

Übersicht über das Ordovizium von Bornholm.

Von

Chr. Poulsen.

Einleitung.

Seit dem Erscheinen der Beschreibung zur geologischen Karte von Bornholm¹⁾ haben die Arbeiten von H. P. A. FUNKQUIST²⁾, E. M. NØRREGAARD³⁾ und die Untersuchungen des Verfassers⁴⁾ zur Erweiterung unserer Kenntnisse vom Ordovizium Bornholms beigetragen. Da in diesen Arbeiten jedoch nur kleinere Abteilungen des Ordoviziums behandelt werden, so war ich der Überzeugung, daß durch neue Fossilaufsammlungen, besonders im Orthoceratitenkalk und in der Schieferserie zwischen dem Orthoceratitenkalk und dem mittleren Dicellograptusschiefer, eine genauere Altersbestimmung dieser Schichten zu erreichen sein mußte, und daß man sie auf breiterer paläontologischer Basis mit den Ablagerungen anderer Gegenden würde parallelisieren können.

Seit 1923 habe ich verschiedentlich Fossilaufsammlungen in Verbindung mit stratigraphischen Untersuchungen auf Bornholm vorgenommen. Als Resultat liegt nun eine Reihe von Beobachtungen vor, die teils direkt, teils in Verbindung mit den älteren Aufsammlungen und Beobachtungen von FUNKQUIST, GRÖNWALL, HADDING, JOHNSTRUP, NATHORST und NØRREGAARD neue Beiträge zur Kenntnis der Fauna und Stratigraphie der ordovizischen Schichtenserie liefern, und die die nachstehende Übersicht ermöglicht haben.

¹⁾ K. A. GRÖNWALL & V. MILTHERS: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark, Kortbladet Bornholm. Danmarks Geol. Undersøgelse, 1. Række Nr. 13, København 1916.

²⁾ H. P. A. FUNKQUIST: Asaphusregionens Omfattning i Sydöstra Skåne och på Bornholm. Medd. Lunds Geol. Fältklubb, Ser. B. Nr. 11. Lund 1919.

³⁾ E. M. NØRREGAARD: Bjergarterne i Bornholms og Sydøst-Skånes Asaphus-Region. Danmarks Geol. Undersøgelse, 4. Række, Bd. 1, Nr. 19, København 1925.

⁴⁾ CHR. POULSEN: Om Dictyograptusskiferen paa Bornholm. Medd. Dansk Geol. Foren. Bd. 6 H. 2, København 1922.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Direktor des Mineralogisk Museum, Professor O. B. BØGGILD, an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen für die Unterstützung, die er während mehrerer Jahre meinen Untersuchungen hat zu Teil werden lassen, indem er einen Teil der für geologische Reisen vorhandenen Mittel zu meiner Verfügung stellte. Auch Dozent J. P. J. RAVN, dem Leiter der paläontologischen Sammlungen, schulde ich großen Dank für das Interesse, mit dem er den Untersuchungen gefolgt ist und für die große Bereitwilligkeit, mit der er mir bei verschiedenen Gelegenheiten mit Rat und Auskünften zur Seite gestanden hat.

Dictyonemaschiefer.

Über diese Ablagerung liegen bisher keine Beobachtungen vor, welche die vom Verf. 1922 publizierten Ergebnisse ergänzen könnten¹⁾.

Orthoceratitenkalk.

JOHNSTRUP gibt in seinem »Abriß der Geologie von Bornholm«, 1891, nur eine äußerst kurze Beschreibung des Bornholmer Orthoceratitenkalks.

GRÖNWALL bespricht in seiner Beschreibung zur geologischen Karte von Bornholm (S. 71—74) den Orthoceratitenkalk etwas ausführlicher, teilt neue Beobachtungen mit, und ordnet auf der Grundlage seines reichen Beobachtungsmaterials den Orthoceratitenkalk in einer von der Auffassung JOHNSTRUP's recht abweichenden Weise in das geologische Kartenbild ein. GRÖNWALL's Beschreibung dreht sich natürlich hauptsächlich um diejenigen Fragen, die für die Ausarbeitung der geologischen Karte von Bedeutung waren. Sein Material gab jedoch Veranlassung zu einem Vergleich mit dem Orthoceratitenkalk von Schonen, wobei GRÖNWALL zu folgenden Ergebnissen kommt: »Der Bornholmer Orthoceratitenkalk stimmt sowohl paläontologisch als auch petrographisch vollkommen mit dem Orthoceratitenkalk des südöstlichen Schonen überein. Dagegen ist der Orthoceratitenkalk von Fogelsång etwas abweichend ausgebildet, da dieser dunkler und fast schwarz ist.

Man ist somit berechtigt, den Orthoceratitenkalk bei einem Ver-

¹⁾ CHR. POULSEN: Om Dictyograptuskiferen paa Bornholm. Medd. Dansk Geol. Foren. Bd. 6 Nr. 8, København 1922. (Zugleich erschienen: Danmarks Geol. Undersøgelser, 4. Række, Bd. 1, Nr. 16).

gleich zwischen den Ordovizium Bornholms und Schonens als Fixpunkt zu betrachten.«

GRÖNWALL's Arbeiten haben uns ein ausgezeichnetes Bild von dem Habitus und den Lagerungsverhältnissen des Orthoceratitenkalks von Bornholm geliefert. Eine Untersuchung der Fauna des Orthoceratitenkalks, der bisher als recht artenarm betrachtet wurde, stand jedoch noch aus. Um diese Lücke auszufüllen, sammelte der Verf. bei verschiedenen Gelegenheiten Versteinerungen an den verhältnismäßig wenigen Lokalitäten, die heute noch zugänglich sind, nämlich Skelbro (Risebæk), Limensgade und an einer Lokalität 200 m nördl. von Vasagaard.

Der ca. 5 m mächtige Orthoceratitenkalk zeigt an den verschiedenen Stellen keine größeren petrographischen Unterschiede. An allen drei Lokalitäten findet man zu unterst eine ca. 12 cm mächtige Schicht, die GRÖNWALL folgendermaßen beschreibt¹⁾: »Wie bereits früher angedeutet, findet sich im liegenden Teil des Orthoceratitenkalks ein Phosphoritkonglomerat, welches DEECKE (1897) zum ersten Mal beschrieben hat. Zu unterst findet man hier dichten Phosphorit mit deutlicher Schichtung, in welchem DEECKE chalcedonisierte Schwammnadeln gefunden hat. Darüber kommt eine Schicht, die durcheinander kristallisierten Kalkspat, Phosphoritknollen und Glaukonitkörner enthält. Diese Schicht ist 12 cm mächtig und wird nach oben von einer »Trockenfläche« begrenzt.«

Ein sorgfältiges Absuchen dieser Schicht führte zu dem Ergebnis, daß Versteinerungen ausschließlich auf den Phosphorit beschränkt sind. Die Phosphoritknollen im Konglomerat enthalten die gleichen Arten wie die Phosphoritschicht selbst, nämlich:

Obolus (Bröggeria) salteri (HOLL)

Obolus? sp. ind.

Hyolithus? sp. ind.

Obolus (Bröggeria) salteri (HOLL) hat eine verhältnismäßig große vertikale Verbreitung, indem sie in der Olenusstufe, im Dictyonemaschiefer und im Ceratopygekalk vorkommt. Sie ist jedoch nicht aus jüngeren Schichten als aus dem Ceratopygekalk bekannt. Es liegen somit die beiden folgenden Möglichkeiten vor: Entweder gehört die nur 2—4 cm mächtige Phosphoritschicht zu dem darunterliegenden Dictyonemaschiefer, was am wahrscheinlichsten ist, oder sie ist ein Äquivalent der Ceratopygeschichten oder eines Teiles der-

¹⁾ op. cit. p. 73.

selben. Das Konglomerat über der Phosphoritschicht muß auf jeden Fall als das Basalkonglomerat des Orthoceratitenkalks aufgefaßt werden; es ist ein ausgeprägtes Transgressionskonglomerat mit abgerollten Bruchstücken aus der liegenden Phosphoritschicht und enthält außerdem große Mengen von Glaukonitkörnern.

Die Schichtserie über dem Phosphorithorizont, der eigentliche Orthoceratitenkalk, kann petrographisch in vier Horizonte eingeteilt werden. Über dem Basalkonglomerat folgt zunächst ca. 30 cm glaukonithaltiger Kalkstein mit verstreuten, kleinen, kantigen Phosphoritstücken. Diese Schicht, welche lokal (Skelbro) sehr fossilreich ist und mehrere »Trockenflächen« von der Art enthält, wie sie auch an der oberen Grenze des Basalkonglomerats zu finden ist, wird von einer ca. 100 cm mächtigen Serie ziemlich gleichartiger Kalkbänke überlagert. Darüber folgt eine ca. 80 cm mächtige Serie von dünnen Kalkbänken, die mit dünnen 0.5—4.0 cm mächtigen Tonschieferlagen wechsellagern. Die oberste Abteilung ist ein dickbankiger Kalkstein, dessen Mächtigkeit schätzungsweise zu ca. 280 cm bestimmt werden kann.

Über die Fauna des Bornholmer Orthoceratitenkalks finden wir in der Literatur nur spärliche Angaben. JOHNSTRUP¹⁾ nennt folgende Arten: *Megalaspis limbata* SARS & BOECK, *Ptychopyge applanata* ANG., *Niobe insignis* LINRS.²⁾, *Symphysurus palpebrosus* (DALM.), *Nileus armadillo* DALM., *Agnostus glabratus* ANG., *Orthoceras* sp. »zwei undeutliche Exemplare wahrscheinlich *Orth. regulare* und *communis*«, *Bellerophon* sp. und *Euomphalus* sp., »die beiden letzteren aus der obersten dunklen Kalkbank.«

Nach GRÖNWALL³⁾ kommen folgende Versteinerungen am häufigsten vor: *Megalaspis limbata* SARS & BOECK, *Ptychopyge applanata* ANG., *Symphysurus palpebrosus* (DALM.), *Nileus armadillo* DALM., sowie Arten von *Orthoceras*, *Bellerophon* und *Euomphalus*.

Diese Fauna läßt erkennen, wie auch bereits GRÖNWALL bemerkt, dass der Orthoceratitenkalk von Bornholm den älteren Teilen des schwedischen Orthoceratitenkalks entspricht und nach FUNKQUIST³⁾ sowohl den Limbatakalk als auch den unteren Asaphuskalk umfaßt. Leider hat sich auf Bornholm keine Grenze zwischen diesen

1) F. JOHNSTRUP: Abriß der Geologie von Bornholm. 1891, p. 24.

2) Es glückte dem Verf. nicht, diese zur Ceratopygefauna gehörige Art zu finden. Es liegt hier wahrscheinlich eine Verwechslung mit *Niobe frontalis* (DALM.) vor.

3) op. cit. p. 73.

4) op. cit. p. 33 und 47.

beiden Abteilungen nachweisen lassen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß die Versteinerungen in einem Teil der Schichten so schlecht erhalten sind, daß sie sich nicht mit Sicherheit bestimmen lassen. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß *Ptychopyge appplanata* ANG., eine der für den unteren Asaphuskalk charakteristischen Arten, erst in der obersten der vier oben besprochenen Abteilungen des Orthoceratitenkalks aufzutreten scheint.

Die Fauna des Bornholmer Orthoceratitenkalks besteht fast ausschließlich aus Trilobiten; die restlichen, wenigen Arten von Brachiopoden, Mollusken und Ostrakoden sind für die vorliegende Übersicht bedeutungslos. Das vorliegende Material enthält 41 Trilobitenarten, von denen 16 neu sind. Eine Beschreibung der Fauna wird später nach Abschluß der Materialbearbeitung erfolgen.

In der beifolgenden Übersicht (S. 48—49) über die vertikale und horizontale Verbreitung der Trilobiten wird nur zwischen einem unteren und einem oberen fossilführenden Horizont (Schicht A und B) unterschieden; der Limbatakalk und der untere Asaphuskalk sind in einer Rubrik (als Schicht B) eingeordnet, da ein sehr großer Teil des dem Schema zugrunde liegenden Materials aus älteren Sammlungen stammt, die keine näheren Angaben über das Herkunftsniveau der betreffenden Fossilien enthalten. Hierzu tritt noch die oben erwähnte Schwierigkeit einer Grenzziehung zwischen dem Limbatakalk und dem unteren Asaphuskalk von Bornholm.

Das Material aus der Schicht A, dem unteren fossilführenden Horizont, entstammt mit Ausnahme von drei Exemplaren den Aufsammlungen des Verfs. Es handelt sich hier um die Schicht unmittelbar über dem Basalkonglomerat des Orthoceratitenkalks. Diese ist, wie oben erwähnt, ca. 30 cm mächtig und enthält kleine, kantige Stücke schwarzen Phosphorits, der ein so charakteristischer Bestandteil ist, daß eine Verwechslung mit Schicht B ausgeschlossen ist, selbst in den Fällen, wo nur Handstücke zur Verfügung stehen; außerdem ist Schicht A bedeutend reicher an Glaukonitkörnern als Schicht B. Die Schicht war nur bei Skelbro und Limensgade zugänglich und ist z. Zt. nur noch an der letztgenannten Lokalität aufgeschlossen. Bei Skelbro treten wohlerhaltene Versteinerungen in großen Mengen auf, bei Limensgade findet man dagegen nur unbestimmbare Bruchstücke.

Bei Betrachtung der Faunenliste fällt der große faunistische Unterschied zwischen Schicht A und Schicht B ins Auge. Schicht A enthält 26 Trilobitenarten, von denen sich nur 6 in Schicht B

Übersicht der vertikalen und der horizontalen Verbreitung der Trilobiten des Orthoceratitenkalks von Bornholm.

	Vertikale Verbreitung in anderen Gebieten ¹⁾											
	A. Umbonakalk	B. Limbatakalk und u. Asaphuskalk	Sjelbro	Store Duegaard	Limensgade	Soldatergaard	Vasagaard	Ceratopygeschichten	Planulimbatakalk	Limbatakalk	Unterer Asaphuskalk	Jüngere Horizonte
1. <i>Ampyx nasutus</i> DALM.	—	*	—	—	—	—	*	—	—	*	*	*
2. — <i>volborthi</i> SCHM.	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. — n. sp.	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	*	—
4. <i>Ceratopyge</i> n. sp.	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. <i>Cybele</i> n. sp.	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. <i>Cyclopyge umbonata</i> (ANG.)	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. — — n. var.	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. <i>Cyrtometopus clavifrons</i> (DALM.)	—	*	—	—	—	—	*	—	*	*	*	*
9. — sp.	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. — n. sp.	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11. <i>Harpides</i> n. sp.	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. <i>Harpina</i> vel <i>Harpes</i> sp.	—	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. <i>Holometopus</i> n. sp.	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14. <i>Illaeus revaliensis</i> HOLM.	—	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	*
15. — sp.	—	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16. <i>Megalaspis acuticauda</i> ANG.	—	*	—	—	—	—	*	—	—	—	*	—
17. — cfr. <i>explanata</i> ANG.	—	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18. — <i>limbata</i> SARS & BOECK.	*	*	*	*	*	*	*	—	*	*	*	—
19. — <i>stenorhachis</i> ANG.	*	*	—	*	—	—	*	—	—	?	—	—
20. <i>Nileus armadillo</i> DALM.	*	*	*	*	—	*	*	*	*	*	*	*

¹⁾ Zusammenstellung hauptsächlich auf der Grundlage der folgenden Arbeiten: W. C. BRÖGGER, Die silurischen Etagen 2 und 3. 1882. W. LAMANSKY, Die ältesten silurischen Schichten Rußlands (Etage B). 1905. G. LINDSTRÖM, List of the Fossil Fauna of Sweden. 1888. J. C. MOBERG, Anteckningar om Ölands ortocerakalk. 1890. J. C. MOBERG & C. O. SEGERBERG, Bidrag til kannedomen om Ceratopygeregionen. 1906. F. SCHMIDT, Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. 1881—1907. C. WIMAN, Über das Silurgebiet des Bottnischen Meeres. 1893. C. WIMAN, Über die Silurformation in Jemtland. 1893. C. WIMAN, Ein Shumardiaschiefer bei Lanna in Nerike. 1905.

²⁾ LINDSTRÖM (op. cit. p. 9) erwähnt *Megalaspis stenorhachis* ANG. aus dem

	Vertikale Verbreitung in anderen Gebieten							Jüngere Horizonte				
	A. Umbonataalk	B. Limbataalk und u. Asaphuskalk	Skebro	Store Duegaard	Limensgade	Soldatergaard	Vasagaard		Ceratopygeschichten	Planilimbataalk	Limbataalk	Unterer Asaphuskalk
21. <i>Niobe explanata</i> ANG.....	*	*	*	*	*	*	*	—	—	—	*	—
22. — <i>frontalis</i> (DALM.).....	*	*	*	*	*	*	*	—	*	*	*	*
23. — <i>laeviceps</i> (DALM.).....	*	—	*	*	—	—	—	*	*	*	—	—
24. — <i>lindströmi</i> SCHM.....	*	*	*	*	—	—	—	—	—	—	*	—
25. — sp.....	—	*	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—
26. — n. sp.....	—	?	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—
27. <i>Pterygometopus sclerops</i> (DALM.)	—	*	—	—	—	—	*	—	—	—	*	*
28. <i>Ptychopyge applanata</i> ANG.....	—	*	*	*	*	*	*	—	—	—	—	*
29. — <i>media</i> ANG.....	—	*	*	*	—	—	—	—	—	—	?	—
30. — <i>multicostata</i> ANG....	—	*	*	—	—	—	—	—	—	—	?	—
31. — <i>truncata</i> (NIESZK.)..	—	*	*	—	—	—	*	—	—	—	*	*
32. — n. sp.....	—	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33. <i>Remopleurides</i> n. sp.....	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34. <i>Stygina?</i> n. sp.....	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35. <i>Symphysurus palpebrosus</i> (DALM.).....	*	*	*	*	*	*	*	—	—	*	*	*
36. <i>Trinodus lentiformis</i> (ANG.)....	*	*	*	—	—	—	*	—	*	—	*	—
37. — n. sp. aff. <i>tardus</i> (BARR.).....	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38. <i>Trinucleoides</i> n. sp.....	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39. n. gen. et n. sp. I.....	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40. - - - - II.....	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41. - - - - III.....	*	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—

wiederfinden. Es ist daher gerechtfertigt, Schicht A als eine besondere stratigraphische Einheit anzusehen. Für diese Ansicht spricht auch die Tatsache, daß mehrere Arten aus Schicht A Beziehungen zu Arten des Ceratopygekalks und des Planilimbataalks haben. Dies gilt z. B. für *Megalaspis stenorhachis* ANG., eine Art, deren vertikale Verbreitung wohl noch nicht endgültig feststeht, die jedoch beson-

«Lower gray Orthoceratite limestone». Es dürfte jedoch zweifelhaft sein, ob diese Art in einem so hohen Niveau des Orthoceratitenkalks vorkommt. MOBERG (op. cit. p. 22) hat darauf hingewiesen, daß wahrscheinlich in den Sammlungen, welche die Grundlage für LINDSTRÖM's Fossilisten gebildet haben, in einigen Fällen eine Mischung von Arten aus verschiedenen Horizonten vorgekommen ist.

ders im Ceratopygekalk und im Planilimbatakalk auftritt. In diesem Zusammenhang sei auch die Gattung *Ceratopyge* CORDA erwähnt, die durch eine neue Art vertreten ist, ferner eine neue Art von *Harpides*, welche der im Ceratopygekalk und im Shumardiaschiefer auftretenden Art *Harpides rugosus* SARS & BOECK sehr nahe steht.

Die sechs Arten, die sowohl in Schicht A wie auch in Schicht B auftreten, sind *Megalaspis limbata* SARS & BOECK, *Nileus armadillo* (DALM.) *Niobe explanata* ANG., *Niobe frontalis* (DALM.), *Symphysurus palpebrosus* (DALM.) und *Trinodus lentiformis* (ANG.). Diese sind zwar typische Arten des Orthoceratitenkalks, jedoch haben einige von ihnen, nämlich *Nileus armadillo*, *Niobe frontalis* und *Trinodus lentiformis*, eine ziemlich bedeutende vertikale Verbreitung, da sie schon im Planilimbatakalk auftreten, die erstgenannte Art sogar schon im Ceratopygekalk. Dasselbe gilt für *Niobe laeviceps* (DALM.), von der man erwarten könnte, daß sie auch im unteren Teil von Schicht B auftritt, die jedoch bis jetzt nur aus Schicht A vorliegt. Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß *Nileus armadillo*, *Niobe frontalis*, *Niobe laeviceps* und *Trinodus lentiformis* ihre Blütezeit nach der Ablagerung des Planilimbatakalks erreichten.

Typische Exemplare von *Megalaspis limbata* treten in Schicht A zusammen mit Formen auf, welche Beziehungen zu älteren Faunen aufweisen. Infolgedessen ist es wohl am richtigsten, diese Schicht als eine Übergangsbildung zwischen dem Planilimbatakalk und dem Limbatakalk aufzufassen.

Eine Fauna, wie sie die Schicht A charakterisiert, ist aus anderen Gegenden noch nicht bekannt geworden; zwei der Arten geben jedoch einen Hinweis darauf, daß sich möglicherweise durch erneute Untersuchungen bei Fogelsång und vielleicht auch im südöstlichen Schonen eine ähnliche Übergangszone wird nachweisen lassen. In erster Linie denke ich hier an *Cyclopyge umbonata* (ANG.), eine der häufigsten Arten der Schicht A, die nach allem, was bisher bekannt ist, als Leitfossil für diese Schicht anzusehen ist. Diese Art ist meines Wissens bisher nur von Fogelsång bekannt, wo sie in der Basis-schicht des Orthoceratitenkalks äußerst zahlreich ist¹⁾. Hier tritt sie zusammen mit einer reichen Fauna auf, die noch nicht näher untersucht ist, die jedoch vermutlich mehrere der von Schicht A erwähnten neuen Arten enthält. Das Auftreten von *Cyclopyge um-*

¹⁾ J. C. MOBERG: *Aeglina umbonata* ANGELIN sp. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl., Bd. 29. Stockholm 1907.

bonata bei Fogelsång deutet darauf hin, daß es sich hier um ein Äquivalent zu Schicht A handelt. In Übereinstimmung mit der für die übrigen Unterabteilungen des Orthoceratitenkalks gültigen Terminologie kann man deshalb für diesen Horizont passend den Namen Umbonatakalk in Vorschlag bringen.

ANGELIN zitiert in der *Palaeontologia Scandinavica* *Holometopus limbatus* ANG. aus dem Orthoceratitenkalk von Fogelsång. Nach MOBERG¹⁾ ist diese Art eine der charakteristischen Fossilien des Planilimbatakalks und muß daher wohl aus der Basisschicht mit *Cyclopyge umbonata* stammen. Auch hierdurch erhält die Auffassung eine Stütze, daß der Umbonatakalk als eine Übergangsbildung zwischen dem Planilimbatakalk und dem Limbatakalk anzusprechen ist.

Der Orthoceratitenkalk des südöstlichen Schonens ist nach FUNKQUIST²⁾ als Limbatakalk und unterer Asaphuskalk entwickelt, und es ist nun die Frage, ob auch in diesem Gebiet eine dem Umbonatakalk entsprechende Übergangszone vorhanden ist. *Megalaspis limbata* SARS & BOECK geht im unteren Teil des Orthoceratitenkalks bei Komstad nach unten zu sogar bis zur Grenze gegen die Schiefer mit *Isograptus gibberulus* NICH. In der Basisschicht des Kalks fand FUNKQUIST ein Bruchstück einer *Ceratopyge*-Art (Kopfschild), welche sich von den sonst bekannten Arten der Gattung durch einen ungewöhnlich schmalen vorderen Limbus auszeichnet. Durch das gleiche Merkmal ist auch die im Umbonatakalk von Bornholm auftretende *Ceratopyge* n. sp. gekennzeichnet; ein Vergleich des Bornholmer Exemplars mit dem von Komstad war leider unmöglich, da das letztere in der im Geologischen Institut in Lund aufbewahrten Sammlung FUNKQUIST's nicht zu finden war. Ob auch im südöstlichen Schonen eine Übergangszone mit *Cyclopyge umbonata* ausgebildet ist, wird sich erst durch erneute Untersuchungen feststellen lassen. Die erwähnte, von FUNKQUIST zusammen mit *Megalaspis limbata* gefundene neue *Ceratopyge*-Art erlaubt jedoch den Schluß, daß diese Zone auch im südöstlichen Schonen ausgebildet zu sein scheint.

Ein weiteres Resultat der Untersuchungen an der Trilobitenfauna des Bornholmer Orthoceratitenkalks ist der Nachweis, daß drei Arten nämlich *Ampyx volborthi* SCHM., *Iliaenus revaliensis* HOLM

¹⁾ J. C. MOBERG: Anteckningar om Ölands ortoceralk. Sveriges Geol. Undersökn., Ser. C, Nr. 109. Stockholm 1890.

²⁾ op. cit.

und *Niobe lindströmi* SCHM., eine größere vertikale Verbreitung besitzen als bisher angenommen wurde (s. die tabellarische Übersicht S. 48—49).

Nach den petrographischen Eigenschaften seiner Gesteine zu schließen, ist der untere Teil des Bornholmer Orthoceratitenkalks, der Umbonatakalk, in sehr geringer Tiefe zum Absatz gelangt. Verf. schließt sich in jeder Beziehung GRÖNWALL's Vermutung¹⁾ an, daß die Meerestiefe so gering gewesen ist, daß sich die Wirkungen von Ebbe und Flut geltend machen konnten. Hierauf deuten, wie schon GRÖNWALL bemerkte, die eingestreuten Phosphoritknollen hin. Diese sind vom selben petrographischen Typus wie die Phosphoritschicht zwischen dem Dictyonemaschiefer und dem Orthoceratitenkalk, von welcher sie wahrscheinlich herrühren. Der Rest des Orthoceratitenkalks, der Limbatakalk und der untere Asaphuskalk, ist in bedeutend tieferem Wasser sedimentiert worden als der Umbonatakalk²⁾, jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach in der sublitoralen Zone.

Unterer Dicellograptusschiefer.

Zwischen dem Orthoceratitenkalk und dem mittleren Dicellograptusschiefer findet sich ein seit langem bekannter Komplex von Tonschiefern. Das zweifellos beste Profil befand sich in dem jetzt aufgelassenen und mit Wasser gefüllten Kalkbruch von Soldatergaard, von wo JOHNSTRUP Sammlungen zusammengebracht hat.

GRÖNWALL schenkte dieser Schieferserie besondere Aufmerksamkeit und untersuchte sie im Soldatergaard-Kalkbruch und an der Lokalität 200 m nördl. von Vasagaard. GRÖNWALL stellte sich die Aufgabe zu untersuchen, ob der Orthoceratitenkalk von Bornholm von einer Zone mit *Trinucleus bronni* (SARS & BOECK) (= *T. coscinorrhinus* ANG.) überlagert sei, wie es im südöstlichen Schonen der Fall ist. GRÖNWALL³⁾ kam hierbei zu dem Ergebnis, daß diese Zone »anscheinend durch die den Orthoceratitenkalk überlagernden fossilleeren Schiefer vertreten wird.«

Später untersuchte FUNKQUIST die Schichten nördl. von Vasa-

¹⁾ op. cit. p. 73.

²⁾ E. M. NØRREGAARD: Nogle Bemærkninger om Ortoceratitkalkens Petrografi. Medd. Dansk Geol. Foren., Bd. 3. København 1907.

³⁾ op. cit. p. 75.

gaard und an der Læsaa südsüdöstl. von Hullegaard und nahm eine detaillierte stratigraphische Unterteilung vor¹⁾. NØRREGAARD²⁾ publizierte eine petrographische Beschreibung der aufgesammelten Gesteinsproben. Nach FUNKQUIST enthalten die Schiefer kein eigentliches Leitfossil, so daß ihr richtiger Platz in der Schichtenfolge nur schwierig anzugeben ist, jedoch meint er, daß diese Serie wahrscheinlich den Schieferm über der Zone mit *Trinucleus bronni* bei Tommarp entsprechen.

Auf Grund von FUNKQUIST's Untersuchungen kann man nach Ansicht des Verfs. die Schieferserie in zwei Abteilungen gliedern.

Die untere Abteilung beginnt mit einem eigenartigen, bis zu 30 cm mächtigen Konglomerat. Dieses lagert direkt auf dem Orthoceratitenkalk und besteht aus schwarzem, phosphoritischem Tonschiefer, der oolithische, meist linsenförmige Phosphorit- und Pyritkonkretionen enthält. In dieser Schicht, die gegenwärtig nur im Bett der Læsaa in der Grabensenke bei Limensgade zugänglich ist (Fig. 3, S. 61 und Fig. 4, S. 64), fand der Verf. Conodonten, welche verschiedenen Arten der Gattung *Drepanodus* PANDER angehören. Im übrigen besteht diese untere Abteilung aus Tonschiefern, wechsellagernd mit schiefrigem Ton, deren Gesamtmächtigkeit etwa 160 cm ausmacht. Die Schichten sind stellenweise im Bett der Læsaa östl. des Soldatergaard-Kalkbruchs aufgeschlossen. In einem Niveau ungefähr in der Mitte dieser Serie finden sich spärliche, unbestimmbare Fragmente artikulatier Brachiopoden (*Orthis?*).

Die obere Abteilung ist jetzt nur in der Læsaa südsüdöstl. von Hullegaard aufgeschlossen (Lok. B auf der Karte S. 61). Hier findet man zu unterst ein ca. 5 cm mächtiges Konglomerat aus grünem, sandigem, glimmerhaltigem Schiefer mit walnußgroßen Knollen schwarzen Phosphorits; darüber folgen ca. 4—6 cm blaugrüner, glimmerhaltiger Tonschiefer, überlagert von etwa 60 cm grauem Tonschiefer, dessen obere 22 cm dunkler sind und algenähnliche Flecken zeigen. Das Einfallen der Schichten ist 3° nach N 17° O. Etwas weiter nördlich (Lok. A auf der Karte S. 61) folgen im Hangenden schwarze Schiefer mit *Climacograptus rugosus* TULLB. (mittlerer Dicellograptusschiefer). Die Schichten bei Lok. B sind ziemlich fossilarm. In dem blaugrünen Schiefer fand sich nur ein Fragment eines Ichthyodoruliten. Der graue Schiefer enthält folgende Arten:

¹⁾ op. cit. p. 30—31.

²⁾ op. cit. (1925).

Diplograptus törnquisti HDG.

Climacograptus cf. putillus (HALL)

— *scharenbergi* LAPW.

Lingula dicellograptorum HDG.

Sowerbyella sericea (SOW.) var. *restricta* (HDG.).

Das Material, welches JOHNSTRUP aus diesem Horizont des Soldatergaard-Kalkbruchs sammelte, enthält folgende Arten:

Climacograptus scharenbergi LAPW.

Sowerbyella sericea (SOW.) var. *restricta* (HDG.)

Orthis argentea HIS.

Hyolithus (s. 1.) sp. ind.

Da *Diplograptus törnquisti* der obersten Zone des unteren Dicellograptusschiefers (Zone mit *Nemagraptus gracilis* (HALL)) angehört und *Sowerbyella sericea* var. *restricta* in dieser Zone zum ersten Mal auftritt, so genügt diese kleine Fauna vollauf zur Altersfestlegung der oberen Abteilung der Schieferserie. Dieses Ergebnis konnte man schon im Voraus vermuten, da der graue Schiefer nach oben allmählich in schwarzen Schiefer mit *Climacograptus rugosus* übergeht.

Die untere, fast fossilleere Abteilung der Schieferserie ist sehr viel schwieriger altersmäßig zu bestimmen, da man hier nur die petrographische Beschaffenheit der Gesteine als Anhaltspunkt hat. Jedenfalls ist es bemerkenswert, daß nach GRÖNWALL¹⁾ und FUNKQUIST²⁾ der Orthoceratitenkalk (untere Asaphuskalk) von Tommarp von einem Phosphoritkonglomerat überlagert wird, welches dem Konglomerat an der Basis der Schieferabteilung von Bornholm sehr ähnlich ist. Bei Tommarp bildet dieses Konglomerat die Grenze zwischen dem Orthoceratitenkalk und den Schichten mit *Trinucleus bronni*. GRÖNWALL³⁾ parallelisierte das Phosphoritkonglomerat von Tommarp mit dem von Bornholm und schloß daraus, daß die Zone mit *Trinucleus bronni* wahrscheinlich durch die fossilleeren Schiefer vertreten wird, welche den Bornholmer Orthoceratitenkalk überlagern. Wie oben dargelegt, gehören jedoch die obersten 70 cm dieser Schieferserie zur obersten Zone des unteren Dicellograptusschiefers, der Zone mit *Nemagraptus gra-*

1) op. cit.

2) op. cit.

3) op. cit. p. 75.

cilis (HALL). GRÖNWALL's Parallelisierung muß daher auf den unteren Teil der Schieferserie beschränkt werden. Die Lücke über dem Orthoceratitenkalk hat demnach auf Bornholm denselben Umfang wie im südöstl. Schonen und entspricht dem oberen Didymograptusschiefer, sowie mindestens der Hälfte des unteren Dicellograptusschiefers. In Anbetracht dieser Übereinstimmung mit den Verhältnissen des südöstl. Schonen ist es eine überraschende Tatsache, daß das Ordovizium Bornholms von der Zone mit *Nemagraptus gracilis* ab mehr Beziehungen zum Ordovizium des westl. Schonen aufweist, denn die Äquivalente des Cystideenschiefers und des Kalks mit *Ampyx rostratus* SARS von Südost-Schonen sind hier, wie auf Bornholm, typische Graptolithenschiefer (s. Schema S. 62).

Der Verf. hatte keine Gelegenheit, eine genauere Untersuchung der von FUNKQUIST beschriebenen Lokalitäten nördl. von Vasagaard vorzunehmen. Die Verhältnisse entsprechen hier, abgesehen von kleineren Mächtigkeitsschwankungen einiger Schichten, denen der Læsaa auf der Strecke von Lokalität B bis östl. des Soldatergaard-Kalkbruchs.

Mittlerer Dicellograptusschiefer.

Der mittlere Dicellograptusschiefer von Bornholm ist von HADDING¹⁾ ausführlich beschrieben worden. Da hierüber keine neueren Beobachtungen von wesentlicher Bedeutung vorliegen, so kann hier auf HADDING's Arbeiten verwiesen werden.

Trinucleusschiefer.

Ein vollständiges Profil durch den gesamten Trinucleusschiefer findet sich nur am Ufer der Læsaa nördl. von Vasagaard (Lokalität a auf der Karte S. 56), wo er auf mittlerem Dicellograptusschiefer auflagert.

Die Grenze zwischen dem Graptolithenschiefer und dem Trinucleusschiefer wird hier durch eine bis zu 20 cm mächtige, hellgelbe, stark umgewandelte, schiefrige Schicht markiert, die rostbraue Schichtflächen und zahlreiche Hohlräume, wahrscheinlich

¹⁾ A. HADDING: Der mittlere Dicellograptusschiefer auf Bornholm. Lunds Universitets Årsskrift, N. F., Afd. 2, Bd. 11, Nr. 4. 1915; siehe auch A. HADDING: Undre och mellersta dicellograptusskiffern i Skåne och på Bornholm. Medd. Dansk Geol. Foren. Bd. 4, pp. 361—382. København 1915.

nach Pyritkonkretionen, aufweist. Die Verwitterung dieser letzteren hat vielleicht die starke Umwandlung des Gesteins bewirkt. Die untersten 38 cm des Trinucleusschiefers sind ziemlich hart, gelbgrau oder hellgrau, mit unregelmäßigen, braunvioletten Flecken und muscheligen Bruch. Das Gestein ist sehr fossilarm, jedoch fand der Verf. Spongiennadeln (?), sowie einige Brachiopoden, unter denen

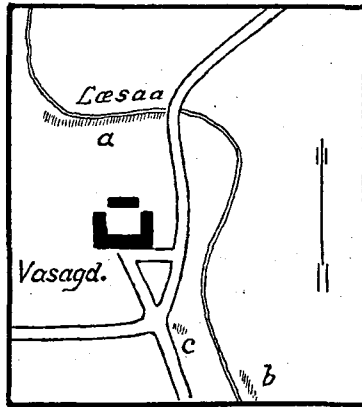


Fig. 1. Die Lokalitäten des Trinucleusschiefers bei Vasagaard.

Christiania tenuicincta (M'COY) am häufigsten ist, und einige noch nicht näher untersuchte Ostracoden. Über dieser Schicht folgt 274 cm graubrauner, weicher Tonschiefer, der petrographisch rechteinlich ist. Darin eingelagert sind zwei Kalkbänke, von denen die untere 7 cm, die obere 3 cm mächtig ist. Die untere dieser Kalkbänke liegt etwa 120, die obere etwa 260 cm über der Grenze gegen die Graptolithenschiefer. Die Gesamtmächtigkeit des Trinucleusschiefers im Profil nördl. von Vasagaard beträgt ca. 3,14 m.

Eine andere, seit langer Zeit bekannte Lokalität liegt südöstl. von Vasagaard am Abhänge östl. der Læsaa (Lok. b auf der Karte Fig. 1). Von dieser Lokalität stammt der größere Teil der im Laufe der Zeit im Trinucleusschiefer gesammelten Versteinerungen¹⁾.

Durch Zufall entdeckte der Verf. eine neue Lokalität des Trinucleusschiefers südsüdöstl. von Vasagaard dicht an der Straße (Lok. c auf der Karte Fig. 1). Dieses Vorkommen ist von bedeutendem Interesse, da der Schiefer hier einen graptolithenführenden Horizont enthält, was bisher auf Bornholm unbekannt war. Das Profil ist sehr niedrig; es sind nur 32 cm Schiefer aufgeschlossen. Es handelt sich um einen weichen, graubraunen Tonschiefer von der gleichen pe-

¹⁾ Die Trilobitenfauna ist von J. P. J. Ravn beschrieben worden («Trilobitfaunaen i den bornholmske Trinucleusskifer», Danmarks Geol. Unders., 2. Række, Nr. 10, København 1899). Seit dem Erscheinen dieser Arbeit sind indessen die Sammlungen ganz bedeutend gewachsen, und die Brachiopoden, Mollusken und Ostracoden sind überhaupt noch nicht näher untersucht.

trographischen Beschaffenheit wie die Hauptmasse des an den oben genannten Lokalitäten a und b bekannten Trinucleusschiefers. In Anbetracht der Wichtigkeit dieses Graptolithenfundes wurde das kleine Profil Schicht für Schicht gründlich abgesucht, um genügend Fossilien für eine stratigraphische Einordnung des Schiefers zusammen zu bringen. Das graptolithenführende Niveau liegt ungefähr in der Mitte des Profils.

Zu oberst finden sich 12 cm Schiefer mit

Christiania tenuicincta (M'COY)

Tretaspis granulata (WAHLB.) var. *bucklandi* (BARR.)

Darunter folgen 10 cm Schiefer mit

Dicellograptus anceps (NICH.) var. *bornholmiensis* n. var.

Diplograptus (*Orthograptus*) *gracilis* (ROEMER)

Climacograptus scalaris (HIS.) var. *normalis* (LAPW.)

Lingula? sp.

Discina sp.

Christiania tenuicincta (M'COY)

Orthoceras sp.

Tretaspis granulata (WAHLB.) var. *bucklandi* (BARR.).

In den untersten etwa 10 cm fand sich

Christiania tenuicincta (M'COY).

Das Auftreten von *Tretaspis granulata* var. *bucklandi* beweist, daß es sich hier bei Lokalität c um einen Teil des Trinucleusschiefers handelt. Ein Nivellement ergab, daß der Schiefer der Lokalität c den obersten 20—30 cm des Trinucleusschiefers der Lokalität a entspricht. Hier wird er jedoch direkt durch Moräne überlagert und ist daher oben so stark zertrümmert und verwittert, daß sicher bestimmbare Versteinerungen kaum zu finden sind. Ganz zuverlässig ist diese Niveaubestimmung jedoch nicht, da das schwache Fallen der Schichten im Verein mit den etwas unregelmäßigen Schichtflächen Fehlermöglichkeiten bei der Messung des Fallwinkels mit sich bringen. Für beide Lokalitäten wurde ein Einfallen von ca. 2—3° S gemessen. Unter allen Umständen gehört jedoch der Schiefer der Lokalität b zur oberen Abteilung des Trinucleusschiefers, der Zone mit *Staurocephalus clavifrons* ANG.

Da die Graptolithen eine wichtige Rolle für die Parallelisierung der Staurocephaluszone mit gewissen Formationen anderer Länder spielen, so sollen sie hier näher besprochen werden.

Dicellograptus anceps (NICH.) var. *bornholmiensis* n. var. (Fig. 2) tritt in großer Anzahl bei Lokalität c auf, in der Regel mit teilweise

erhaltenem Relief. Die Varietät weicht von der typischen Art nur durch die Länge der Sicula ab. Diese ist bei der typischen Art nur etwa 1,3 mm lang, während sie bei var. *bornholmiensis* eine Länge von 2,5—3 mm erreicht.

Das Vorkommen einer Varietät von *Dicellograptus anceps* zusammen mit *Climacograptus scalaris* var. *normalis* in der Staurocephaluszone gestattet deren Parallelisierung mit der Zone mit *Dicellograptus*

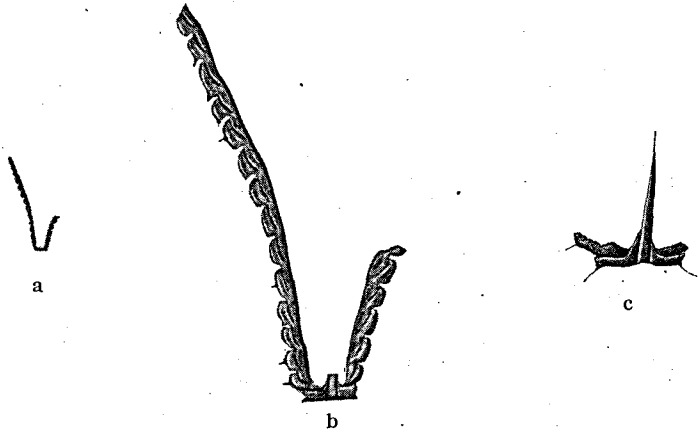


Fig. 2. *Dicellograptus anceps* (NICH.) var. *bornholmiensis* n. var. a: Rhabdosom ($\times 1$); b: dasselbe Exemplar ($\times 4.5$); c: der proximale Teil eines Rhabdosoms, um die lange Sicula zu zeigen ($\times 7$).

anceps, der obersten Zone der Upper Hartfell Shales von Schottland, wo *Climacograptus scalaris* var. *normalis* zum ersten Male auftritt. TULLBERG¹⁾ hatte bereits 1880 eine solche Auffassung geäußert, jedoch haben spätere schwedische Verfasser die Ansicht vertreten, daß der gesamte Trinucleusschiefer als ein Äquivalent der unteren Zone des Upper Hartfell, der Zone mit *Dicellograptus complanatus* LAFW., aufzufassen sei.

Die Zone mit *Dicellograptus anceps*, die also der skandinavischen Zone mit *Staurocephalus clavifrons* entspricht, wird allgemein als die oberste Zone des britischen Ordoviziums betrachtet. TROEDSSON hat wiederholt (1926 und später) zum Ausdruck gebracht²⁾, daß die Grenze zwischen Ordovizium und Silur in Skandinavien zwischen

¹⁾ S. A. TULLBERG: Om lagerföljden i de kambriska och siluriska aflagringarne vid Röstånga. 1880.

²⁾ G. T. TROEDSSON & G. ROSWALL: Nya data angående gränsen emellen ordovicium och gotlandium. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 48, h. 3, 1926.

dem *Staurocephalus*-Schiefer und der *Dalmanites*-stufe zu ziehen sei. Durch den Fund einer Varietät von *Dicellograptus anceps* zusammen mit *Climacograptus scalaris* var. *normalis* in der *Staurocephalus*-zone von Bornholm hält diese Anschauung eine Stütze. TROEDSSON betrachtet die *Dalmanites*-stufe als eine Transgressionsfazies des Rastritesschiefers¹⁾.

In der britischen Moffat-Serie wird das Upper Hartfell direkt von der untersten Zone des Lower Birkhill überlagert, nämlich durch die Zone mit *Diplograptus (Cephalograptus) acuminatus* LAPW., während in Schonen die entsprechende Schicht, die *Staurocephalus*-zone, vom *Dalmanites*-Schiefer überlagert wird; *Diplograptus (Cephalograptus) acuminatus* tritt erst im untersten Teil des Hangenden der *Dalmanites*-schichten, des Rastritesschiefers, auf. ULRICH²⁾ war also im Recht, wenn er zwischen dem Upper Hartfell und dem Lower Birkhill das Bestehen einer bedeutenden Sedimentationslücke annahm. Die *Dalmanites*-stufe füllt in Schweden jedenfalls einen Teil dieser Lücke aus.

Diplograptus (Orthograptus) gracilis (ROEMER), eine Art, die bei Lokalität c sehr häufig ist, ist von BULMAN³⁾ genauer beschrieben worden. Er erwähnt sie aus Ostseekalkgeschieben von Aarhus und Visby und fügt hinzu: »The species has been described only from loose blocks, the age of which is not known with certainty; probably E—F₁«.

Das Auftreten dieser Art in der Zone mit *Staurocephalus clavifrons* auf Bornholm wirft nun neues Licht auf die Frage nach dem Alter des Ostseekalks. Wenn auch die vertikale Verbreitung von *Diplograptus (Orthograptus) gracilis* unbekannt ist, so zeigt der neue Fund doch, daß jedenfalls ein Teil des Ostseekalks mit der skandinavischen Zone mit *Staurocephalus clavifrons* zu parallelisieren ist und also zum allerjüngsten Ordovizium gehört.

¹⁾ Diese Auffassung fand eine weitere Bestätigung durch die Untersuchungen THORSLUND'S in Dalarne (»Über den Brachiopodenschiefer und den jüngeren Riffkalk in Dalarne.« Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsaliensis, Ser. 4, Vol. 9, Nr. 9. Upsala 1935).

²⁾ E. O. ULRICH: Relative Value of Criteria Used in Drawing the Ordovician Silurian Boundary. (Bull. Geol. Soc. America, vol. 37, p. 305). 1926.

³⁾ O. M. B. BULMAN: On the Graptolites Prepared by HOLM, I, Certain »Diprionid« Graptolites and their Development (Arkiv för Zoologi, Bd. 24 A, Nr. 8, p. 21—22) — Stockholm 1932.

Auf der Grundlage dieser neuen Ergebnisse kann eine Parallelisierung der einzelnen Stufen des Ordoviziums von Bornholm und von Schonen Zone für Zone durchgeführt werden, wovon das folgende Schema (S. 62—63) ein Bild vermittelt.

Die Verwerfungen im Gebiet der Læsaa.

GRÖNWALL sagt in der Beschreibung zur geologischen Karte von Bornholm (S. 156) folgendes: »In der Schichtserie an der Læsaa, die JOHNSTRUP für regelmäßig eingemuldet hielt, ist die normale Schichtenfolge durch Verwerfungen unterbrochen; nach den Fallwinkeln zu urteilen, sind es vier. Aus dem Auftreten der Gesteine (Zonen) im Gelände kann man schließen, daß die Verwerfung zwischen Olenusschiefer und Orthoceratitenkalk nördl. von Vasagaard, sowie diejenige zwischen Orthoceratitenkalk und Grünen Schiefen bei Limensgade und Soldatergaard westnordwestlich oder westlich verlaufen. Dagegen ist es schwer zu sagen, wie die Verwerfungen zwischen Trinucleusschiefer und Dicellograptusschiefer südl. von Vasagaard, und zwischen Dicellograptusschiefer und Orthoceratitenkalk nebst Dictyograptusschiefer südl. von Hullegaard verlaufen. Vermutlich verlaufen beide in gleicher Richtung, da ihre Sprunghöhe nicht bedeutend sein kann. Ihr Einfluß auf die Verteilung der Zonen im Gelände ist auch ganz unbedeutend.«

Da GRÖNWALL selbst die beiden letztgenannten Verwerfungen als unbedeutend ansieht, und man auch nirgends ihre Existenz direkt beobachten kann, so gelangt man zu demselben Resultat wie HADDING¹⁾: »Die Schichten . . . sind sicher, wie schon JOHNSTRUP hervorgehoben hat, als Schichtköpfe einer großen Mulde zu betrachten. Die Neigungsverhältnisse weisen nämlich darauf hin, und Verwerfungen scheinen nicht vorhanden zu sein, oder sind wenigstens sehr klein und ohne Bedeutung für die Auffassung der Lagerungsverhältnisse.«

Bedeutenderen Störungen begegnet man in der Gegend des alten Kalkbruchs bei Limensgade, wo wir ein ziemlich kompliziertes Verwerfungsgebiet finden (Fig. 3, S. 61). Im Kalkbruch selbst fallen die Schichten mit 4° nach W 10° S ein, während das Einfallen im Soldatergaard-Kalkbruch 8—10° nach N 15° O beträgt. Die von GRÖNWALL festgestellte, NO—SW verlaufende Verwerfung,

¹⁾ op. cit. p. 11.

welche bei Store Bukkegaard die Grenze zwischen Alaunschiefer und Dicellograptusschiefer bildet, teilt daher wahrscheinlich den Orthoceratitenkalk in ein westliches, zu der großen Mulde gehörendes Gebiet, und in einen östlichen, von Verwerfungen begrenzten Block.

Unmittelbar gegenüber dem Kalkbruch bei Limensgade am Ostabhang der Læsaa wurde in früheren Zeiten Kalk gebrochen. Das

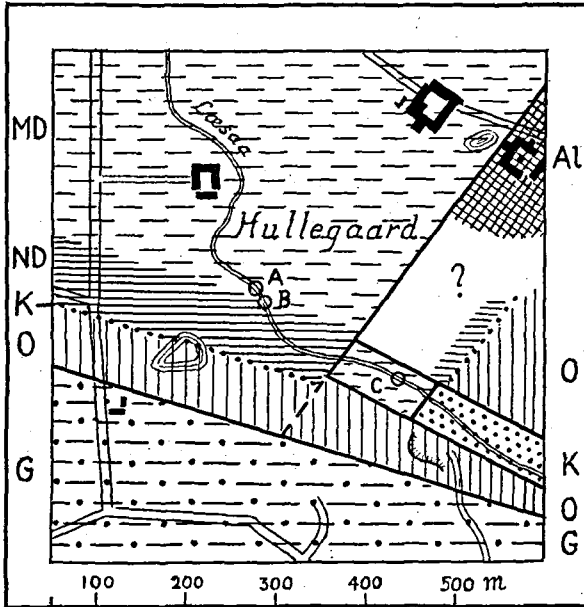


Fig. 3. Geologische Karte des Gebietes zwischen Hullegaard und Limensgade. G: Grüne Schiefer (Unterkambrium), Al: Alaunschiefer (Oberkambrium), O: Orthoceratitenkalk, K: Basiskonglomerat des unteren Dicellograptusschiefers, ND: Unterer Dicellograptusschiefer, MD: Mittlerer Dicellograptusschiefer.

Einfallen an dieser Stelle war nach JOHNSTRUP 35° NW. Im Bachbett selbst fand der Verf. zwischen diesen beiden Kalkvorkommen anstehende, horizontale Schichten des Phosphoritkonglomerats, welches die Grenze zwischen dem Orthoceratitenkalk und dem Unterem Dicellograptusschiefer bildet. Die Læsaa verläuft hier also in einer kleinen Grabensenke, wie aus der Karte (Fig. 3) und aus dem Profil (Fig. 4, S. 64) ersichtlich ist. Folgt man von hier aus dem Bachbett weiter nach NW, so trifft man bald auf horizontale Schichten von schwarzem Tonschiefer; bei der Lokalität C (vergl. Karte Fig. 3) führt dieser Schiefer folgende Arten: *Climacograpt-*

Vergleichende Übersicht über die Entwicklung des Ordoviziums in Schonen
und auf Bornholm.

Schonen		Bornholm
Stufen	Zonen	Zonen
Trinucleusschiefer. (Oberer Dicellograptusschiefer)	<i>Staurocephalus clavifrons.</i> <i>Ampyx portlocki.</i>	<i>Staurocephalus clavifrons</i> , <i>Dicellograptus anceps</i> var. <i>bornholmiensis</i> und <i>Climacograptus scalaris</i> var. <i>normalis.</i> <i>Ampyx portlocki.</i>
Mittlerer Dicellograptusschiefer	<i>Climacograptus styloideus</i> und <i>Pleurograptus linearis.</i> <i>Dicranograptus clingani.</i> <i>Climacograptus cf. antiquus.</i>	<i>Climacograptus styloideus.</i> <i>Dicranograptus clingani.</i> <i>Amplexograptus vasae.</i> <i>Climacograptus rugosus.</i>
	<i>Climacograptus rugosus.</i>	
Unterer Dicellograptusschiefer	<i>Nemagraptus gracilis.</i> <i>Climacograptus putillus.</i> <i>Glossograptus hincksi.</i>	<i>Diplograptus törnquisti.</i> (<i>Drepanodus</i> spp. in der untersten Schicht):
	<i>Trinucleus bronni.</i>	
Oberer Didymograptusschiefer	<i>Didymograptus geminus.</i> <i>Phyllograptus cf. typus.</i>	Lücke im südöstlichen Schonen. Lücke.

Orthoceratitenkalk	<i>Ptychopyge applanata</i> und <i>Megalaspis acuticauda</i> . <i>Megalaspis limbata</i> . <i>Cyclopyge umbonata</i> .	<i>Ptychopyge applanata</i> und <i>Megalaspis acuticauda</i> . <i>Megalaspis limbata</i> . <i>Cyclopyge umbonata</i> .
Unterer Didymograptusschiefer	<i>Isograptus gibberulus</i> . <i>Phyllograptus angustifolius</i> . <i>Didymograptus balticus</i> .	Lücke.
Ceratopygekalk	<i>Tetragraptus phyllograptoides</i> . / <i>Apatcephalus serratus</i> .	
Shumardiaschiefer	<i>Clonograptus heres</i> . / <i>Shumardia dicksoni</i> .	
Dictyonemaschiefer	<i>Dictyonema flabelliforme</i> var. <i>norvegica</i> . <i>Clonograptus tenellus</i> und <i>Bryograptus hunnebergensis</i> . <i>Dictyonema flabelliforme</i> .	? Phosphorit mit <i>Obolus</i> (<i>Bröggeria</i>) <i>salleri</i> . ? <i>Problematicum</i> (röhrenförmige Phosphoritschalen). <i>Clonograptus tenellus</i> und <i>Bryograptus hunnebergensis</i> . <i>Dictyonema flabelliforme</i> .

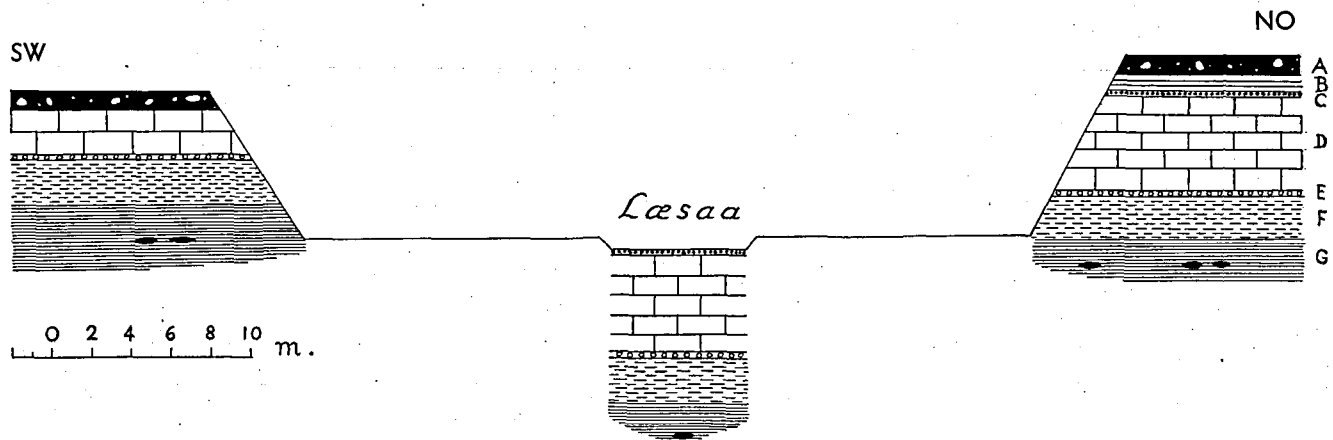


Fig. 4. Profil durch die Grabensenke bei Limensgade. A: Moräne, B: Unterer Dicollograptusschiefer, C: Oberes Phosphoritkonglomerat, D: Orthoceratitenkalk, E: Unteres Phosphoritkonglomerat, G: Alaunschiefer mit Anthrakonitlinsen (Oberkambrium, *Acerocare*-Zone).

tus rugosus TULLB., *Syrhipidograptus nathorsti* POULSEN, *Lingula dicellograptorum* HDG. var. *pulla* HDG., *Discina portlocki* GEIN., *Obolus rugosus* HDG., *Euomphalus bullaeformis* HDG. und *Anatifopsis? elongatus* HDG. Dies ist eine typische Fauna des mittleren Dicellograptusschiefers (der Zone mit *Climacograptus rugosus*). Etwas weiter bachaufwärts finden sich nach N einfallende Schichten von Unterem Dicellograptusschiefer (untere, fast fossilleere Serie). Man kann also vermuten, daß das Gebiet der kleinen Grabensenke in seinem äußersten, nordwestlichen Ende aus einem von allen Seiten durch Verwerfungen begrenzten Block besteht, dessen oberste Schicht, wie erwähnt, der mittlere Dicellograptusschiefer ist.

Die ordovizische Schichtserie bei Risebæk bildet eine genaue Parallele zu derjenigen an der Læsa. Frühere Verff. glaubten, daß das Profil bei Risebæk weniger vollständig sei, da der Trinucleusschiefer hier nur als lose Scholle in der Verwerfungsspalte zwischen Dicellograptusschiefer und den mesozoischen Schichten an der Mündung des Risebæk vorhanden sein sollte. Beim Wasserfall läßt sich jedoch feststellen, daß anstehender Trinucleusschiefer von mindestens 2 m Mächtigkeit dem Graptolithenschiefer normal auflagert. Stellenweise tritt der Trinucleusschiefer außerdem im obersten Teil der Steilküste östlich der Mündung des Risebæk unter der Moräne zu Tage.

Résumé.

Siden 1923 har Forf. ved forskellige Lejligheder indsamlet Forsteninger i Bornholms ordoviciske Lagserie i Forbindelse med stratigrafiske Undersøgelser. Disse Undersøgelser gik især ud paa at tilvejebringe Materiale fra Orthoceratitkalken og dens Hængende.

Bornholms Orthoceratitkalk, som nu kun gaar i Dagen ved Skelbro (Risebæk), Limensgade og 200 m Nord for Vasagaard, kan inddeles i følgende fem Afdelinger: 1) Nederst et ca. 6—8 cm mægtigt Basalkonglomerat med rullede Stykker af Fosforit fra det Liggende og med store Mængder af Glaukonitkorn, 2) ca. 30 cm glaukonitholdig Kalksten med smaa spredte, kantede Fosforitstykker (Umbonatakalk), 3) ca. 100 cm ensartet, temmelig tykbænket Kalksten (Limbatakalk), 4) ca. 80 cm tyndbænket Kalksten vekslende med tynde Lag af Lerskifer (Limbata-

kalk?) og 5) ca. 280 cm tykbænket Kalksten (Nedre Asaphuskalk). Laget over Basalkonglomeratet, som Forf. har givet Navnet Umbonata-kalk efter Lédefossilet, *Cyclopyge umbonata*, betragtes som Overgangszone mellem Planilimbatakalk og Limbatakalk paa Grund af Forekomsten af *Megalaspis limbata* sammen med Arter og Slægter, der har Tilknytning til Planilimbatakalken og Ceratopygekalken (se Faunalisten S. 48—49). Umbonatakalken paralleliseres med de nederste Lag af Orthoceratitkalken ved Fogelsång.

Det ca. 2,5 m mægtige Skiferkompleks, som overlejrer Orthoceratitkalken og som opadtil begrænses af den mellemste Dicellograptusskifer, deles i to Afdelinger, der begge indledes med et Fosforitkonglomerat.

Den nedre Afdeling gaar nu kun pletvis i Dagen i Bunden af Læsaa ved Limensgade og Øst for Soldatergaards Kalkbrud. I Basalkonglomeratet fandtes Conodonte (Arter af Slægten *Drepanodus*) og i et højere Niveau fandtes Brachiopodfragmenter (*Orthis?*); disse Fossiler giver ikke noget Holdpunkt for en nøjagtig Aldersbestemmelse af Lagene, men det maa anses for berettiget med det Kendskab, man nu har til de over- og underliggende Lag, at tiltræde GRÖNWALLS Parallelisering af denne Skiferserie med de i det sydøstlige Skaane forekommende Lag med *Trinucleus bronni* (= *T. coscinorrhinus*).

Den øvre Afdeling af Skiferserien gaar nu kun i Dagen i Bunden af Læsaa Sydsydøst for Hullegaard (Lok. B paa Kortet S. 61); Lagene overlejres direkte af mellemste Dicellograptusskifer og indeholder bl. a. *Diplograptus törnquisti*, *Climacograptus* cf. *putillus*, *Climacograptus scharenbergi* og *Sowerbyella sericea* var. *restricta*; Skiferen hører saaledes utvivlsomt til den nedre Dicellograptusskifers øverste Zone (Z. m. *Nemagraptus gracilis*).

Paa en ny Lokalitet ved Vasagaard (Lok. c paa Kortet S. 56) er Trinucleusskiferens øverste Lag, Zonen med *Staurocephalus clavifrons*, blottet i et lille Profil. I Trinucleusskiferen findes der her en graptolitførende Horizont med *Dicellograptus anceps* var. *bornholmiensis* n. var., *Climacograptus scalaris* var. *normalis* og *Diplograptus (Orthograptus) gracilis*. Paa Grundlag af dette Graptolitfund maa Zonen med *Staurocephalus clavifrons* paralleliseres med den øverste Zone i Upper Hartfell i Skotland, Zonen med *Dicellograptus anceps* (Ordoviciets yngste Zone). *Diplograptus (Orthograptus) gracilis* kendtes tidligere kun fra løse Blokke af Østersøkalk; Fundet af denne Art i Staurocephaluszonen tyder paa, at i hvert Fald en Del af Østersøkalken maa være jævnaldrende med denne Zone.

Ved Limensgade findes et kompliceret Forkastningsomraade, hvis geologiske Struktur fremgaar af Fig. 3 (S. 61) og Fig. 4 (S. 64).

Mineralogisk Museum, København. November 1936.