

Bornholm Sedimente und Fossilien 1. Teil: Das Paläozoikum

Lutz
Koch

Bornholm, die beliebte dänische Insel in der Ostsee mit ihren vielfältigen Landschaftsformen, bietet dem geologisch Interessierten ein weites Betätigungsfeld, da er hier auf einer Gesamtfläche von nur 588 qkm das kristalline Grundgebirge, paläozoische und mesozoische Ablagerungen sowie eiszeitliche Erscheinungen studieren kann. Die Geologie Bornholms blickt auf eine lange und intensive Forschungsgeschichte zurück. Im Bereich der Paläontologie sind ihre besonderen Leistungen die Beschreibung der kambro-silurischen Trilobiten- und Graptolithenfauna sowie die Bearbeitung mesozoischer Pflanzenfossilien. – Der zweiteilige Bericht beginnt mit den paläozoischen Bildungen und ihren Fossilien; der zweite Teil wird das Mesozoikum beschreiben.

Das Grundgebirge

Bornholms Untergrund hat wenig Ähnlichkeit mit dem des übrigen Dänemark. Sein schätzungsweise 1,5 Milliarden Jahre alter Granitkern, der geologisch zum kristallinen Grundgebirge Skandinaviens gehört, tritt auf der Insel schildartig zutage. W einer in NW-SE-Richtung durch Südschweden verlaufenden Bruchzone ist er in Tiefen bis zu 6000 m abgesunken.

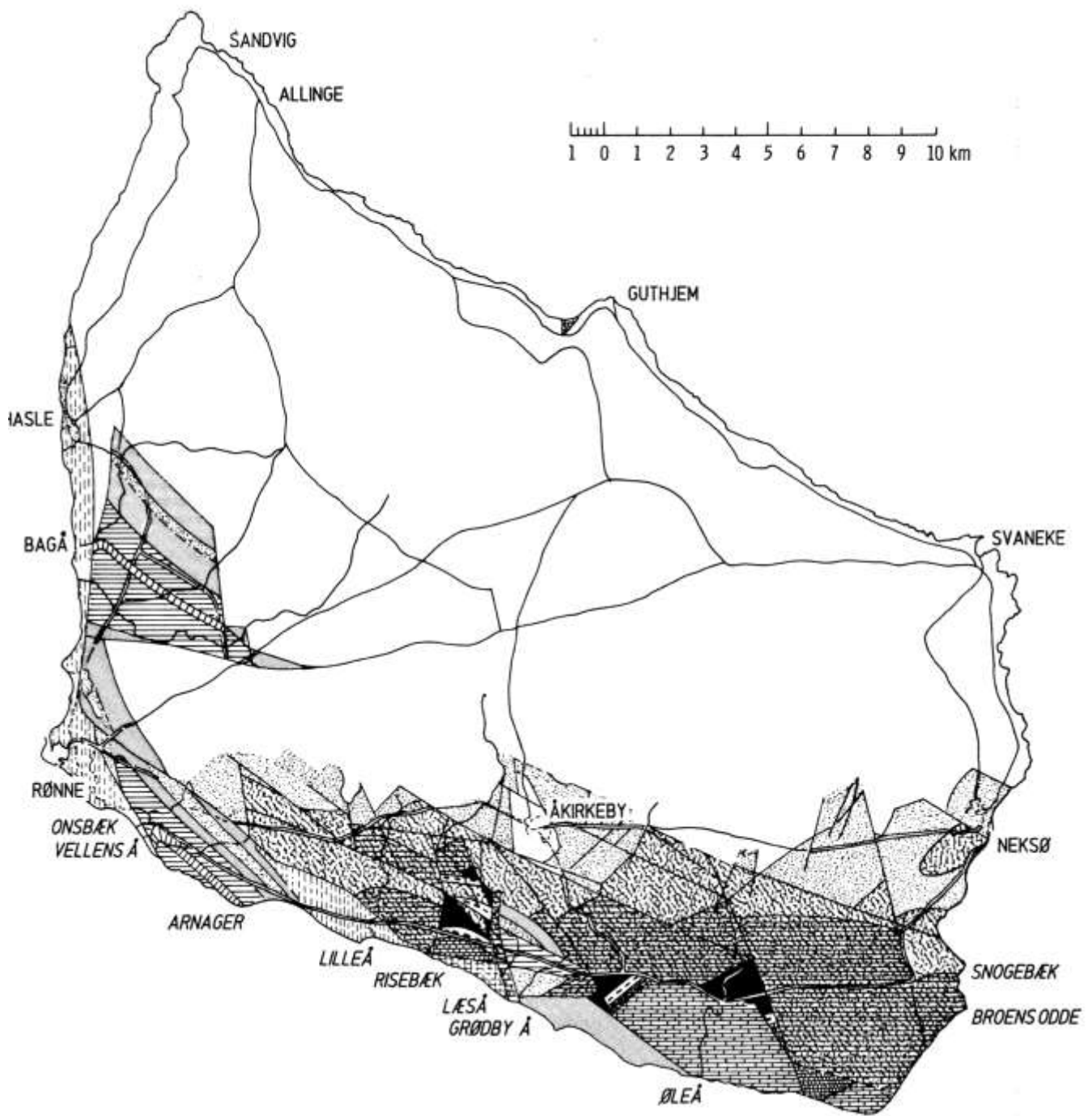
Die geologische Karte Bornholms zeigt, daß 2/3 der Inselfläche aus Granit und Gneis bestehen. N einer Linie, die von der mittleren Westküste bei Tegelkås über Nyker, Knudsker und von dort in einem Bogen bis zur Ostküste nördlich von Neksø führt, wird das Grundgebirge lediglich von einer dünnen Moränenschicht bedeckt und tritt an unzähligen Stellen, vor allem an den Küsten bizarr her-

vor. Südlich dieser Linie, im flacheren Teil der Insel, trägt der abgesunkene Grund paläozoische (Kambrium, Ordovizium, Silur) und mesozoische Sedimente (Trias, Jura, Kreide).

Standort Rønne

Für den Sammler empfiehlt sich als Standort Rønne, die größte Stadt der Insel. Hier legen die großen Fähren an, der Flughafen ist nur wenige Kilometer entfernt. Alle nachfolgend erwähnten Aufschlüsse sind von dort gut erreichbar; zu keinem beträgt die Entfernung mehr als 35 km, meist nur 10–20 km.

Natürlich bietet die Südküste noch zahlreiche andere mögliche Standquartiere. Keinesfalls aber sollte man versäumen, Bornholms Museum in Rønne aufzusuchen, das in seiner ausgezeichneten geologischen Abteilung




Präkambrium

-  Neksø-Sandstein
-  Granit, Gneis (undiff.)

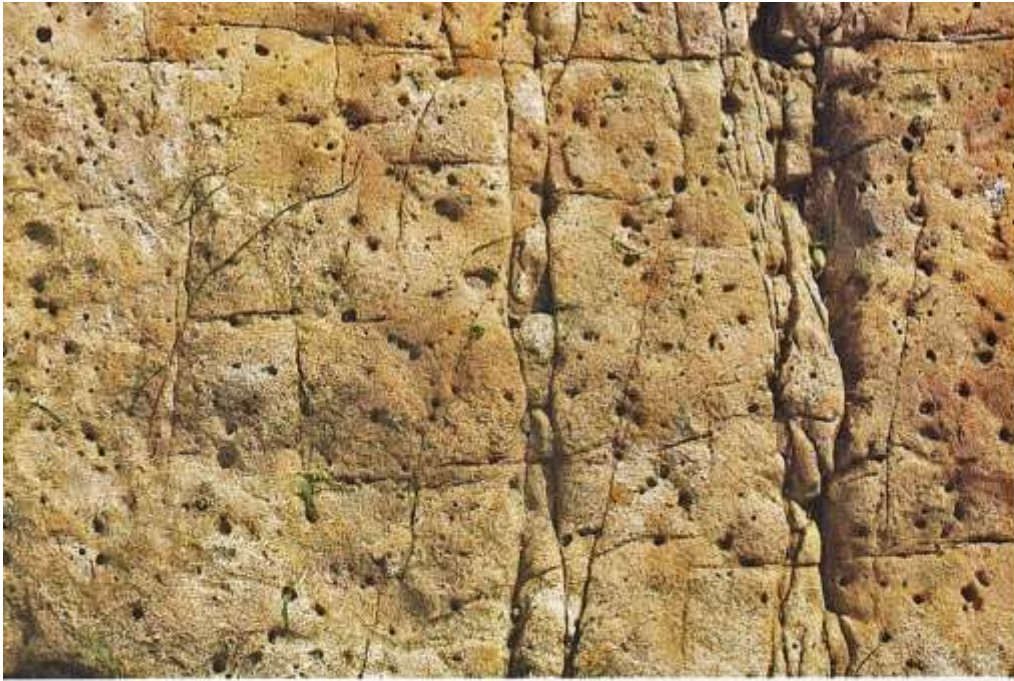
Paläozoikum

-  Silur Graptolith-Schiefer
-  Ordovizium Graptolith-Schiefer
-  Ordovizium Orthoceratit-Kalk
-  Kambrium Alaunschiefer
-  Unterkambrium Grüner Schiefer
-  Unterkambrium Balka-Quarzit

Mesozoikum

-  Santon Bavnodde-Grünsand
-  Coniac Arnager-Kalk
-  Cenoman Arnager-Grünsand
-  Jydegård-Ton
-  Robbedale-Sand
-  Rabekke-Ton
-  Jura Kohle, Ton, Sand
-  Keuper Ton, Sandstein

Bornholm: Geologische Karte (nach Gry 1960, C. Poulsen 1967)



Mündungen von Diplocraterion-Grabgängen, Bildbreite ca. 30 cm, Balqa-Quarzit (Unterkambrium).

Bornholms Geologie anschaulich präsentiert.

Neksø-Sandstein

Der Gang durch die Geschichte der Ablagerungen auf Bornholm beginnt jedoch an der Ostküste der Insel in der Umgebung von Neksø. Dort ist als älteste Ablagerung der grobe,

hellgelbe bis dunkelrote Neksø-Sandstein aufgeschlossen, eine Bildung des späten Kambrium. Das Verwitterungsprodukt eines Granits liegt auf dem kristallinen Präkambrium und enthält Dendriten und auf den Schichtflächen stellenweise Quarzkristalle. Zahlreiche Sedimentstrukturen wie Rippelmarken, Kreuzschich-

Unten: Flache Strandklippen in Grünem Schiefer (Unterkambrium) bei Broens Odde.





Trilobit Ctenocephalus exsulans (Linnarsson), Kopfschild und Teile des Thorax, Breite 3 cm, exsulans-Kalk (Mittelkambrium). Slg. Fuhlrott-Museum Wuppertal

tion und Trockenrisse sind Anzeichen dafür, daß die Schichten im Bereich eines Flusses und teilweise in seinem Mündungsgebiet abgelagert wurden. Das Mineral Glaukonit im Hangenden des 100 m mächtigen Neksø-Sandsteins deutet auf zunehmenden marinen Einfluß. Kohlige, z.T. wulstartig ausgebildete Einlagerungen erklärt STEHMANN als Überreste von Tang und anderen Wasserpflanzen; bei den senkrecht verlaufenden Röhren könnte es sich um Bauten wurmartiger Organismen handeln (STEHMANN 1934).

Seine einst große wirtschaftliche Bedeutung hat der Neksø-Sandstein längst verloren. Frederiks Stenbrud, Bornholms ältester Steinbruch von 1754, 2 km N von Neksø, ist wassergefüllt, zwei andere bei Gadeby und Bodilsker können noch begangen werden. Über die Geschichte des Sandsteinabbaus und Besonderheiten des Gesteins wie Sedimentstrukturen und Mineralbildungen informiert ein kleines Museum am Hafen von Neksø.

Balka-Quarzit und Grüner Schiefer

Das Untere Kambrium auf Bornholm wird repräsentiert durch die drei Schichtglieder Balka-Sandstein (60 m), ein weißgrauer Quarzsandstein, Grüner Schiefer (100 m), ein glaukonithaltiger Siltstein, und Rispebjerg-Sandstein (3 m).

Besonders gut studieren kann man den Balka-Quarzit S von Neksø bei der Ortschaft Snogebæk. Hier finden sich N und S der Hafenbrücke flache Strandklippen aus Balka-Quarzit mit den eindeutig ersten Lebensspuren: Gerade Grabgänge von *Skolithos* und U-förmige Gänge von *Diplocraterion* mit trichterförmigen Mündungen, daneben noch Spuren von *Tigillites*. Der Balka-Quarzit wird mit dem Hardeberga-Sandstein Schonens parallelisiert.

Wandert man von Snogebæk am Strand etwa 1,5 km nach S, stößt man bei Broens Odde wieder auf flache Strandklippen, diesmal jedoch aus Grünem Schiefer, mit zahlreichen, bis zu 5 cm großen Phosphoritknollen und z.T. mit Spurenfossilien der Art *Halopoa cf. imbricata* TORELL. Sie finden sich häufig auch in Lesesteinen am Strand. Die Phosphoritkonkretionen enthalten ebenfalls Fossilien, nämlich Steinkerne von Hyolithen der Arten *Hyolithes nathorsti* HOLM und *Hyolithellus micans* BILLINGS. Die meist schlechte Erhaltung erlaubt jedoch nur selten die genaue Bestimmung. Insgesamt wurden im Grünen Schiefer Bornholms über 30 verschiedene Fossilarten nachgewiesen (C. POULSEN 1967).

Das dritte Schichtglied des Unterkambrium, der Rispebjerg-Sandstein, ist an der Küste nicht aufgeschlossen; zugängliche Vorkommen befinden sich aber an den Fließchen Læså und Øleå.

Trilobiten und Graptolithen

Nach der Ablagerung des Rispebjerg-Sandsteins, einer Flachwasserbildung, zog sich, wie eine Schichtlücke verrät, das Meer längere Zeit von Bornholm zurück. Das obere Unterkambrium und das untere Mittelkambrium sind auf der Insel nicht vertreten. Aber auch die im Mittelkambrium neu einsetzenden und bis ins Si-

lur anhaltenden Ablagerungen weisen Lücken auf, da die baltisch-skandinavische Region dieser Zeit durch den Wechsel von Meerestransgressionen und -regressionen gekennzeichnet war.

Dennoch haben, abgesehen von geringmächtigen Kalksteinvorkommen im Mittelkambrium (*exsulans*-Kalk und Andrarum-Kalk) und Ordovizium (Orthoceratit-Kalk), die Gesteine einen recht einheitlichen Charakter. Es sind fast ausschließlich schwarze Ton- und Alaunschiefer, die sich in einem sauerstoffarmen Meer, das aber reich an organischen Stoffen gewesen sein muß, aus Faulschlamm gebildet haben. Die dunkle Farbe rührt von organischen Stoffen, die durch Zersetzung von Algen entstanden, und von fein verteiltem Schwefelkies her. So setzt sich z.B. der mittelkambrische Alaunschiefer aus 10% organischer Substanz, 10% Schwefelkies und 80% Tonpartikeln zusammen.

Trotz der lithologisch weitgehend einheitlichen Gesteinsausbildung ist die stratigraphische Gliederung mit Hilfe der entsprechenden Leitfossilien ohne Schwierigkeiten möglich. Zwei Tiergruppen hatten in den genannten Zeitabschnitten ihre Blütezeit und brachten durch kurzlebige, aber weit verbreitete Arten zahlreiche Leitformen hervor: die Trilobiten im Kambrium und Ordovizium und die Graptolithen im Ordovizium und Silur. Leitgattungen oder -arten gaben einer Reihe von Stufen bzw. Schichten den Namen: Trilobiten standen Pate bei *Paradoxides*- und *Olenus*-Serie, *exsulans*-Kalk und *Tretaspis*-Schiefer; von kennzeichnenden Graptolithengattungen sind abgeleitet die Schichtbezeichnungen *Dictyonema*-, *Dicellograptus*-, *Rastrites*- und *Cyrtograptus*-Schiefer.

Charakteristisch für das Mittelkambrium sind die Stufenleitform *Paradoxides*, eine großwüchsige Trilobitengattung, die in mehreren Arten vorkommt, und die Agnostiden, kleine Trilobiten mit nahezu gleichartig gestaltetem Kopf- und Schwanzschild und einem Thorax, der aus nur zwei Segmenten besteht.

Ganze Trilobiten findet man selten,

häufiger dagegen ihre Häutungsreste (Kopf- bzw. Schwanzplatten), zum Teil in Lagen zusammengeschwemmt. Diese Trilobiten müssen angesichts des lebensfeindlichen Milieus am Meeresgrund zahlreich in den höheren Wasserschichten gelebt haben.

Der Beginn des Ordovizium ist durch das Auftreten von Graptolithen gekennzeichnet. *Dictyonema*, eine vielverzweigte, glockenförmige Graptolithenkolonie, ist die älteste in Bornholm nachgewiesene Form. In der Folge entwickelten sich Arten mit wenigen Ästen: bei *Dicellograptus* blieben zwei Äste übrig, *Climacograptus*, *Diplograptus* und *Dicranograptus* sind einästig, aber zweireihig mit Wohnkammern (Theken) ausgestattet. Im Silur schließlich treten eingrollte, einreihige Graptolithen wie *Rastrites* und *Cyrtograptus* auf, während die genannten zweireihigen Gattungen bis ins Silur hineinreichen.

Die Læså und Oleå-Profile

Den besten Überblick über die auf Bornholm vertretenen Sedimente vom Mittelkambrium bis zum Silur gewinnt man an den Ufern verschiedener kleiner Fließchen, die im waldreichen Inselinnern entspringen und

Trilobit Jincella parva (Linnarsson), Erhaltung des Cranidium, Breite 1 cm, *exsulans*-Kalk (Mittelkambrium). Slg. Fuhlrott-Museum Wuppertal.





auf ihrem Weg zur Südküste unterschiedliche geologische Bildungen anschneiden. Gemeint sind Risebæk, Grødby Å und insbesondere Øleå und Læså.

Die älteste Ablagerung des Mittelkambrium, der *exsulans*-Kalk, ist an der Øleå bei Borregård SE von Pedersker aufgeschlossen. Das Flußbett besteht dort aus Rispebjerg-Sandstein, die Ufer bildet der geringmächtige konglomeratische *exsulans*-Kalk, der innerhalb der *Paradoxides*-Stufe zur *Triblagnostus-gibbus*-Zone gehört und viele Fossilien bietet. U.a. die Trilobiten *Ctenocephalus exsulans* (LINNARSSON), *Jincella parva* (LINNARSSON), *Holocephalina linnarssoni* (GRÖNWALL); daneben einzelne inarticulate Brachiopoden der Gattungen *Acrotreta* und *Acrothele* sowie Hyolithen (u.a. GRÖNWALL 1902, C. POULSEN 1942, BERG-MADSEN 1981).

Links: *Hyolithes* sp., Länge 1,5 cm, Grüner Schiefer (Unterkambrium).

Unten: *Halopoa* cf. *imbricata* Torell (Spurenfossilien), Bildbreite 8 cm, Grüner Schiefer (Unterkambrium).



Die gesamte Schichtenfolge vom Unteren Kambrium bis zum Oberen Ordovizium erschließt das Flößchen Læså, wo ein Pfad angelegt wurde, der das Auffinden der Aufschlüsse erleichtert. Am besten beginnt man das Studium der Serie in Vejrmøllegård, 2,5 km SW von Åkirkeby. Zu Beginn des Weges steht der Grüne Schiefer mit zahlreichen Hyolithen des Unterkambrium an; es folgen der Rispebjerg-Sandstein und der Kalby-Ton, eine Bildung, die dem *exsulans*-Kalk zugeordnet wird und den Vorkommen an der Øleå altersmäßig entspricht (BERG-MADSEN 1981). Ebenfalls zum Mittelkambrium gestellt werden die im weiteren Verlauf an der Læså aufgeschlossenen Unteren Alaunschiefer, das Anthrakonit-Konglomerat, der Andrarum-Kalk und der untere Bereich der Oberen Alaunschiefer. Diese Schichten gehören zur *Paradoxides*-Serie und enthalten zahlreiche Trilobitenarten (GRÖNWALL 1902, V. POULSEN 1966): u.a. *Paradoxides paradoxissimus* WAHLENBERG, *P. forchhammeri* ANGELIN, *Ptychagnostus punctuosus* (ANGELIN), *Jincella brachymetopa* (ANGELIN), *Bailiella aequalis*

(WESTERGÅRD), *Lejopyge laevigata* (DALMAN).

Nach diesen relativ kleinen Aufschlüssen erreicht man 200 m weiter flußabwärts ein 4 m hohes und 40 m langes Profil im Olenid-Schiefer (Oberer Alaunschiefer des Oberen Kambrium). Er enthält stellenweise zahlreiche, gelb schimmernde, spindelförmige Pyritkristalle und, in Lagen angereichert, bis zu 1,5 m große Anthrakonitlinsen (Stinkkalk). Die Fossilien sind im Anthrakonit körperhaft erhalten, im Schiefer dagegen flachgedrückt.

Die Fauna des Olenid-Schiefers (C. POULSEN 1923) wird beherrscht von Trilobiten der Oleniden-Familie. Es treten im Profil u.a. folgende Arten auf: *Parabolina spinulosa* (WAHLENBERG), *Eurycare latum* (BOECK), *Leptoplastus stenotus* ANGELIN, *Ctenopyge pecten* SALTER, *Peltura scarabaeoides* (WAHLENBERG), *Sphaerophthalmus humilis* (PHILLIPS). Daneben kommen im unteren Bereich seltene Exemplare des Brachiopoden *Orusia lenticularis* (WAHLENBERG) vor.

Weitere kleine Aufschlüsse im Olenid-Schiefer flußaufwärts an der Øleå

Das insgesamt 40 m lange und 4 m hohe Profil an der Læså bei Vasegård, in dem der Alaunschiefer (Olenid-Schiefer) des Oberkambrium aufgeschlossen ist.



Bornholm: Stratigraphische Tabelle
(Präkambrium und Paläozoikum)

Mill. Jahre v. d. Gegenwart	Ära	Periode	Stufe	Schicht/Horizont	
--- 225	P a l ä o z o i k u m	Perm			
		Karbon			
		Devon			
--- 405		Silur	Wenlock	<i>Cyrtograptus</i> -Schiefer	
			Llandovery	<i>Rastrites</i> -Schiefer	
--- 430		Ordovi- zium	Harju	<i>Tretaspis</i> -Schiefer	
			Viru	<i>Dicellograptus</i> -Schiefer	
			Oeland	Komstad-Kalk Skelbro-Kalk	
--- 470			Kambrium	<i>Olenus</i> - Serie	Oberer Alaunschiefer
					Andrarum-Kalk
				Anthrakonit- u. Phosporit- Konglomerat	
			<i>Paradoxides</i> - Serie	Unterer Alaunschiefer	
				Kalby-Ton und <i>exsulans</i> -Kalk	
--- 570			Holmia- Serie	Rispebjerg-Sandstein	
				Grüner Schiefer	
				Balka-Quarzit	

*Schichtenfolge
auf Bornholm:
Präkambrium
und Paläo-
zoikum (nach V.
Poulsen 1966,
Berg-Madsen
1981)*

Bornholm: Stratigraphische Tabelle (Präkambrium und Paläozoikum)				
Mill. Jahre v. d. Gegenwart	Ära	Periode	Stufe	Schicht/Horizont
--- 570				Neksø-Sandstein
		Prä- kambrium		Diabas
				Granit, Gneis

Schichtenfolge
auf Bornholm:
Präkambrium
und Paläo-
zoikum (nach V.
Poulsen 1966,
Berg-Madsen
1981)

bieten die verbreiteten Trilobitenarten *Olenus truncatus* BRÜNNICH und *Agnostus pisiformis* (WAHLENBERG), dessen Auftreten den Beginn des Oberen Kambrium markiert.

Etwa 100 m flußabwärts bei Vasegård trifft man auf das nächste Profil. Hier stehen mit *Dicellograptus*- und *Tretaspis*-Schiefer bereits Schichten des Mittleren und Oberen Ordovizium an. Der *Dicellograptus*-Schiefer enthält eine reiche Graptolithen-Fauna und mehrere Brachiopoden (HADDING 1915, BJERRESKOV & STOUGE 1985). Auf den Schichtflächen sind die Graptolithen flachgedrückt und z.T. mit Brachiopoden vergesell-

schaftet. Folgende Graptolithenarten kommen u.a. vor: *Diplograptus toernquisti* HADDING, *D. molestus* THORSLUND, *Amplexograptus vasae* TULLBERG, *Climacograptus styloideus* LAPWORTH, *Dicellograptus johnstrupi* HADDING. Häufige Brachiopoden in allen Zonen des *Dicellograptus*-Schiefers sind *Paterula portlocki* (GEINITZ) und *Lingula dicellograptorum* HADDING.

Der *Dicellograptus*-Schiefer wird überlagert von 3 m *Tretaspis*-Schiefer, ein graubrauner Schiefer, in dem die Fossilabdrücke rostfarben erhalten sind. Auch von dieser Schicht wurden zahlreiche Fossilfunde be-



Mehrere Exemplare der Trilobitenart *Sphaerophthalmus humilis* (Phillips), Erhaltung der Cranidien, Breite eines Exemplars 4 mm, Olenid-Schiefer (Anthrakonit) des Oberkambrium.



Graptolithenkolonie *Rhabdinopora* [„*Dictyonema*“] flabelliforme (Eichwald), Höhe 5 cm, *Dictyonema*-Schiefer (Unteres Ordovizium).

schrieben (RAVN 1899, KIELAN 1959). An Faunenelementen sind zu nennen die Trilobiten *Tretaspis granulata* (WAHLENBERG) und *Lonchodomas portlocki* (BARRANDE) sowie der Brachiopode *Christiania tenuicincta* (MCCOY) und der Nautilide *Discoceras*.

Mit dem Aufschluß im *Dicellograptus*- und *Tretaspis*-Schiefer endet der eigentliche Læså-Pfad. Doch sollte der Fossilfreund der Vollständigkeit halber noch den ca. 500 m flußabwärts bei Limensgade gelegenen alten Steinbruch aufsuchen, in dem das Untere Ordovizium (Oeland-Stufe) mit *Dictyonema*-Schiefer und Orthoceratit-Kalk aufgeschlossen ist. Der *Dic-*

tyonema-Schiefer stellt den ordovizischen Teil der Oberen Alaunschiefer dar; die Grenze Kambrium/Ordovizium wird mit dem ersten Auftreten der Graptolithen-Gattung *Dictyonema* festgelegt. An dieser Stelle kommt recht häufig die Art *Rhabdinopora* [„*Dictyonema*“] flabelliforme (EICHWALD) vor. Die übrige Fauna (C. POULSEN 1922, BJERRESKOV & STOUGE 1985) besteht u.a. aus der Graptolithen-Art *Clonograptus tenellus* (LINNARSSON) und den Brachiopoden *Broeggeria salteri* (HOLL) sowie seltenen Funden von *Lingulella* und *Acrotreta*.

Den Orthoceratit-Kalk über dem *Dictyonema*-Schiefer hat man fast gänzlich abgebaut. Geblieben und gut zu sehen ist jedoch die Übergangsschicht, ein Konglomerat aus Kalkstein und Alaunschiefer, das anzeigt, daß die Sedimentation unterbrochen war und eine Schichtserie fehlt.

Orthoceratit-Kalk

Eine bessere Möglichkeit, den Orthoceratit-Kalk zu studieren und auch Fossilien zu sammeln, gibt es ca. 2 km SW vom zuletzt genannten Aufschluß an der Læså bei Skelbro, unmittelbar an der südlichen Landstraße. Es ist ein Steinbruch, in dem Kalkstein für Bauzwecke und zur Zementherstellung abgebaut wurde. Der Orthoceratit-Kalk besteht aus zwei Schichtgliedern, dem konglomeratischen Skelbro-Kalk und einer reineren Varietät, dem Komstad-Kalk; beide sind durch eine Schichtlücke voneinander getrennt.

Eine dicke Schicht von größeren und kleineren Gesteinsbrocken auf dem Boden des Steinbruchs verrät intensive Sammeltätigkeit. Doch birgt das Material immer noch Orthoceren und Trilobiten.

V. POULSEN (1965) beschrieb von dieser Lokalität und von einem weiteren kleinen Steinbruch 400 m weiter E 23 Trilobitenarten. Der Skelbro-Kalk enthält u.a. *Cyclopyge stigmata* POULSEN, *Nileus exarmatus* TJERNIK und *Ampyx glaber* POULSEN; der heute besser zugängliche Komstad-Kalk u.a. *Megistaspis* sp., *Nileus armadillo* (DALMAN), *Symphysurus palpebrosus* (DALMAN).

Silur-Aufschlüsse

Das Bornholmer Silur ist als Graptolith-Schiefer mit einer Gesamtmächtigkeit von 80 m ausgebildet. Am besten studieren kann man ihn am Unterlauf der Øleå. Beginnend S der Landstraße Rønne-Snøgebæk bis zur Mündung erschließt das Flübchen Schichten des Silur. In zahlreichen Bachrissen trifft man kleinere oder größere Profile und kann Graptolithen sammeln.

In das Untersilur (Llandovery) gehört der *Rastrites*-Schiefer. Er ist ca. 300 m S der Landstraße am Bachufer angeschnitten. Die schwarzen, gut spaltbaren Schiefer sind hier bedeckt mit Graptolithen. Der Name *Rastrites*-Schiefer ist unglücklich gewählt, da diese rechenförmige Graptolithen-Gattung nicht in allen Bereichen der Serie zu finden ist. Daraus sind insgesamt (PEDERSEN 1922) etwa 50 Graptolithen-Arten folgender Gattungen bekannt: *Rastrites*, *Monograptus*, *Climacograptus*, *Diplograptus*, *Dimorphograptus*.

Weiter südlich bei Slusegård, etwa 300 m vor der Øleå-Mündung, liegen Aufschlüsse im jüngsten auf Bornholm vertretenen Silur, den unteren *Cyrtograptus*-Schiefern (*Retiolites*-Schicht). In dem grauen Schiefer zeigen sich die Graptolithen z.T. pyritisiert oder rostig und reliefartig herausgewittert. Kennzeichnendes Fossil der Schicht ist *Retiolites geinitzianus* (BARRANDE); sie enthält weiter zahlreiche Arten von *Monograptus* und *Cyrtograptus*, darüber hinaus schlecht erhaltene Orthoceren und vereinzelt Seelilien- und Krebsreste (LAURSEN 1940). Eine Darstellung der Graptolithen-Fauna im Læså-Øleå-Gebiet in der derzeit gültigen Nomenklatur findet sich bei BJERESKOV & STOUGE (1985).

Bornholmer „Diamanten“

In einigen Lagen enthalten die *Cyrtograptus*-Schiefer recht große kugelförmige Kalkkonkretionen, die sowohl an einigen Aufschlüssen als auch vor der Mündung der Øleå vorkommen. Sie stammen aus untermeerischen Schichten und werden immer wieder im Bereich der Flußmündung an den Strand gespült. Radiale Risse

in den Konkretionen enthalten Calcitkristalle und in seltenen Fällen auch große wasserklare Quarzkristalle. Letztere erhielten aufgrund ihrer Reinheit den Namen „Bornholmer Diamanten“; sie wurden vor allem im 18. Jahrhundert als Schmucksteine verarbeitet. Eine sehenswerte Kollektion von Kalkkonkretionen mit Quarzkristallen stellt das Museum in Rønne aus.

Die große Schichtlücke

Der silurische *Cyrtograptus*-Schiefer ist das jüngste paläozoische Schichtglied auf Bornholm. Die in Südschweden auf den *Cyrtograptus*-Schiefer folgenden 600 m *Colonus*-Schiefer (nach dem Graptolithen *Monograptus colonus*) sind auf Bornholm in quartären Moränen an der Süd- und Nordküste sowie in einem Gebiet westlich von Gudhjem nachgewiesen. Es ist jedoch anzunehmen, daß es sich

Graptolithen der Gattungen Diplograptus und Climacograptus und Brachiopoden der Art Paterula portlocki (Geinitz), Bildhöhe 8 cm, Dicellograptus-Schiefer (Mittleres / Oberes Ordovizium).



Brachiopoden
Paterula portlocki (Geinitz)
 und *Lingula magna* Hadding
 (Länge 6 mm),
Dicellograptus-
Schiefer (Mittleres/Oberes Ordovizium).



Fossilien:
Sammlung
 L. Koch
Fotos: L. Koch

Unten: Graptolith *Rastrites sp.*,
 Länge 2 cm, *Rastrites-*
Schiefer (Llandovery,
 Unteres Silur).

bei diesen Vorkommen um ortsfremdes Material handelt, das durch Gletscher nach Bornholm transportiert wurde.

Gegen Ende des Silur zog sich das Meer aus dem baltischen Bereich zurück. Bornholm gehörte für 190 Mil-

lionen Jahre zum nordeuropäischen Festland und war Teil der sogenannten fennoskandischen Randzone. Die Systeme Devon, Karbon und Perm sind nicht durch Ablagerungen vertreten. Die Schichtlücke endet erst mit der Oberen Trias (Keuper).





*Umschlagbild:
Nilssonia sp., eine mit den
Cycadeen verwandte Pflanze,
Länge 2,5 cm, Jydegård For-
mation (Valangin, Unter-
kreide). Siehe auch S. 119 ff.
Slg. und Foto: L. Koch*

Bornholm

Sedimente und Fossilien

2. Teil: Das Mesozoikum

Lutz
Koch

Während der durch wiederholte Hebungen und Senkungen gekennzeichneten langen Festlandsperiode Bornholms (Devon, Karbon, Perm und Trias bis Ladinium) unterlagen das Grundgebirge und die altpaläozoischen Sedimente einer tiefgreifenden Erosion. Im Laufe des Unterperm kam es im Nordkontinent zu Grabenbrüchen (z.B. Oslo-Graben) und Horstbildungen in Schonen (Südschweden). Bornholm, ebenfalls ein Horst, bildet eine natürliche Fortsetzung der südschwedischen Horste und wird begrenzt von Küstenlinien, die den gleichen Verlauf haben. Störungen in den mesozoischen Ablagerungen zeigen aber, daß zur Kreide- oder Tertiärzeit die Bewegungen an der alten Bruchlinie erneut auflebten.

Grüne und rote Keuper-Tone

Die ältesten nachgewiesenen mesozoischen Sedimente stammen aus der Oberen Trias (Keuper): fette, rote und grüne Tone sowie stark variierende Sandsteine. Es sind See- bzw. Flußablagerungen, die in einem Trockenklima entstanden sind.

Der Bornholmer Keuper ist abgeschlossen bei Risegård, im Mündungsbereich des Fließchens Risebæk; er besitzt dort eine Mächtigkeit von 60–70 m. Die Keuper-Schichten und den *Dicellograptus*-Schiefer trennt eine in EW-Richtung verlaufende Verwerfung. Von der Risebæk-Mündung flußaufwärts bewegt man sich zwischen Keuper-Sedimenten und gelangt dann zu einem 2,50 m hohen Wasserfall im *Dicellograptus*-Schiefer.

Am Strand E der Risebæk-Mündung stehen an mehreren Stellen Sand-



Farn Cladophlebis sp.,
Länge 5 cm
(Bagå-Formation, Mittl. Jura)



Links: Farn *Cladophlebis* sp., Erhaltung im Toneisenstein, Länge 4 cm (Bagå-Formation, Mittl. Jura);
Rechts: Farn *Dicksonia* sp., Länge 2,5 cm (Bagå-Formation, Mittl. Jura).

Sandgrube in Robbedale mit dem Robbedale-Sand (Berrias, Unterkreide) zuunterst und der Jydegård-Formation (Valangin, Unterkreide), bestehend aus wechselnden Lagen von Sand, Ton und Toneisenstein.



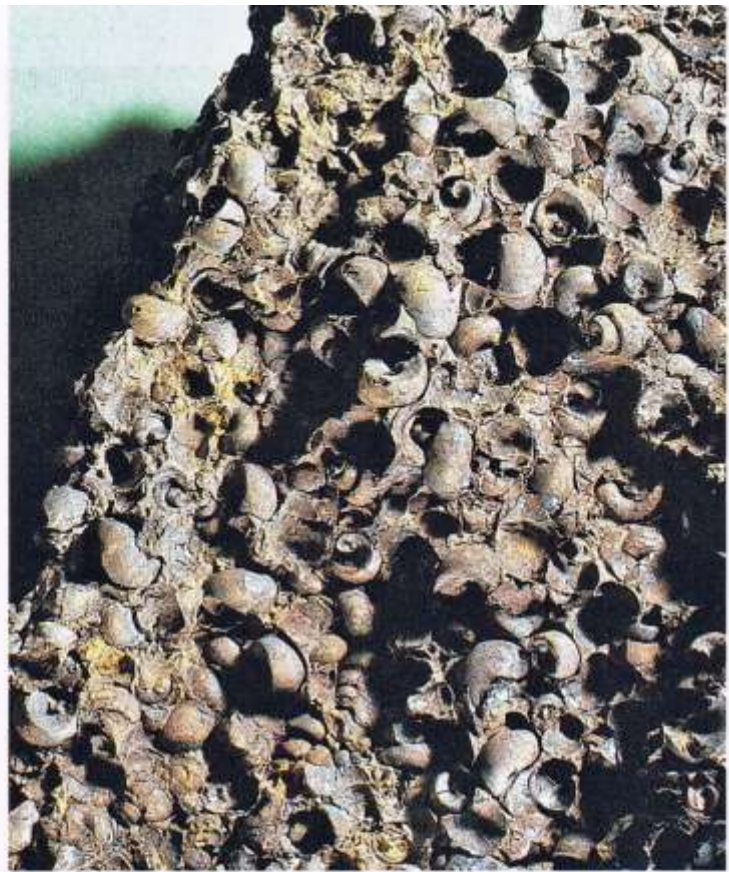
steine und Sandsteinkonglomerate an, die örtlich Röhren von *Skolithos* enthalten. Das Alter der Keuper-Ablagerungen wurde mit Hilfe von Ostracoden der Gattung *Euestheria* festgelegt. Diese Muschelkrebse sind charakteristisch für Kleingewässer, die häufig austrocknen. Die Ablagerungen bei Risebæk gehören zu der im westlichen Schonen verbreiteten Kageröd-Formation, die zum unteren bis mittleren Keuper bzw. zum oberen Ladin bis Karn gestellt wird (GRAVESEN et al. 1982).

Limnischer und mariner Jura

Die auf die Trias folgenden Ablagerungen haben auf Bornholm eine weitaus größere Verbreitung. Jura-Sedimente finden sich auf der Südwestspitze der Insel von Hasle über Rønne bis Korsodde, zwischen Robbedale und Sose Odde und im Gebiet zwischen Arnager-Bucht und Læså-Mündung. Die Serie hat eine Gesamtmächtigkeit von mehr als 700 m und umfaßt drei Schichtglieder (HANSEN 1939, GRAVESEN et al. 1982): Die untere Süßwasser-Serie (Rønne-Formation, 350 m) des unteren Lias (Hettangium und Sinemurium), die marine Serie (Hasle-Formation, 100 m), entstanden im mittleren Lias (unteres Pliensbachium) und die obere Süßwasser-Serie (Bagå-Formation, 270 m), die in den Dogger (Bajocium und Bathonium) gehört.

Die Rønne-Formation (untere limnische Serie) kann man am besten an den Steilküsten von Galløkken SE von Rønne und bei Sosevig weiter E studieren. Von der Mündung des Fließchens Lilleå bis Sose Odde besteht das Steilufer aus Sedimenten, die in Seen und Sümpfen abgelagert wurden. Sedimentstrukturen weisen darauf hin, daß der Ablagerungsraum von zahlreichen Flüssen durchschnitten wurde. Das Profil besteht aus Lagen von Sand, Kohle mit Wurzelböden, Ton und Tonsteingeröllen.

Besonders interessante Sedimentstrukturen zeigt das 400 m lange und 10 m hohe Steilufer von Galløkken. Die Ablagerungen entstanden unter Gezeiteneinfluß in einem Flachmeer. Man findet rhythmische Ablagerungen mit Linsen-, Flaser- und Wellen-

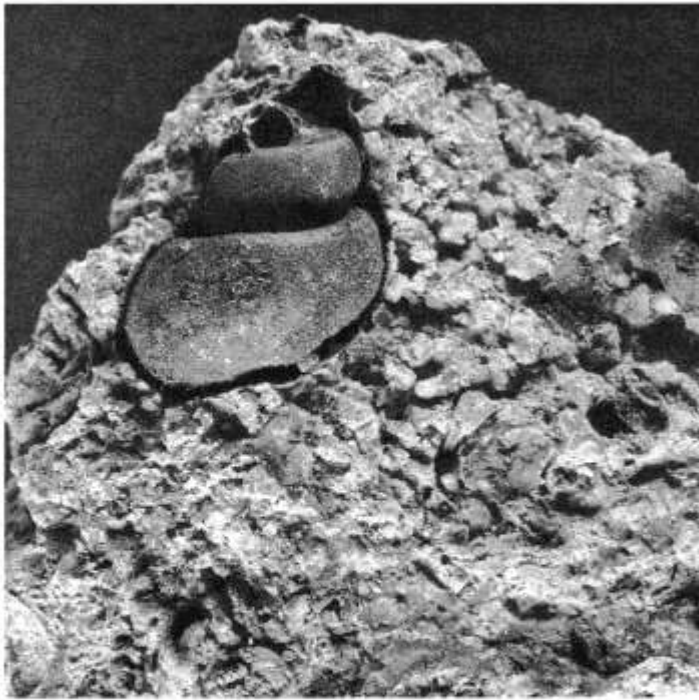


lamination mit Grabgängen, Kanäle mit kreuzgelagerten Schichten sowie Wasserentweichstrukturen. Wiederholte Überflutungen ließen Kohleschichten entstehen.

Fossilien sind in diesem Küstenstreifen selten. Charakteristisch für die untere limnische Serie sind der Farn *Thaumatopteris* und die Brackwassermuschel *Cardinia follini* LUNDGREN.

Die Hasle-Formation (marine Serie aus dem mittleren Lias) besteht aus Ton, Toneisenstein und eisenhaltigem Sandstein. Die Schichten sind aufgeschlossen an der Südküste bei Sose Odde, bei Stampen und an verschiedenen Küstenabschnitten zwischen Rønne und Hasle. Der marine Toneisenstein enthält eine reiche Fauna (GRÖNWALL & MALLING 1909). Ihre Ammoniten weisen die Schichtenfolge ins untere Pliensbachium. Die Schichten reichen von der Zone der *Uptonia jamesoni* (SOWERBY) bis zur Zone des *Productylioceras davoei* (SOWERBY). Der ebenfalls marine Sandstein ist reich an Muscheln, u.a. der Arten *Oxytoma inaequalis* (SOWERBY), *Aequipecten priscus* (SCHLOTHEIM), *Nuculana bornholmensis* (SEEBACH), *Gresslya*

Toneisenstein mit Anhäufungen von Schneckensteinkernen (Viviparus sp.), Höhe des Stückes 15 cm, Jydegård-Formation (Valangin, Unterkreide).



Süßwasser-
schnecke *Viviparus* sp. (Stein-
kern), Länge
1 cm, Jydegård-
Formation (Va-
langin, Unter-
kreide).

forchhammeri (LUNDGREN), *Myoconcha stampensis* MALLING & GRÖNWALL.

Die Bagå-Formation (obere limnische Serie) ist am besten aufgeschlossen in der Tongrube der Klinkerwerke Hasle S der Bagå-Mündung. Man kann die Grube begehen, jedoch nur mit Genehmigung der Werksleitung! Anmeldung im Fabrikbüro. Unter den anstehenden Schichten dominieren helle Tone und Schwarztone mit darüberliegender Kohleschicht und Wurzelboden: Sedimente, die in Seen und Sümpfen gebildet wurden; Flußsande sind von untergeordneter Bedeutung.

Der weiße Ton birgt in manchen Horizonten reichlich Pflanzenfossilien. Ebenso enthalten Toneisensteinkonkretionen, die in einigen Lagen auftreten, Holzreste und Blätter.

Jura-Flora

Aus der Grube der Hasle Klinkerwerke wie auch von einigen anderen Fundstellen ist eine reiche Flora beschrieben worden (u.a. MÖLLER 1902, 1903). Sie wird meist Rhät-Lias-Flora genannt, weil charakteristische Formen bereits im Rhät, der höchsten Keuper-Stufe, auftauchen. Trotzdem handelt es sich, wie das Fehlen der Leitpflanzen des Rhät zeigt, um eine

reine Jura-Flora. Sie enthält zahlreiche neu auftretende Pteridophyten (Farnpflanzen). An Dipteridaceen, kenntlich durch ihre charakteristische zusammengesetzte Maschenaderung, kommen u.a. vor: *Dictyophyllum nilssoni* (BRONGNIART) SCHENK, *Clathropteris platyphylla* BRONGNIART, *Hausmannia forchhammeri* BARTHOLIN und *Thaumatopteris schenki* NATHORST. Die Osmundaceen (Königsfarne) sind vertreten mit verschiedenen Arten der Gattung *Cladophlebis*, z.B. *Cladophlebis roesserti* (PRESL) SAPORTA, die Matoniaceen vertritt *Phlebopteris affinis* SCHENK, die Schiaceen *Coniopteris hymenophylloides* (BRONGNIART).

Zum Florenspektrum gehören auch Schachtelhalme (Equisetaceen), kleinere, krautige Formen, z.B. *Equisetum münsteri* (STERNBERG) SCHIMPER. Von besonderer Bedeutung aber ist eine große Anzahl von Gymnospermen (Nacktsamer). Sie stellen mit für den Jura typischen Ordnungen und Familien den Hauptanteil der Bornholmer Jura-Pflanzen: Caytoniales, Nilssoniales, Cycadeen und Bennettiteen, Ginkgogewächse und Coniferen. Zahlreiche Nacktsamer sind farnblättrige Pflanzen, die sich im Gegensatz zu den Farnen über Blüten und Fruktifikationen vermehren.

Zu den Caytoniales gehören *Sagenopteris phillipsi* PRESL und *S. rhoifolia* PRESL. Die meisten Blattreste werden zu den Cycadeen und Bennettiteen gestellt. Folgende Gattungen mit zahlreichen Arten treten auf: *Otozamites*, *Podozamites*, *Ptilozamites*, *Zamites* und *Pterophyllum*. An Nilssonien sind u.a. *Nilssonia polymorpha* SCHENK und *N. acuminata* PRESL zu nennen, an Ginkgogewächsen u.a. *Ginkgoites sibiricus* HEER und *Baiera digita* BRONGNIART. Aus der Pflanzengruppe der Coniferen kommen vor *Pagiophyllum steenstrupi* BARTHOLIN, *P. peregrinum* LINDLEY & HUTTON, *Palissya* und *Stachyotaxus*.

Braunkohle und Kaolin

Bornholms Jura-Ablagerungen sind durchsetzt mit Kohleschichten, die bis – selten – zu 1 m Mächtigkeit erreichen, und mit Wurzelböden. Die

leicht bröcklige, schwefelhaltige Braunkohle mit einem Kohlenstoffgehalt von etwa 70% wurde seit dem 17. Jahrhundert zeitweise abgebaut; im Zweiten Weltkrieg förderte man 37 000 t. Der alte Tagebau bei Hasle ist heute ein etwa 1 ha großer und 40 m tiefer See, der Rubinsø.

Bedingungen, die eine Kohlebildung begünstigten, herrschten während fast der gesamten Jura-Periode auf Bornholm: Das Festland lag etwa auf Meeresniveau. Flüsse des Nordkontinents mündeten in ausgedehnten Deltas in der Gegend von Bornholm. In den Flußbetten kam es zu Sandablagerungen, in den Deltas zur Sedimentation von Ton und Feinsanden. Das feuchtwarmer Klima förderte in den seichten Sümpfen der Deltas einen üppigen Pflanzenwuchs; das Material für die späteren Kohleflöze.

In der langen Festlandsperiode – nur im mittleren Lias gab es einen Meeresvorstoß – unterlagen die höher gelegenen Gebiete Bornholms einer tiefgreifenden Verwitterung. Sie verwandelte die granitischen Gesteine des Untergrunds in Kaolinit. Große Lager dieses Tonsilikats kommen E von Rønne vor, wo das Kaolin noch erkennbar Granitstruktur besitzt. Nach neueren Untersuchungen unterlagen der Neksø-Sandstein und die paläozoischen Schiefer den gleichen chemischen Prozessen wie der Granit. Aus dem Vorkommen teilweise kaolinisierter Granite in Tonschichten der Hasle Klinkergrube und dem Auftreten von verwittertem Neksø-Sandstein unter Schichten des Unteren Jura ergibt sich, daß der Prozeß der Kaolinisierung während der gesamten Jura-Periode stattgefunden hat.

Kaolin, in großen Mengen abgebaut, und feuerfester Juraton bilden die Basis für die Keramik-, Steinzeug-, Klinker- und Schamotte-Industrie Bornholms.

Jura-Kreide-Grenze

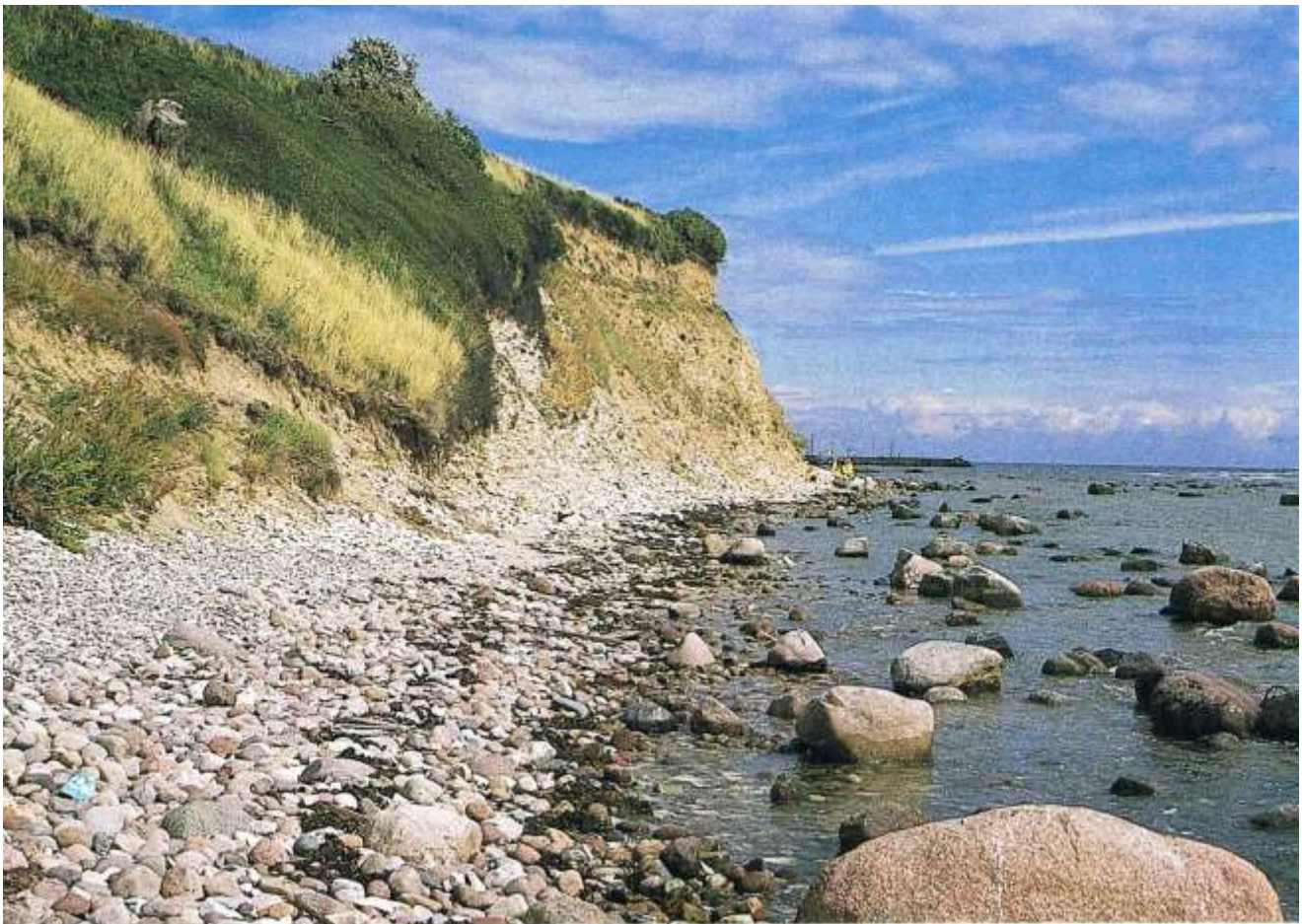
Auch gegen Ende der Jurazeit überwogen küstennahe, limnisch-brackische Ablagerungsbedingungen. Den Grenzbereich Jura/Kreide zeigen Küstenprofile in der Arnager-Bucht E von Madsegrav, wo die Rabekke- und



Robbedale-Formationen anstehen, ebenso die Sandgrube in Robbedale an der Landstraße Rønne – Åkirkeby, die den Übergang von der Robbedale-Formation zur Jydegård-Formation aufschließt: Die zuunterst liegende Robbedale-Formation besteht aus feinen bis grobkörnigen Quarzsanden in zum Teil rostbraunen Horizonten. Im unteren Bereich sind Grabgänge von *Ophiomorpha* und *Skolithos*, ein Wurzelhorizont und diverse Sedimentstrukturen zu erkennen. Die als *Ophiomorpha* bezeichneten Wohnbauten stammen von Dekapoden, Krebsen der Gattung *Callianassa*, die ihren Lebensraum im Vorstrand hatten (GRY 1968, JUX & STRAUCH 1968). *Ophiomorpha*, *Skolithos* und die Wurzelböden erlauben die Rekonstruktion der damaligen Landschaft: Flachküste mit Sandstrand, Gezeitenwasserfläche und baumumstandene Lagune.

Die auf die Robbedale-Formation folgende Jydegård-Formation hebt sich deutlich vom Robbedale-Sand ab. Sie besteht aus wechselnden Lagen von Sanden, silthaltigen bis fetten Tonen sowie Toneisenstein. Eine Toneisenstein-Schicht unmittelbar über dem Robbedale-Sand enthält zahlreiche Steinkerne der Brackwassermuschel „*Cyrena*“ und einzelne

Brackwassermuschel Neomiodon [„Cyrena“] sp. (Steinkern mit Schalenresten), Länge 2,5 cm, Jydegård-Formation (Valangin, Unterkreide).



Steilufer 200 m westlich von Arnager, Aufschluß des Arnager-Kalkes (Coniac, Oberkreide).

Seite 125 oben: Muschel *Plagiostoma hoperi* (Mantell), Durchmesser 3,5 cm, Arnager-Kalk (Coniac, Oberkreide).

Seite 125 unten: Steilufer westlich von Bavnodde, Aufschluß des Bavnodde-Grünsandes (Santon, Oberkreide).

Pflanzenfossilien (Cycadeen). In einer höher liegenden Toneisensteinlage kommt massenhaft die ebenfalls nur als Steinkern erhaltene Süßwasserschnecke *Viviparus* vor. Von einer altersgleichen Schichtenfolge westlich der Øleå-Mündung wird eine fossile Flora beschrieben, die in ihrem Artenbestand jurassisch ist (BARTHOLIN 1910).

Das Alter von Rabekke-, Robbedale- und Jydegård-Formation war im Laufe ihrer Erforschungsgeschichte umstritten. In den letzten Jahrzehnten jedoch galt übereinstimmend, daß die genannten Schichten zum Jura-Kreide-Grenzbereich zu stellen sind. Sie repräsentieren eine Purbeck/Wealden-Fazies, die aufgrund von Ostracoden-Untersuchungen mit entsprechenden Vorkommen in Norddeutschland und England parallelisiert werden kann (GRY 1956, CHRISTENSEN 1966). In einer neueren Arbeit (GRAVESEN et al. 1982) wird die gesamte Schichtenfolge in die Unterkreide gestellt: Rabekke- und Robbedale-Formation zum Berrias, die Jy-

degård-Formation ins Valangin, wobei nicht ausgeschlossen wird, daß der untere Teil der Rabekke-Formation in den obersten Jura (Tithonium) gehört.

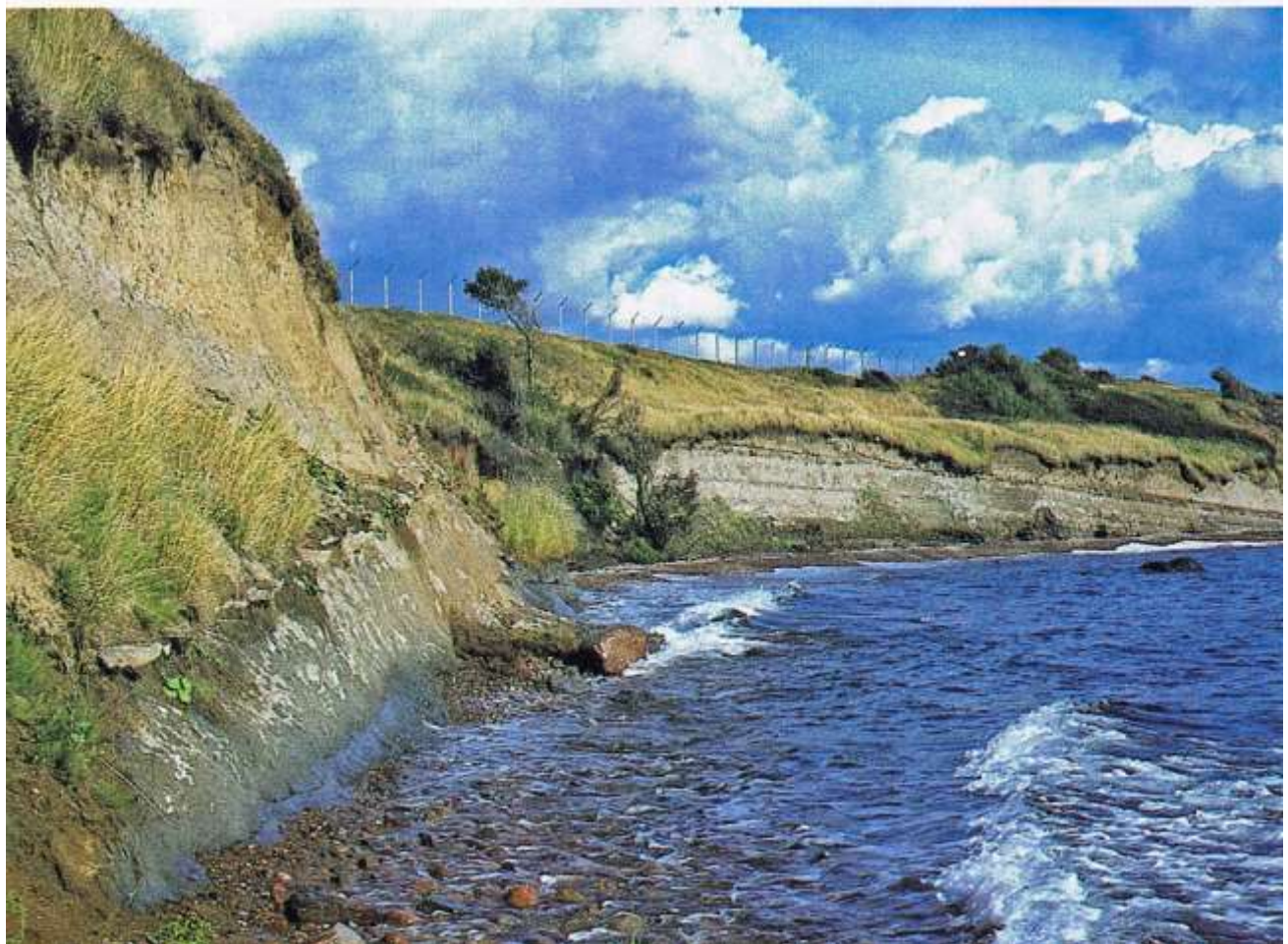
Die marine Kreide

In der Oberkreide war die Festlandsküste nicht weit vom heutigen Bornholm entfernt. Deshalb bestehen die Ablagerungen größtenteils aus Sanden und Mergeln, die von Flüssen aus dem skandinavischen Raum herangeführt wurden. Die Oberkreidezeit ist gekennzeichnet durch den Wechsel von Meerestransgression und -regression: Der erste Meeresvorstoß erfolgte gegen Ende der Unterkreide (Alb) und reichte bis ins Cenoman; in dieser Zeit wurden ein Phosphorit-Konglomerat und der Arnager-Grünsand abgelagert. Im Turon zog sich das Meer zurück. Es überflutete im Coniac und Santon erneut das Festland, wobei Arnager-Kalk und Bavnodde-Grünsand sedimentiert wurden.

Marine Kreidesedimente sind am be-

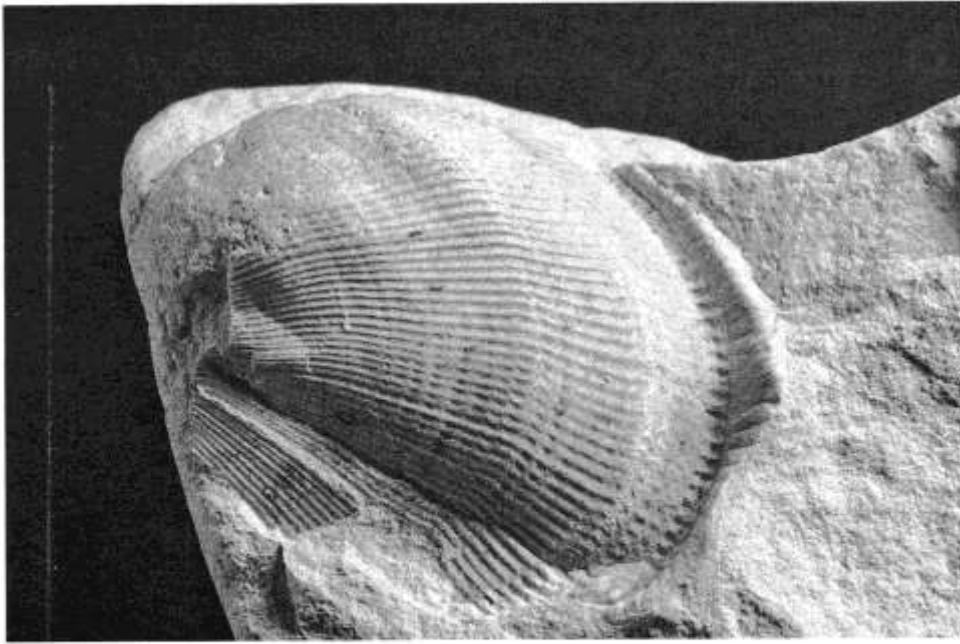
sten aufgeschlossen an den Steilufeln zwischen Arnager und Bavnodde. Die marine Serie beginnt mit einem 40 cm dicken Phosphorit-Konglomerat, das noch in der Unterkreide (Alb) gebildet wurde. Es besteht aus Knollen von phosphoritischem Sandstein (Primärknollen), ist jedoch in weiten Bereichen mit einem anderen, im Cenoman entstandenen Phosphoritsandstein zu sog. Sekundärknollen verkittet. Diese Knollen des Basalkonglomerates finden sich zum Teil auch in dem folgenden Arnager-Grünsand des Cenoman, der eine Gesamtmächtigkeit von 70–130 m besitzt.

Die Primärknollen aus dem Alb enthalten eine *Hoplites*-Fauna mit u.a. den Ammoniten *Leymeriella* [„*Hoplites*“] *regularis* (BRUGIERE) und *Sonneratia* sp. Der Arnager-Grünsand bietet eine *Schloenbachia*-Fauna mit den Ammoniten *Schloenbachia varians* (SOWERBY) und *Sch. coupei* (BRONGNIART) und dem Belemniten *Actinocamax primus* ARKHANGELSKI. Die Gesamtfaua, zu der auch Muscheln, Schnecken und Bra-



Mill. Jahre v. d. Gegenwart	Ära	Periode	Stufe	Schicht/Horizont
	K ä n o z o i k u m	Quartär		Moräne, Sand, Ton
		Tertiär		
--- 65 ---	M e s o z o i k u m	Oberkreide	Santonium	Bavnodde-Grünsand
			Coniacium	Arnager-Kalk
		Cenomanium	Arnager-Grünsand	
		Unterkreide	Albium	Phosphorit-Konglomerat
			Valanginium	Jydegård-Formation
--- 135 ---			Berriasium	Robbedale-Formation Rabekke-Formation
		Jura	Bathonium	Bagå-Formation
			Bajocium	
			Pliensbachium	Hasle-Formation
			Sinemurium	Rønne-Formation
--- 195 ---			Hettangium	
		Trias	Karnium	Kagerød-Formation
--- 225 ---	Ladinium			

*Bornholm:
Stratigraphische
Tabelle (Meso-
zoikum und
Känozoikum)
(nach M. Hansen
& V. Poulsen
1977, Gravesen
et al. 1981)*



Links: Muschel
Spondylus latus
Sowerby (Stein-
kern), Länge 2,5
cm, Arnager-
Kalk (Coniac,
Oberkreide).

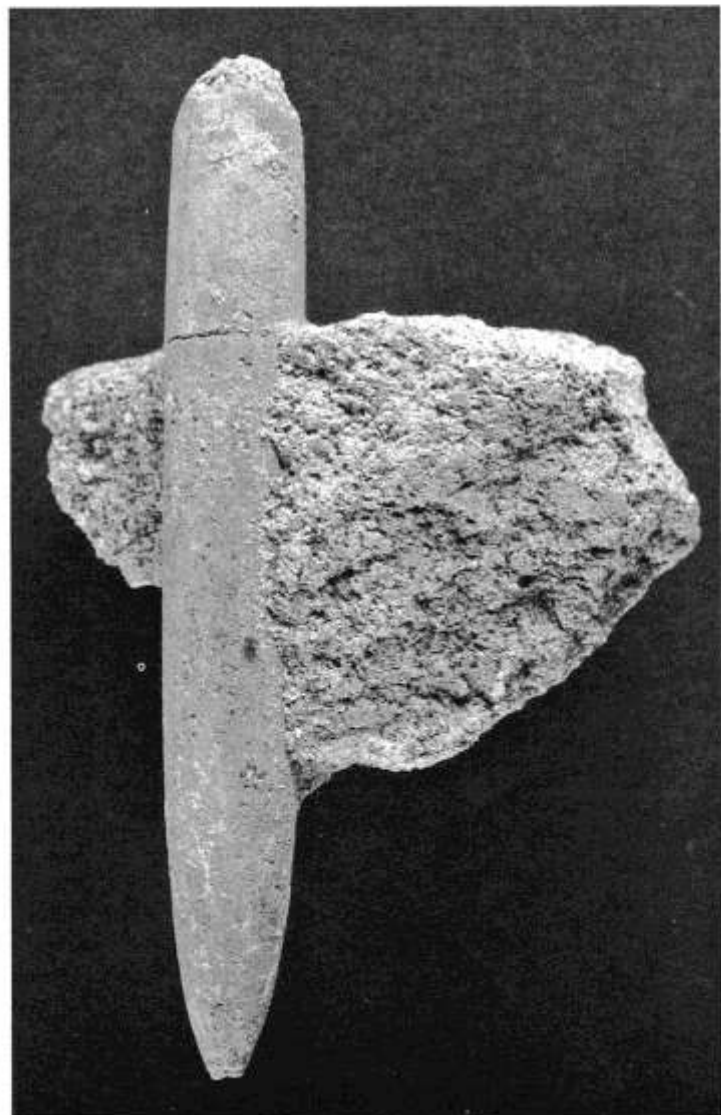
Unten: Belemnit
Goniatoteuthis
westfalica
(Schlüter),
Länge 4,5 cm,
Bavnodde-Grün-
sand (Santon,
Oberkreide).

chiopoden gehören, wurde von RAVN (1916, 1925) beschrieben; eine Revision der Ammoniten wurde von KENNEDY et al. (1981) vorgelegt. Das Basalkonglomerat ist zur Zeit nicht zugänglich, doch liegen am Strand lose Blöcke. Den Arnager-Grünsand findet man vereinzelt in kleinen Aufschlüssen zwischen Arnager und Madsegrav.

Der Arnager-Kalk

Besser aufgeschlossen ist die mittlere Oberkreide von Bornholm. Kalke und Kalkkonglomerat des mittleren und oberen Coniac findet man an einer Steilküste etwa 200 m W von Arnager Pynt. Der Arnager-Kalk, ein unreiner, weißer bis blaugrauer Kalkstein, der 40–50% Ton und Sand enthält, ruht auf dem hier nicht aufgeschlossenen Arnager-Grünsand. Die Serie beginnt mit einem etwa 20 cm mächtigen Bodenkonglomerat aus Kalkgeröllen und eingelagerten Phosphoritknollen. Letztere zeigen an, daß die Sedimente bei abnehmender Wassertiefe gebildet wurden.

Der auf das Basalkonglomerat folgende Arnager-Kalk ist an der Steilküste gut zugänglich. Er bedeckt in kleineren und größeren Brocken den Strand und ist reich an Fossilien. RAVN (1918) beschreibt die Fauna und stellt den Arnager-Kalk wegen des Vorkommens von *Scaphites gein-*





Links Belemnit *Goniatites westfalica* (Schlüter), Länge 5 cm, rechts: Belemnit *Actinocamax verus* Miller, Länge 4 cm, Bavnodde-Grünsand (Santon, Oberkreide).

itzi ORBIGNY ins obere Turon. Aufgrund seines Foraminiferen-Gehaltes und des nachgewiesenen Belemniten *Actinocamax lundgreni* STOLLEY wird der Arnager-Kalk heute dem mittleren und oberen Coniac zugeordnet (STOLLEY 1930, DOUGLAS & RANKIN 1969). Neben den erwähnten Ammoniten und Belemniten kommen Brachiopoden, Schnecken und Abdrücke von Schwämmen vor. Insbesondere sind Muscheln mit zahlreichen Arten

vertreten; u.a. kommen vor *Plagiostoma hoperi* (MANTELL), *Clamys cretosa* (DEFRANCE), *Spondylus latus* SOWERBY, *Inoceramus* sp.

Bavnodde-Grünsand

Die jüngste Kreideablagerung Bornholms ist der Bavnodde-Grünsand, der nach seinen Foraminiferen, Belemniten und Ammoniten ins untere und mittlere Santon gehört. Er findet sich an mehreren Stellen an den Steilufern zwischen Korsodde und Horsemyreodde. Den größten Grünsandaufschluß bietet die Bucht zwischen Korsodde und Bavnodde mit einer 7 m hohen Steilküste aus verhärtetem Feinsand und einer Bank aus grobem, quarzitischem Sandstein. Die z.T. intensive Grünfärbung des Materials rührt von einem hohen Anteil an Glaukonit her. Ein Zeichen dafür, daß es sich beim Bavnodde-Grünsand um Ablagerungen in Küstennähe handelt, sind die häufig im Sediment vorkommenden inkohlten, strukturbietenden Hölzer. Die marine Fauna des Bavnodde-Grünsandes ist artenreich (RAVN 1921). Sie enthält u.a. die Ammoniten *Scaphites binodosus* (RÖMER), *S. inflatus* (RÖMER), *Taxinites pseudotexanus* (GROSSOUVRE), die Belemniten *Actinocamax verus* MILLER, *Goniatites westfalica* (SCHLÜTER), *Belemnitella propinqua* (MOBERG), die Muscheln *Inoceramus* sp., *Ostrea* sp., *Exogyra* sp., *Neithea quinquecostata* (SOWERBY), *N. sexcostata* (WOODWARD), *Spondylus spinosus* (SOWERBY), die Schnecken *Aporrhais* sp. und *Natica cretacea* GOLDFUSS und die Brachiopoden *Carneithyris carnea* (SOWERBY), und „*Rhynchonella*“ *cordiformis* POSSELT.

Die letzten 80 Millionen Jahre

Mit der Ablagerung des Bavnodde-Grünsandes im Santon endet die mesozoische Sedimentation; Campan und Maastricht, die jüngsten Stufen der Oberkreide, sind nicht vertreten. Dies ist erstaunlich, da gerade die Nachbargebiete für ihre Schreibkreidevorkommen bekannt sind (Mön, Rügen, Schonen). Entweder erreichte die Meerestransgression, die im Campan einsetzte, Bornholm

nicht, oder die Ablagerungen wurden von Eiszeitgletschern abgeräumt. Im Tertiär lag Bornholm über dem Meeresspiegel. Die Insel erfuhr eine mit Blockbildung verbundene kräftige Hebung und eine starke Erosion in den am höchsten gelegenen Gebieten, die mehrere hundert Meter Sediment abtrug.

An der Oberflächengestaltung der Insel, wie sie sich heute zeigt, waren Gletscher der letzten Eiszeit maßgeblich beteiligt. Sie hinterließen nach ihrem Rückzug meist nur eine dünne Moränendecke, stellenweise Geschiebesand und Geschiebelehm.

Jüngste geologische Ereignisse auf Bornholm sind die Bildung der stark zerklüfteten Küstenlinie durch die Ostsee, die Bildung langgestreckter, parallel zur Küste verlaufender Steinhäufungen (Strandwälle), die aufgrund von Landhebungen in den letzten Jahrtausenden entstanden, sowie die Ablagerung von Flugsand an der Südküste.

Literatur (Auswahl)

BARTHOLIN, C. T. (1910): Planteforsteninger fra Holsterhus på Bornholm. Danm. Geol. Unders. II, 24. København
 BERG-MADSEN, V. (1981): The Middle Cambrian Kalby and Borregård Members of Bornholm, Denmark. Geol. Fören. Stockh. Förh. 103. Stockholm

BIERRESKOV, M. & STOUGE, S. (1985): Field Excursion Guide Bornholm, Denmark. Graptolite Working Group of the International Palaeontological Association. 3rd Int. Conf. Copenhagen

CHRISTENSEN, O. B. (1963): Ostracods from the Purbeck-Wealden Beds in Bornholm. Danm. Geol. Unders. II, 86. København

CHRISTENSEN, O. B. (1964): Jura-Kridt grænsen i den skansk-pommerske område belyst ved ostracoder. Medd. fra Dansk Geol. Forening, 15. København

DOUGLAS, R. G. & RANKIN, C. (1969): Cretaceous planctonic Foraminifera from Bornholm and their zoogeographic significance. Lethaia, 2. Oslo

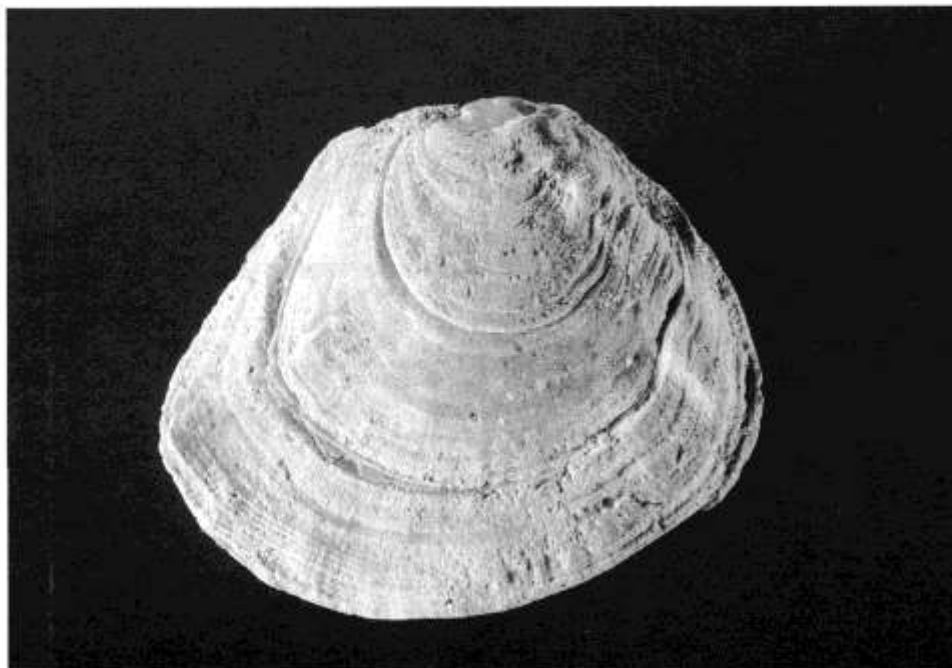
GRAVESEN, P. (1982): Lower Cretaceous sedimentation and basin extension on Bornholm, Denmark. Danm. Geol. Unders. Arbog 1981. København

GRAVESEN, P., ROLLE, F. & SURLYK, F. (1982): Lithostratigraphy and sedimentary evolution of the Triassic, Jurassic and Lower Cretaceous of Bornholm, Denmark. Danm. Geol. Unders., Ser. B, 7. København

GRÖNWALL, O. B. (1902): Bornholms Paradoxideslag og deres Fauna. Danm. Geol. Unders. II, 13. København

GRY, H. (1951): Kullagene ved Hasle på Bornholm og deres tektonik. Medd. fra Dansk Geol. Forening, Bd. 12. København

GRY, H. (1956): Wealdenaflejringerne på Bornholm, deres stratigrafi og tektonik. Danm. Geol. Unders. Bd. 13. København



Ostrea sp.
 (Austernschale),
 Breite 2,5 cm,
 Bavnodde-Grün-
 sand (Santon,
 Oberkreide).

GRY, H. (1960): Geology of Bornholm. Guide to excursions Nos. 45 and 40. 21st Int. geol. Congr. Sess. Norden. Copenhg.
 GRY, H. (1968): *Calianassagange og Skolithos* i Robbedaleformationen. Medd. fra Dansk Geol. Forening, 18. København
 HADDING, A. (1915): Der mittlere *Dicellograptusschiefer* auf Bornholm. Kongl. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F. Bd. 26 (4). Lund

HANSEN, K. (1937): Sammenlignende Studier over Kambriet i Skåne og på Bornholm. Medd. fra Dansk Geol. Forening, 9. København
 HANSEN, K. (1939): Oversigt over de bornholmske Juradannelsers Stratigrafi og Tektonik. Medd. fra Dansk Geol. Forening. Bd. 9. København
 HANSEN, M. & POULSEN, V. (Red.) (1977): Geologie auf Bornholm. VARV-

Ekursionsführer Nr. 1, 2. Aufl. Kopenhagen
 JUX, U. & STRAUCH, F. (1968): *Ophiomorpha* LUNDGREN 1891 aus dem Mesozoikum von Bornholm. Medd. fra Dansk Geol. Forening, 18. København
 KENNEDY, W. J., HANCOCK, J. M. & CHRISTENSEN, W. K. (1980): Albian and Cenomanian ammonites from the island of Bornholm (Denmark). Bull. Geol. Soc. Denm. 29. Copenhagen
 KIELAN, Z. (1959): Upper Ordovician trilobites from Poland and some related forms from Bohemia and Scandinavia. Palaeontologia Polonica. Bd. 11. Warszawa
 LAURSEN, D. (1940): *Cyrtograptusskiferen* på Bornholm. Danm. Geol. Unders. II, 64. København
 LINDSTRÖM, M. & STAUDE, H. (1971): Beitrag zur Stratigraphie der unterkambri-schen Sandsteine des südlichen Skandinaviens. Geologica et Palaeontologica, 5. Marburg
 MALLING, C. (1911): Hasle Sandstens Alder. Medd. fra Dansk. Geol. Forening. Bd. 3. København
 MALLING, C. (1920): Den marine Lias og Wealden-Aflejringerne på Bornholm. Medd. fra Dansk. Geol. Forening. Bd. 5. København
 MALLING, C. & GRÖNWALL, K. A. (1909): En Fauna i Bornholms Lias. Medd. fra Dansk. Geol. Forening. Bd. 3. København
 MÖLLER, H. (1902): Bidrag till Bornholms fossila flora. Pteridofyter. Kongl. Fysiogr. Sällsk. Handl. 13 (5). Lund
 MÖLLER, H. (1903): Bidrag till Bornholms fossila flora. Gymnospermer. Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. 36 (6). Stockholm
 NATHORST, A. G. (1902): Beiträge zur Kenntnis einiger mesozoischer Cycadophyten. Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. 36 (4). Stockholm
 PEDERSEN, T. B. (1922): *Rastriteskiferen* på Bornholm. Medd. fra Dansk. Geol. Forening. Bd. 6. København
 POULSEN, C. (1922): Om *Dictyograptus*-skiferen på Bornholm. Danm. Geol. Unders. IV, 1 (16). København
 POULSEN, C. (1923): Bornholms *Olenus* og deres Fauna. Danm. Geol. Unders. II, 40. København
 POULSEN, C. (1936): Übersicht über das Ordovizium von Bornholm. Medd. fra Dansk. Geol. Forening. Bd. 9 København
 POULSEN, C. (1942): Nogle hidtil ukendte Fossiler fra Bornholms *Exsulans*kalk. Medd. fra Dansk. Geol. Forening. Bd. 10. København
 POULSEN, C. (1960): The Palaeozoic of

Bornholm. Guide to excursions Nos. A 46 and C 41. 21st Int. geol. Cong. Sess. Norden. Copenhagen
 POULSEN, C. (1967): Fossils from the Lower Cambrium of Bornholm. Kong. Danske Vid. Selsk. Mat.-fys. Medd. 36 (2). København
 POULSEN, V. (1965): An early Ordovician Trilobite Fauna from Bornholm. Medd. fra Dansk. Geol. Forening. Bd. 16. København
 POULSEN, V. (1966): Cambro-Silurian Stratigraphy of Bornholm. Medd. fra Dansk. Geol. Forening. Bd. 16. København
 RASMUSSEN, H. W. (1981): Danmarks geologi. 4. Aufl., 176 S., København (Gjellerup)
 RAVN, J. P. J. (1899): Trilobitenfaunaen i den bornholmske *Trinucleus*skifer. Danm. Geol. Unders. II, 10. København
 RAVN, J. P. J. (1916): Kridtaflejringerne på Bornholms Sydvestkyst og deres Fauna. I. Cenomanet. Danm. Geol. Unders. II, 30. København
 RAVN, J. P. J. (1918): Kridtaflejringerne på Bornholms Sydvestkyst og deres Fauna. II. Turonet. Danm. Geol. Unders. II, 31. København
 RAVN, J. P. J. (1921): Kridtaflejringerne på Bornholms Sydvestkyst og deres Fauna. III. Senonet. IV. Kridtaflejringerne ved Stampe Å. Danm. Geol. Unders. II, 32. København
 RAVN, J. P. J. (1925): Det cenomane Basalkonglomerat på Bornholm. Danm. Geol. Unders. II, 42. København
 RAVN, J. P. J. (1930): Nogle bemærkninger om Bornholms kridtaflejringer. Geol. Fören. Förh. 52 (2) Stockholm
 ROLLE, F. u.a. (1979): Jurassic environments in the Fenno-Scandian Border Zone. Symposium „Sedimentation jurassique W europeen“. Association des Sedimentation Français, Publication speciale, No. 1. Mars
 RYING, B. (Red.) (1981): Bornholm. Gestalt – Geschichte – Kultur. Neumünster (Wachholtz)
 STEHMANN, E. (1934): Das Unterkambrium und die Tektonik des Paläozoikums auf Bornholm. Abhandl. Geol. Pal. Inst. Greifswald, Heft 14. Greifswald
 STENESTAD, E. (1972): Træk af det danske bassins udvikling i Øvre Kridt. Dansk. Geol. Foren., Arsskrift 1971. København
 STOLLEY, E. (1930): Einige Bemerkungen über die Kreide Südkandinaviens. Geol. Fören. Förh. 52 (2). Stockholm
Karten
 Bornholm og Christiansø. Særkort. 1:50 000. Geodætisk Institut. København

Fossilien:
 Sammlung L.
 Koch, Fotos:
 L. Koch