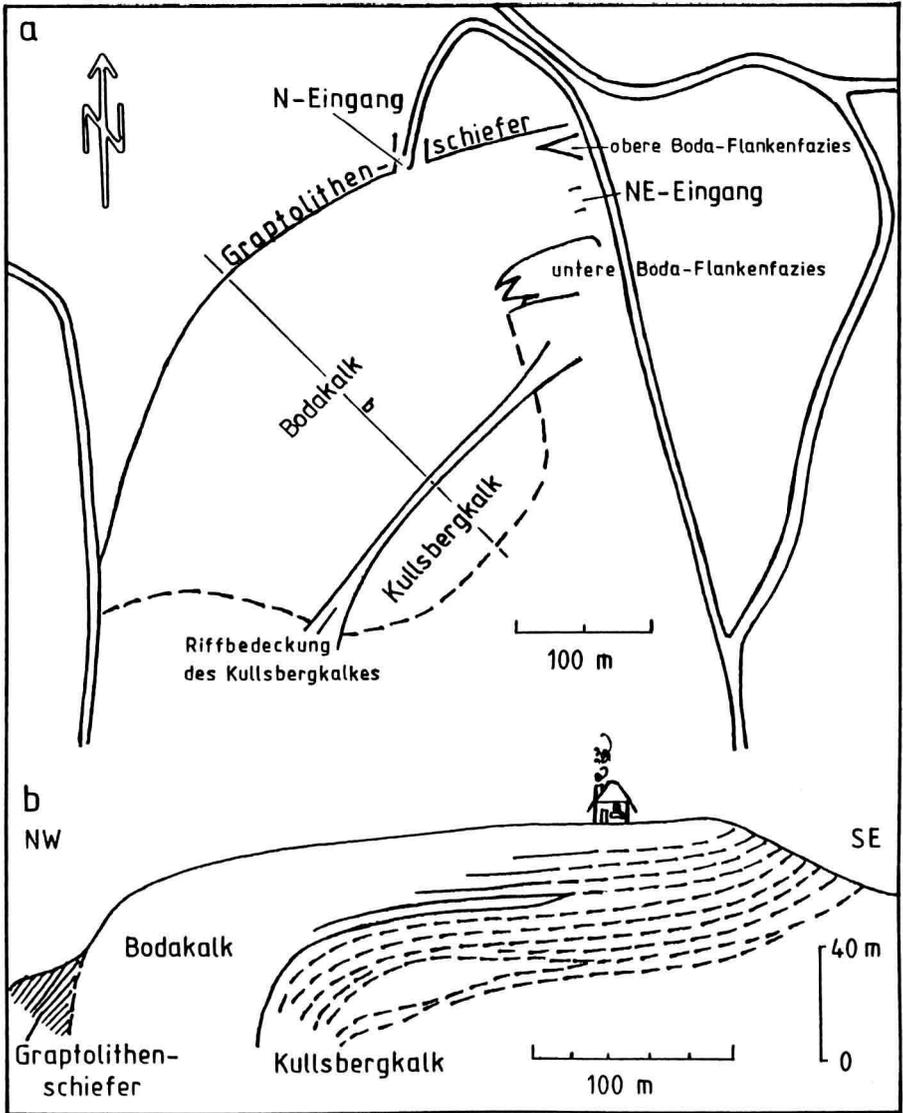


Abb. 16 Osmundeberget (umgezeichnet nach THORSLUND & JAANUSSON 1960 und JAANUSSON 1962b).

## 5. Literaturverzeichnis

Im folgenden sind nur die zur Abfassung dieses Artikels benötigten Arbeiten erwähnt. Ein umfassendes Literaturverzeichnis befindet sich in BRUTON & WILLIAMS (1982).

BRUTON, D. L. & WILLIAMS, S. H. [Hrsg.] (1982): Field Excursion Guide of the IV. International Symposium on the Ordovician System. - Paleont. Contr. Univ. Oslo, 279: III + 217 S., 79 Abb.; Oslo.

DYRELIUS, D. (o.J.): The gravity anomaly of the Siljan Ring Structure. - S. 9-14, 3 Abb.; Rättvik (Rättviks Turistbyrå). - [zusammen mit THORSLUND o.J. b]

EICHBAUM, K. W. (1976): Drei Trilobiten-Kleinformen aus den Riffkalken des Siljan-See Gebietes Dalarna. - Geschiebesammler, 10 (2): 9-21, 10 Abb.; Hamburg.

ISBERG, O. (1934): Studien über Lamellibranchiaten des Leptaenakalkes in Dalarna. - 495 S., 9 Abb., 1 Tab., 32 Taf.; Lund.

JAANUSSON, V. (1982a): Introduction to the Ordovician of Sweden. - In: BRUTON, D. L. & WILLIAMS, S. H. [Hrsg.] (1982): Field Excursion Guide of the IV. International Symposium on the Ordovician System. - Paleont. Contr. Univ. Oslo, 279: 1-9, 4 Abb.; Oslo.

JAANUSSON, V. (1982b): The Siljan District. - In: BRUTON, D. L. & WILLIAMS, S. H. [Hrsg.] (1982): Field Excursion Guide of the IV. International Symposium on the Ordovician System. - Paleont. Contr. Univ. Oslo, 279: 15-42, 7 Abb.; Oslo.

PERHANS, K.-E. (1988): Berg och Jord i Siljansringen, 1: Berg och Bergsbruk. - 96 S., 38 Abb.; Sollentuna (Selbstverlag). - [ISBN 91-971060-2-X; zu beziehen über Rättviks Turistbyrå]

THORSLUND, P. (o.J. a): Führer einer geologischen Rundtour im Siljangebiet. - 12 S., 11 Abb.; Rättvik (Rättviks Turistbyrå).

THORSLUND, P. (o.J. b): On the geological history of the Siljan District (comments to "A geological guide to the Siljan Ring Structure"). - S. 1-7, 2 Abb.; Rättvik (Rättviks Turistbyrå). - [zusammen mit DYRELIUS]

THORSLUND, P. & JAANUSSON, V. (1960): The Cambrian, Ordovician, and Silurian in Västergötland, Närke, Dalarna, and Jämtland, Central Sweden. - XXI. Int. Geol. Congr. Norden, Guide to excursions Nos A 23 and C 18: 51 S., 23 Abb., 3 Tab., 1 Kt.; Stockholm (Geol. Surv. Sweden). - [Swedish geol. guide-book]

WARBURG, E. (1925): The trilobites of the Leptaena Limestone in Dalarna. - Bull. geol. Inst. Univ. Uppsala, 27: VIII + 446 S., 23 Abb., 3 Tab., 11 Taf.; Uppsala.

*Dipl.-Geol. Hans-Werner Lienau, Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Universität Hamburg, Bundesstraße 55, D-2000 Hamburg, Germany (FRG).*

## 6. Tafelerklärungen

Alle Funde sind in Originalgröße abgebildet.

### Tafel I

- Fig. 1 Crinoidenstielglieder; Kullbergkalk, Unskarsheden; Slg. Lienau.  
Fig. 2 Crinoidenstielglied; Kullbergkalk, Amtjörn; Slg. Lienau.  
Fig. 3 Blastoidee *Tormoblastus* sp.; Kullbergkalk?, Osmundsberget; Slg. Mattiessen (Kiel).  
Fig. 4 *Tretaspis seticornis*; *Tretaspis*-Schiefer, Amtjörn; Slg. Fanz (Kiel).  
Fig. 5 *Flexicalymene trinucleina*, Kopf- und Schwanzschild; *Tretaspis*-Kalk, Amtjörn; Slg. Lienau.  
Fig. 6 *Tretaspis seticornis*, Kopfschild; *Tretaspis*-Kalk, Amtjörn; Slg. Lienau.

### Tafel II

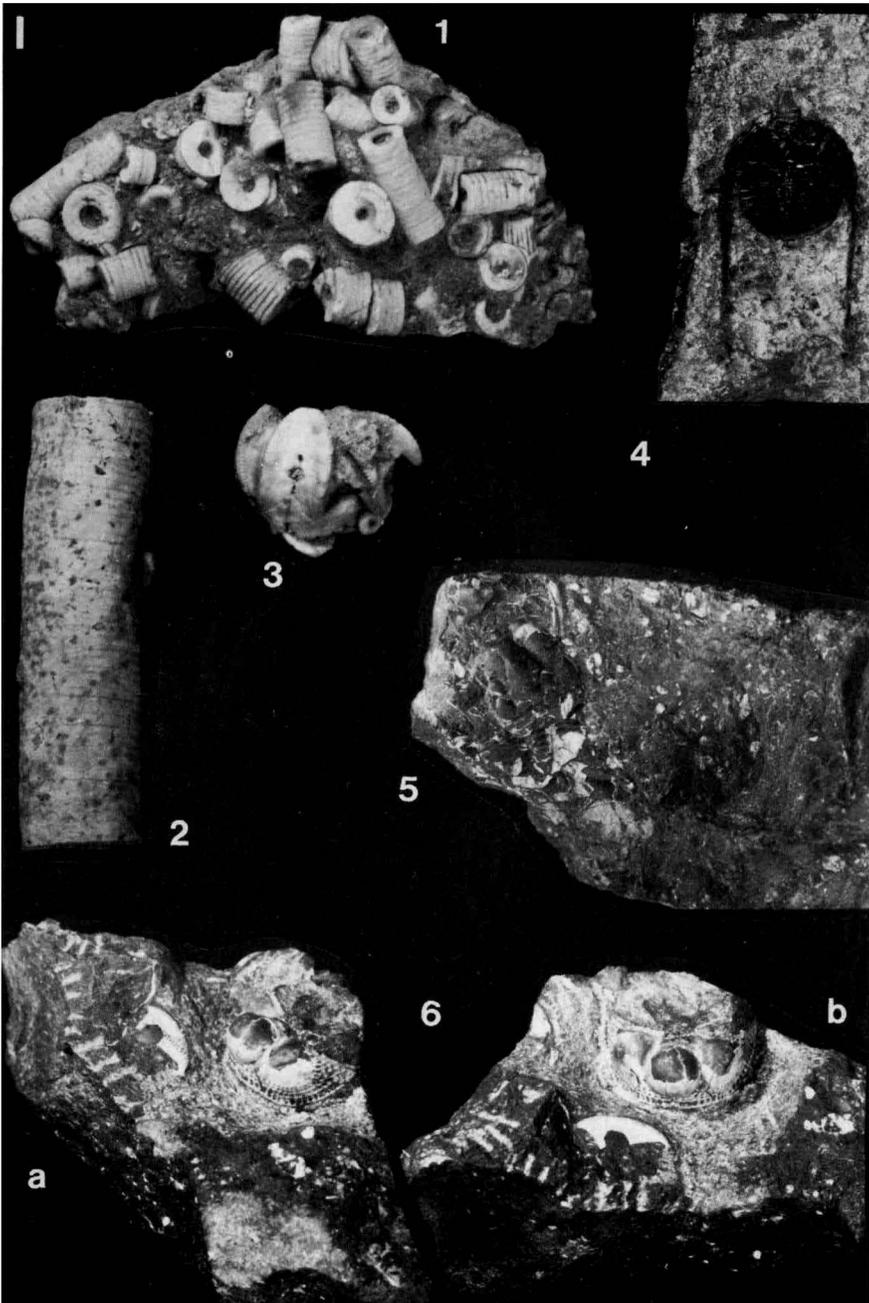
Riffkalk-Handstück mit Kopf- und Schwanzschilden von *Illaenus* sp.; Bodakalk, Osmundsberget; Stratigraphische Lehrsammlung des Geol.-Paläont. Instituts und Museums, Universität Hamburg.

### Tafel III

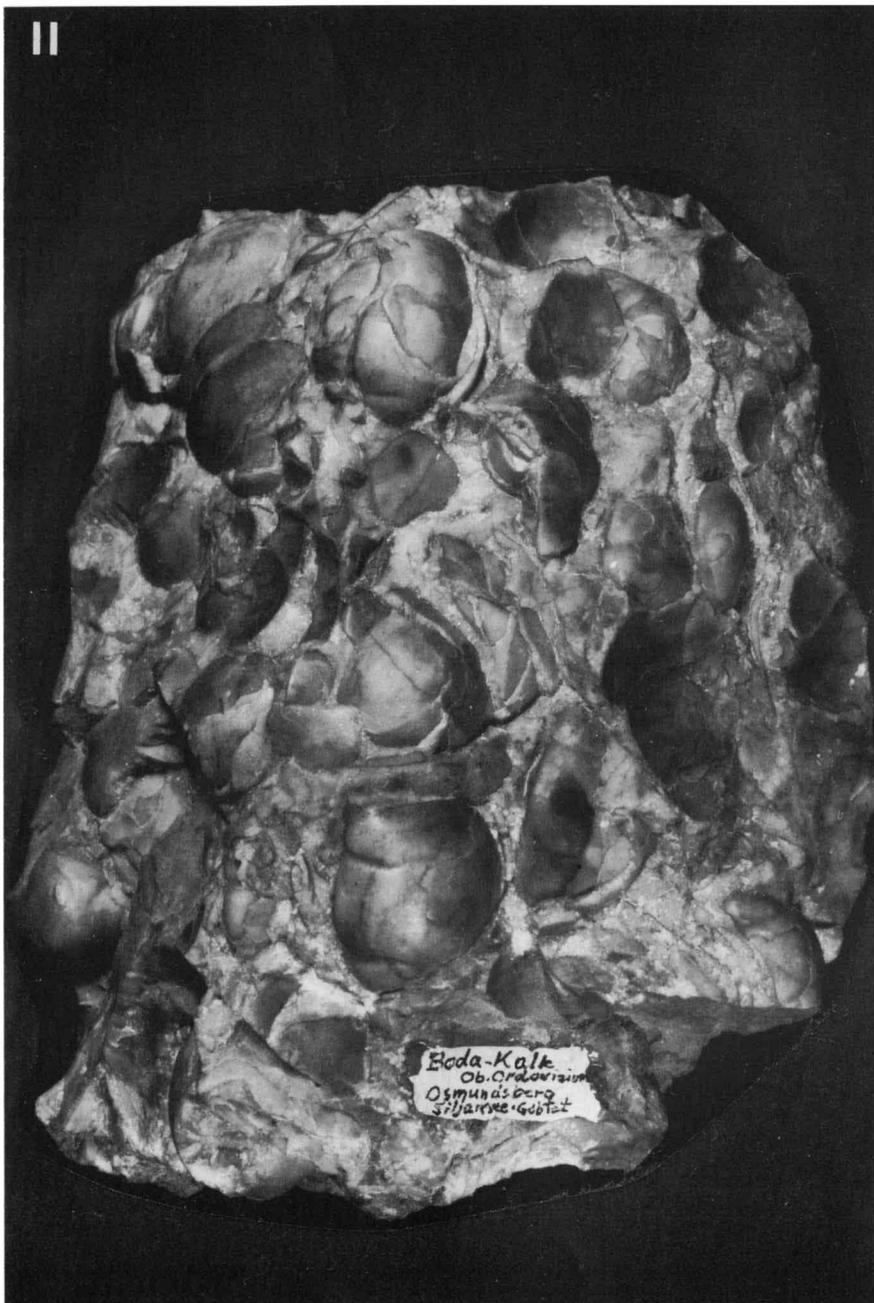
- Fig. 1 *Cheirusus* sp., Schwanzschild; Bodakalk, Unskarsheden; Slg. Bilz (Kiel).  
Fig. 2 *Sphaerexochus* sp., Kopfschild; Bodakalk, Unskarsheden; Slg. Bilz (Kiel).  
Fig. 3 *Cheirusus* sp., Kopfschild; Bodakalk, Unskarsheden; Slg. Fanz (Kiel).  
Fig. 4 vollständiger, eingerollter *Illaenus* sp., Schwanzschild und Pleuren; Bodakalk, Unskarsheden; Slg. Lienau.  
Fig. 5 *Amphilichas* sp., Kopfschild; Bodakalk, Unskarsheden; Slg. Bilz (Kiel).  
Fig. 6 Kopfschild von *Harpes* sp. und Brachiopode *Leptaena* sp.; Bodakalk, Unskarsheden; Slg. Lienau.

### Tafel IV

- Fig. 1 tabulate Koralle *Heliolites* sp.; Flankenfazies des Bodakalk-Riffes, Osmundsberget; Slg. Lienau.  
Fig. 2 Kettenkoralle *Halysites* sp.; Flankenfazies des Bodakalk-Riffes, Osmundsberget; Slg. Lienau.  
Fig. 3 Fazies-Handstück (Ausschnitt) aus der Riffflanke; Bodakalk, Osmundsberget; Slg. Lienau.  
Fig. 4 Schnecken-Steinkern; Bodakalk, Unskarsheden; Slg. Lienau.



II



Eoda-Kalk  
Ob. Ordovizium  
Osmundsb. Berg  
Siharssee-Gebiet

III

2

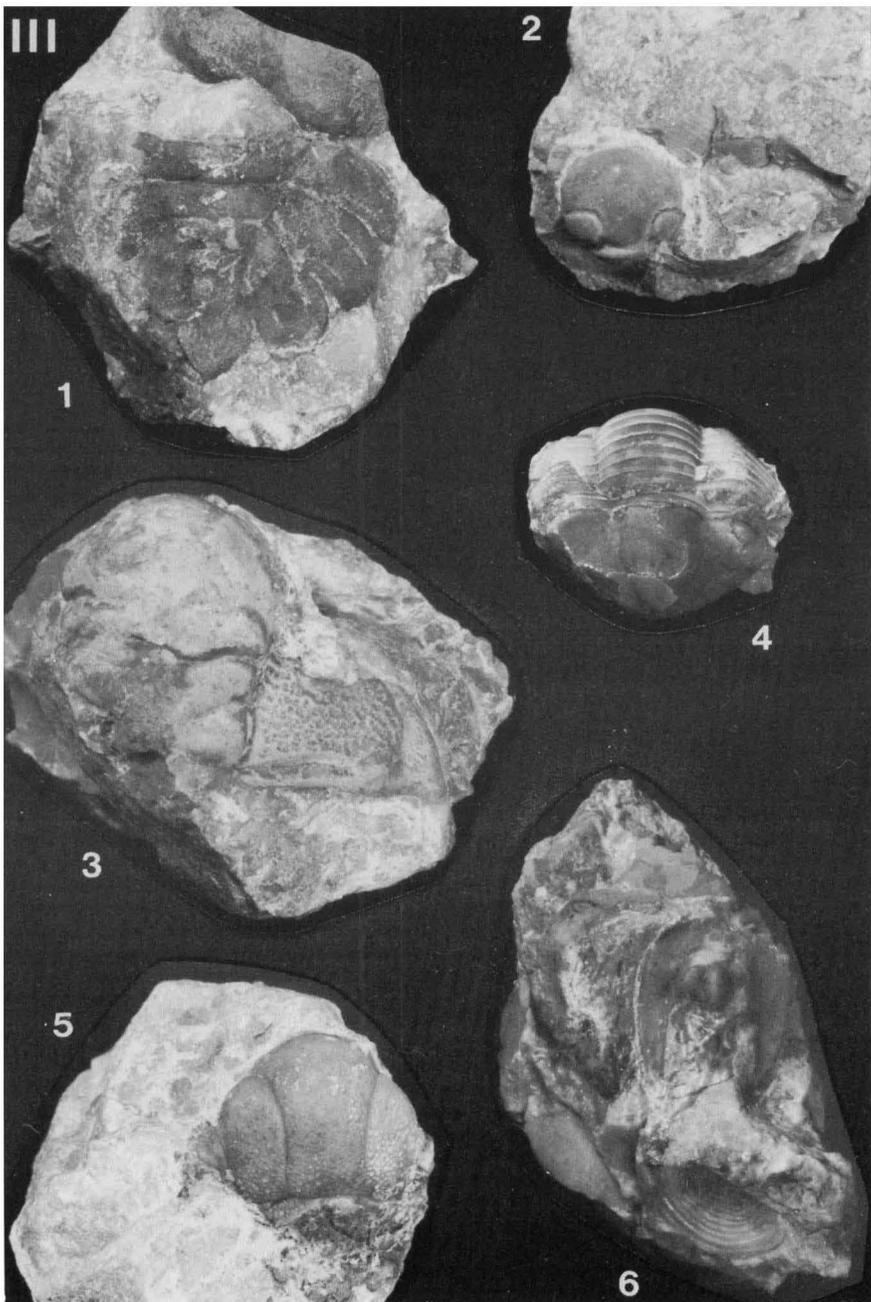
1

4

3

5

6



IV

1

2

4

3

