

Untersuchungen über den oberordovizischen Lyckholm-Stufenkomplex in Estland

Von

Valdar Jaanusson

ABSTRACT.—The main results of the field work carried out by the present writer and his collaborators during the years 1939–1943 in the Upper Ordovician strata of Estonia are summed up. Following JAANUSSON (1944) the beds previously included in the Lyckholm Stage (F_1) are subdivided into three stages which are named, in ascending order, Saunja (F_{1a}), Vormsi (F_{1b}), and Pirgu (F_{1c}) Stage; in the two latter stages also several zones are distinguished (cf. Table I). According to the current classification of the Estonian Ordovician the zones are named after their type localities. Partial and preliminary fossil lists are given for most localities studied. The correlation of the Estonian and Scandinavian Upper Ordovician is discussed and a correlation table given (cf. Table III). For the special type of Middle and Upper Ordovician reef limestone previously called in Sweden the *Leptaena* limestone the name Siljan reef limestone or reef limestone of Siljan type is proposed. The reef limestones of the Nyby zone ($F_{1c\alpha}$) in western Estonia are suggested to belong to the same type. The evidence concerning the position of the Ashgillian–Llandoveryan boundary in Baltoscandia is discussed, and in accordance with the opinion of some earlier authors the Ordovician–Silurian boundary is placed between the Porkuni (F_2) and Juuru (G_1) Stages in Estonia.

The nomenclatorial questions regarding the species *Anomites terebratulinus* WAHLENBERG, (1818) 1821, *Atrypa cassidea* DALMAN, 1828, and *Atrypa crassa* SOWERBY, 1839, are briefly considered. The lectotype of *Anomites terebratulinus* is figured for the first time (cf. Pl. I, Figs. 1–5).

Einleitung

Vorliegende Arbeit stellt in den Hauptzügen eine Zusammenfassung der Resultate der Feldarbeiten in dem Lyckholm-Stufenkomplex während der Jahre 1939–1943 dar. Diese Feldarbeiten wurden in Sommer 1939 auf der Insel Vormsi begonnen (s. JAANUSSON 1939a) und wurden während der nächsten Jahre auf andere Gebiete ausgedehnt. Eine kurze Übersicht der stratigraphischen Resultate wurde von JAANUSSON (1944) geliefert.

Eine erschöpfende Darstellung der Stratigraphie des Lyckholm-Stufenkomplexes setzt eine umfassende Bearbeitung der bis jetzt noch unzureichend bekannten Fauna voraus. Es kommen viele unbeschriebene Arten vor, und die meisten der alten, in der Literatur angeführten Namen müssen revidiert werden. Die Vorarbeiten für die Beschreibung gewisser taxonomischer Gruppen sowie auch die in Aussicht genommenen Feldarbeiten wurden jedoch durch die Kriegseignisse unterbrochen. Vom faunistischen Gesichtspunkte aus ist die vorliegende Arbeit daher sehr unvollständig, und die für die verschiedenen Lokalitäten im folgenden angeführten Artenverzeichnisse enthalten nur vorläufige Bestimmungen einer Auswahl der charakteristischen Arten.

Das wichtigste Ziel der Feldarbeiten war die Feststellung der vertikalen

Verbreitung der einzelnen Arten innerhalb des Stufenkomplexes. Die untersuchten Aufschlüsse sind in der Regel höchstens 2–3 m tief, und es sind in jedem Aufschluss nur kurze Abschnitte des 85–88 m mächtigen Stufenkomplexes einer Untersuchung zugänglich. Nur selten liegen die Aufschlüsse auf dem Grenzgebiet zwischen zwei stratigraphischen Abteilungen; die stratigraphische Lage muss in der Regel nach der Höhenlage im Verhältnis zu den umgebenden Aufschlüssen und/oder der Fauna nach bestimmt werden. Die Feldarbeiten wurden daher hauptsächlich auf einzelne, an Fundlokalen reiche Gebiete konzentriert, wo die Aufschlüsse gewöhnlich wiederholt untersucht wurden (die der Insel Vormsi z. B. während vier Sommer), um eine möglichst vollständige Fauna der zugänglichen Schichten zu erhalten.

Die Feldarbeiten wurden als „team-work“ organisiert, und die Resultate sind als das Verdienst der Mitarbeiter und der Organisation zu betrachten. Ausser dem Verfasser haben u. a. die folgenden Herren an den Feldarbeiten teilgenommen: SULEV KIIN, JÜRI MARTNA, RALPH MÄNNIL, HINREK NEUHAUS, ARVO RÕDMUSOKS und ENN TEEÄÄR.

Die einzige vorhandene systematische Übersicht über die Aufschlüsse des Lyckholm-Stufenkomplexes und seiner Fauna hat FR. SCHMIDT (1858) gegeben. Diese Arbeit hat uns bei den Feldarbeiten als Unterlage gedient, und der Identifizierung der von ihm angeführten Lokalitäten mit den von uns untersuchten wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Das Fossilmaterial aus dem Lyckholm-Stufenkomplex, das FR. SCHMIDT und seine Mitarbeiter bei ihren Feldarbeiten während der Jahre 1853–1857 gesammelt haben und das der Naturforscher-Gesellschaft (Loodusuurijate Selts) in Tartu gehört, stand uns durch das lebenswürdige Entgegenkommen von Prof. Dr. A. ÖPIK als Vergleichsmaterial zur Verfügung, desgleichen die Sammlungen des Geologischen Instituts in Tartu und des Naturhistorischen Museums in Tallinn. Durch diese hauptsächlich alten Sammlungen konnten wir u. a. eine Übersicht der Fauna aus den nunmehr überwachsenen Steinbrüchen erhalten.

Die Kosten der Feldarbeiten während der Sommer 1942 und 1943 wurden von der Estnischen Geologischen Landesanstalt (Eesti Geoloogia Komitee) bestritten, und der Verfasser gedenkt mit grösster Dankbarkeit der allseitigen Hilfe, die er vom seither verstorbenen Vorstand der Landesanstalt, Dr. A. LUHA, erhalten hat. Schliesslich will der Verfasser den Redaktören des Bulletin of the Geological Institutions, Uppsala, für die Annahme seiner Arbeit in diese Publikationsserie seinen wärmsten Dank aussprechen.

Über die stratigraphische Einteilung des Oberordoviziums in Estland

Eine Übersicht der früheren Einteilungsversuche des Lyckholm-Stufenkomplexes hat JAANUSSON (1944) gegeben. Als Resultat unserer Feldarbeiten hat er den Stufenkomplex in drei Stufen eingeteilt, die Saunja- (F_{1a}), Vormsi-

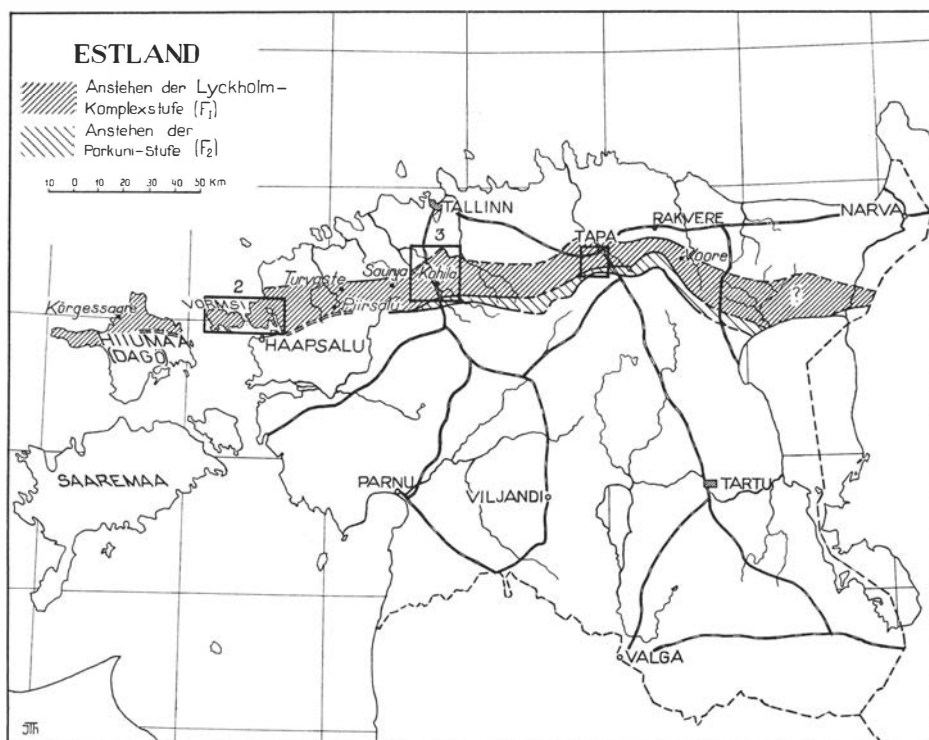


Abb. 1. Karte über die Verbreitung des Lyckholm-Stufenkomplexes und der Porkuni-Stufe. Die Grenzen der Gebiete der Abb. 2 und 3 sowie auch des von MARTNA (1956) beschriebenen Tapa-Gebietes sind eingezeichnet.

(F_{1b}) und Pirgu-Stufe (F_{1c}) genannt wurden. In diesen Stufen wurden ferner Unterabteilungen unterschieden (s. Tabelle I). Diese Einteilung wird auch in vorliegender Arbeit angewendet. Die Einteilung des estländischen Oberordoviziums ist jedoch mit mehreren unsicheren Einzelheiten behaftet, die weitere Untersuchungen erfordern. Die Vasalemma-Stufe (D₃) wurde von JAANUSSON (1945) aus faunistischen Gründen als Basis des Oberordoviziums betrachtet. Die Korrelation des skandinavischen und estländischen Mittelordoviziums scheint jedoch zu zeigen, dass sich die der Vasalemma-Stufe entsprechenden Schichten in den meisten Kambro-Silurgebieten von Skandinavien von den liegenden *Macrourus*- oder *Extensa*-Schichten faunistisch nicht unterscheiden. Es wurde daher D₃ wieder als höchstes Mittelordovizium behandelt (JAANUSSON & STRACHAN 1954). In Schweden hat man bis jetzt ausser einem isolierten Fund von *Ilmarinia dimorpha* ÖPIK in einem Geschiebe auf Öland keine Spur einer Vasalemma-Fauna nachgewiesen. Ferner wurde in den Gebieten mit ununterbrochener Schichtenfolge an der Grenze zwischen Mittel- und Oberordovizium, wie z.B. in Östergötland und der Normalfazies des Siljan-Gebietes keine Andeutung einer Sedimentationslücke beobachtet,

Tabelle I. Einteilung des Oberordoviziums in Estland.

FR. SCHMIDT		JAANUSSON 1944			
F ₂	Borkholmer Schicht	F ₂	Porkuni-Stufe		
F _{1b}	Lyckholmer Schicht	F _{1c}	Pirgu-Stufe	γ	Piirsalu-Zone
				β	Lohu-Zone
				α	Nyby-Zone
		F _{1b}	Vormsi-Stufe	β	Nõmmküla-Zone
F _{1a}				α	Kõrgessaare-Zone
		F _{1a}	Saunja-Stufe		
<i>Stratum incognitum</i>			?		
E	Weserberger Schicht	E	Rakvere-Stufe		

die die ganze D₃ umfassen würde. Die Fauna der Vasalemma-Stufe hat eine gewisse Ähnlichkeit mit den Faunen des Encriniten-Kalksteines im Langesund-Gebiet und des Mjøsa-Kalksteines im Nes-Hamar-Gebiet von Norwegen, die als jüngstes Mittelordovizium gelten (s. z.B. STØRMER 1953). Nach der bisherigen Kenntnis der Faunen dieser Abteilungen kann jedoch nicht entschieden werden, ob diese Ähnlichkeiten nur von der gleichartigen Fazies oder von wirklicher Gleichaltrigkeit bedingt sind. — Die Grenze zwischen der Vasalemma-Stufe und der Rakvere-Stufe (E) ist in West-Estland nicht aufgeschlossen, es kann daher ohne eingehende Bearbeitung der Faunen nicht entschieden werden, ob, wie ÖPIK (1934, S. 6) angenommen hat, die Oandu-Schichten in Ost-Estland die östliche Fazies von D₃ darstellen oder in West-Estland die Vasalemma-Stufe überlagern. Zwischen der Rakvere-Stufe (E) im Sinne FR. SCHMIDTS und der Saunja-Stufe (F_{1a}) liegen mächtige, teilweise als helle Calcilutite, teilweise als graue tonreiche Kalksteine ausgebildete Schichten, die schwer zugänglich sind und deren Fauna noch fast gänzlich unbekannt ist. Diese Schichten wurden von JAANUSSON (1944) vorläufig in die Rakvere-Stufe einbezogen, ihre stratigraphische Stellung bleibt aber unsicher so lange ihre Fauna nicht beschrieben worden ist, und erst dann kann auch der stratigraphische Wert der Paekna-Schichten der Saunja-Stufe (JAANUSSON 1944) festgelegt werden.

Es ist möglich, dass die Pirgu-Stufe (F_{1c}) im Sinne JAANUSSONS (1944) in Zukunft in zwei selbständige Stufen, die eine F_{1c}α und die andere F_{1c}β + γ umfassend, eingeteilt werden wird. Die faunistischen Unterschiede zwischen

der Nyby-Zone ($F_{1c\alpha}$) und den beiden oberen Zonen der Pirgu-Stufe scheinen nämlich grösser zu sein, als dies gewöhnlich zwischen verschiedenen Zonen des estländischen Ober- und Mittellordoviziums der Fall ist. Für diese Annahme spricht auch die gegenwärtige Korrelation des Oberordoviziums von Estland und Skandinavien (s. Tabelle III). Die Lohu-Zone ($F_{1c\beta}$) ist fossilarm, und alle bekannten Aufschlüsse sind klein oder stark überwachsen, so dass das in diesen Schichten gefundene Fossilmaterial noch ziemlich gering ist; die faunistischen Unterschiede zwischen der Lohu-Zone und der Piirsalu-Zone ($F_{1c\gamma}$) sind daher unvollständig bekannt. Die Porkuni-Stufe wird in vorliegender Arbeit als höchstes Oberordovizium betrachtet (s. S. 391). Die Stratigraphie dieser Stufe wurde vor kurzem von MARTNA (1956) behandelt.

Die Saunja-Stufe (F_{1a}) unterscheidet sich von dem übrigen Lyckholm-Stufenkomplex durch ihr Gestein, das aus dichten Calciliten (s. JAANUSSON 1952 und MARTNA 1956) und dolomitischen Calciliten besteht. Der weiche Kalkschlamboden hat sicherlich einen starken Einfluss auf die Zusammensetzung der benthonischen Fauna ausgeübt. Die relative Seltenheit u.a. von Korallen und Bryozoen in diesen Kalksteinen beruht teilweise auf den ungünstigen Substratverhältnissen. Das Gestein der übrigen Stufen des Lyckholm-Stufenkomplexes ist im allgemeinen sehr einheitlich. Es ist ein grauer, tonreicher Calcarenit oder ein schalentrümmerreicher (calcarenitischer) Calcilit, der allerdings u.a. hinsichtlich der Schichtenmächtigkeit und des Tongehaltes variiert, wobei aber diese Variationen in horizontaler Richtung ungefähr ebenso gross zu sein scheinen wie in vertikaler Richtung. Die verschiedenen stratigraphischen Abteilungen können dem Gestein nach gewöhnlich kaum voneinander unterschieden werden. Die faunistischen Unterschiede zwischen den einzelnen Abteilungen beruhen hier grösstenteils auf vom Substrat unabhängigen Ursachen.

Übersicht der untersuchten Aufschlüsse des Lyckholm-Stufenkomplexes

1. DIE INSEL VORMSI. — Der Untergrund der Insel Vormsi wurde bereits früher von SAURAMO (1929) beschrieben. Infolge der Häufigkeit guter Aufschlüsse erbietet West-Vormsi gegenwärtig die besten Voraussetzungen für die Untersuchung der Stratigraphie des Lyckholm-Stufenkomplexes.

Bei Saxby Strand befindet sich auf dem Ufer ein ungefähr 2,5 km langer, ununterbrochener Aufschluss, der in mehr oder weniger N-S Richtung verläuft. Im nördlichen Teil dieses natürlichen Aufschlusses („Saxby Strand N“ bei SAURAMO 1929) sind fossilreiche, verhältnismässig dünnsschichtige, graue Kalksteine zugänglich, welche führen: *Iliaenus roemeri* VOLB., *Ill. angustifrons* HOLM, *Chasmops eichwaldi* FR. SCHMIDT, *Pseudosphaerexochus* n. sp., *Hoplo-lichas* (*Homolichas*) *angustus* (BEYR.), *Amphilichas lineatus* (ANG.), *Pseudolingula quadrata* (EICHW.), *Porambonites gigas* FR. SCHM., *Triplesia insularis* (EICHW.),

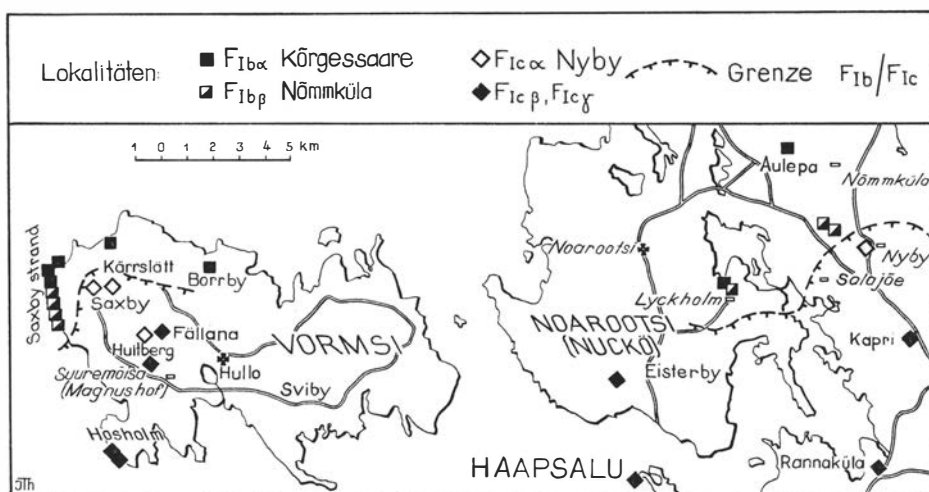


Abb. 2. Karte über die Insel Vormsi, die Halbinsel Noarootsi und das Festland unmittelbar östlich von Noarootsi (vgl. Abb. 1).

„*Orthis*“ *lyckholmiensis* WYSOG., *Dinorthis* (*Plaesiomys*) sp. sp., *Nicolella* n. sp., *Platystrophia* n. sp. sp., verschiedene Dalmanelliden, *Vellamo verneuili* (EICHW.), *Ilmarinia sinuata* (PAHLEN), *Rafinesquina semipartita* (ROEM.), *Leptaena* sp., *Sowerbyella* n. sp., *Catazyga* cf. *cartieri* COOPER & KINDLE, *Spyroceras senckenbergi* TEICHERT, *Discoceras roemeri* STRAND, *Strandoceras sphynx* (FR. SCHM.), *Subulites gigas* (EICHW.), *S. subula* KOK., *S. enormis* KOK., *Megalomphala crassa* KOK., *Trochonema* (*Eunema*) *rupestre* (EICHW.), *Heliolites parvistella* ROEM., *Halysites* sp. sp., *Propora* sp. sp., *Acidolites asteriscus* (ROEM.), *Glaphyrocystis* cf. *woehrmanni* JAEKEL, verschiedene Bryozoen, kleine Tetrakorallen, Dendroiden usw. Von SAURAMO (1929) wurden aus diesem Aufschluss auch *Discoceras antiquissimum* (EICHW.) und *Heliolites* (= *Proheliolites*) *dubia* SCHM. angeführt. Bei Durchsicht der Sammlungen von SAURAMO (Geol. Inst., Helsinki) hat es sich jedoch gezeigt, dass die betreffenden Exemplare zu *Discoceras roemeri* STRAND, resp. *Propora* sp. gehören. Bemerkenswert ist, dass an dieser Lokalität das Innere der Brachiopodenschalen bisweilen mit grossen Fluoritkristallen ausgekleidet ist. Diese Schichten gehören zur Kõrgessaare-Zone ($F_{1b\alpha}$) der Vormsi-Stufe, und die oben angeführte Zusammensetzung der Fauna kann als für diese Zone charakteristisch betrachtet werden.

Im südlichen Teil des Aufschlusses von Saxby Strand („Saxby Strand S“ bei SAURAMO 1929) sind die Kalksteine im allgemeinen dickbankiger, härter und fossilärmer. Die Mehrzahl der oben angeführten Arten ist auch in diesem Teil gefunden worden. Es tritt aber eine Reihe von neuen Formen auf, die in den Aufschlüssen der Kõrgessaare-Zone bis jetzt nicht angetroffen worden sind. Solche Formen sind u.a.: *Sarcimula* n. sp., grosse Tetrakorallen, „*Harpes*“ *costatus* ANG., *Vellamo sauramoi* ÖPIK. Diese Schichten wurden von JAANUSSON (1944) als die obere Zone (Nõmmküla-Zone, $F_{1b\beta}$) der Vormsi-Stufe behandelt.

Ungefähr in der Mitte des Aufschlusses von Saxby Strand wurde eine starke, ebene Diskontinuitätsfläche mit phosphatischer Imprägnation und feinen absteigenden Bohrgängen angetroffen. Diese Diskontinuitätsfläche scheint mit der Grenze zwischen den beiden Zonen der Vormsi-Stufe zusammenzufallen.

Die Kõrgessaare-Zone ist auch in den Steinbrüchen nahe beim Ufer NW vom Dorfe Kärslätt und N vom Dorfe Borrby aufgeschlossen. Die Nõmmküla-Zone ist in einem kleinen Steinbruch im Walde in der Nähe des Ufers W vom Dorfe Saxby zugänglich.

Weiter südlich wurde am westlichen Ufer der Halbinsel Hosholm eine neue Lokalität des Lyckholm-Stufenkomplexes entdeckt (s. JAANUSSON 1939a). Die dort auf einer ungefähr NW–SO gerichteten 400–500 m langen Strecke aufgeschlossenen graublauen Kalksteine sind ziemlich reich an Fossilien und enthalten *Illaenus roemeri* VOLB., *Ill. angustifrons* HOLM, *Chasmops eichwaldi* FR. SCHMIDT, *Pseudosphaerexochus* n. sp., „*Harpes*“ *costatus* ANG., *Eobronteus laticauda* (WAHLENB.), *Vellamo verneuili* (EICHW.), *Vellamo symmetrica* ÖPIK, *Porambonites gigas* FR. SCHM., *Platystrophia* n. sp., *Rafinesquina pseudoalternata* (FR. SCHMIDT), *Plectatrypa* n. sp. B, *Sarcinula* n. sp., *Palaeofavosites* sp., *Halysites* sp. sp., *Proheliolites dubius* (FR. SCHM.), *Propora* sp. sp., *Trochiscolithus* cf. *micraster* KLÆR, grosse Tetrakorallen, *Discoceras antiquissimum* (EICHW.), *Beloitoceras heterocurvatum* STRAND, *Maclurites neritoides* (EICHW.), *Fenestella* sp. usw. usw. Obwohl diese Fauna mehrere mit den Aufschlüssen bei Saxby Strand gemeinsame Arten enthält, unterscheidet sie sich deutlich u. a. durch die reichlich vorkommenden neuen Gattungen, wie z. B. *Plectatrypa*, *Proheliolites*, *Maclurites*, *Palaeofavosites* etc. Diese Schichten gehören zum unteren Teil der Piirsalu-Zone ($F_{1c\gamma}$) der Pirgu-Stufe.

Diese drei oben beschriebenen Abteilungen des Lyckholm-Stufenkomplexes und der untere Teil (F_{1a}) der „Lyckholmer Schicht“ FR. SCHMIDTS wurden auf der Insel Vormsi bereits nach den Feldarbeiten während des ersten Sommers unterschieden und von JAANUSSON (1939a, Abb. 8) in einer Karte zusammengefasst.

Unter der Voraussetzung, dass die Schichten in West-Vormsi genau von N nach S fallen und den für Nord-Estland üblichen Einfallswinkel (ca. $0^{\circ}15'$, s. z. B. ROSENSTEIN 1943) bilden, beträgt die Mächtigkeit der bei Saxby Strand aufgeschlossenen Schichten ungefähr 9 m. Die Mächtigkeit der Kalksteine, die zwischen den Aufschlüssen bei Saxby Strand und auf Hosholm anstehen, beträgt ca. 19 m, während auf Hosholm selbst ca. 2 m der Kalksteine zugänglich sind. Die Gesamtmächtigkeit der oberen grauen Kalksteine des Lyckholm-Stufenkomplexes ($F_{1b} + F_{1c}$) kann nach den Ergebnissen der Tiefbohrungen auf ungefähr 45 m geschätzt werden. Die am Ufer nicht aufgeschlossenen ungefähr 19 m mächtigen Schichten zwischen „Saxby Strand S“ und Hosholm umfassen grösstenteils die Nyby- und die Lohu-Zone der Pirgu-Stufe. Schon etwas südlich vom Aufschluss bei „Saxby Strand S“ können am Ufer Blöcke angetroffen werden, welche die Brachiopoden der Nyby-Zone enthalten, und

man kann daher annehmen, dass sich das Anstehende dieser Schichten nicht weit von der Südspitze bei „Saxby Strand S“ befindet.

Die Nyby-Zone ist auf West-Wormsi in zwei kleinen Steinbrüchen abgeschlossen, u. zw. in der Mitte des östlichen Teiles des Dorfes Saxby (von JAANUSSON 1939a, Abb. 8, noch zu den gleichen Schichten wie bei „Saxby Strand N“ gezählt) und ferner etwas östlich davon im Walde 500–600 m SW vom Dorfe Kärrslätt. Der Untergrund steigt nämlich vom Ufer nach der Mitte von West-Wormsi zu, und das Anstehende der verschiedenen Abteilungen wird daher nach N verschoben. Der Steinbruch in Saxby Dorf ist ganz überwachsen, und nur einzelne Fossilien, u. a. *Plectatrypa sulevi* JAAN., *Sphaerexochus calvus* (MC COY) und *Discoelusia* [= „*Bilobites*“] sp. wurden gefunden. Der kleine Steinbruch SW von Kärrslätt hat eine reiche Fauna geliefert mit *Proheliolites dubius* (FR. SCHM.), *Sarcinula* n. sp., *Halysites* sp., *Propora* sp. sp., *Plectatrypa sulevi* JAAN., *Atrypidae* n. gen. et sp., *Barbarorthis foraminifera* ÖPIK, *Rafinesquina pseudoalternata* (FR. SCHM.), *Discoceras antiquissimum* (EICHW.), *Trochonema* (*Eunema*) *rupestre* (EICHW.) usw.

Zur Nyby-Zone gehört auch der Huitberg, ein kleiner Riffkalksteinhügel im Walde W vom Dorfe Fällana. Früher hat man, hauptsächlich aus lithologischen Gründen und wie es auch mit dem ähnlichen Riffkalkstein von Nyby der Fall war (FR. SCHMIDT 1858, TWENHOFEL 1916, S. 307, STEIN 1937 usw.), diesen Riffkalkstein zur Porkuni-Stufe (F_2) gezählt (SAURAMO 1929, TEICHERT 1930, S. 307, STEIN 1937, ÖPIK 1937, JAANUSSON 1939a und 1939b, LAASI 1940). Am Huitberg sind u. a. folgende Formen gefunden worden: *Stenopareia linnarssoni* (HOLM) (stellenweise häufig vorkommend), *Plectatrypa sulevi* JAAN., *Atrypidae* n. gen. et sp. (Sammlung SAURAMO im Geol. Inst., Helsinki), *Leptaena* sp., *Platystrophia* n. sp., *Sarcinula* n. sp., *Halysites* sp., *Propora* sp., *Trochiscolithus* sp. und *Heliolites parvistella* ROEMER. Stromatoporen sind nicht nachgewiesen worden (die von SAURAMO 1929, S. 32 als Stromatoporen angeführten Exemplare gehören nach dem Material von SAURAMO im Geol. Inst. Helsinki zu *Heliolites parvistella* ROEM., und die Stromatoporen von JAANUSSON 1939b beziehen sich auf *Trochiscolithus*). Sowohl der Huitberg als auch der Nyby-Riffkalkstein sind Riffkalksteine von Siljan-Typus („*Leptaena*“-Riffkalksteine) (s. S. 386).

Südlich vom Anstehenden der Nyby-Zone befinden sich auf West-Wormsi einige, grösstenteils überwachsene oder sogar bewaldete Steinbrüche mit fossilarmen grauen Kalksteinen, so z. B. beim Dorfe Fällana und NW von Suuremõisa (Magnushof). Die Kalksteine dieser Steinbrüche scheinen zu der Lohu-Zone zu gehören.

2. HAAPSALU UND DIE HALBINSEL NOAROOTSI (NUCKÖ) (s. Abb. 2). — Die höchsten Schichten des Lyckholm-Stufenkomplexes (Piirsalu Schichten der Piirsalu-Zone) sind am neuen Hafen der Stadt Haapsalu zugänglich. Der Aufschluss liegt zwar unter dem Wasserspiegel, doch kann man am Ufer

grosse Blöcke antreffen (s. auch TEICHERT 1928, S. 77). Diese grauen, tonreichen Kalksteine sind sehr fossilreich und weisen auf: *Illaeus roemeri* VOLB., *Stenopareia linnarssoni* (HOLM), *Chasmops eichwaldi* FR. SCHM., *Porambonites gigas* FR. SCHM., *Platystrophia* n. sp., *Doleroides?* n. sp., *Rafinesquina pseudoalternata* (FR. SCHM.), *Rhynchotrema* n. sp., *Plectatrypa* n. sp. B, *Meristina? cassidea* (DALMAN), *Discoceras antiquissimum* (EICHW.), *Spyroceras* cf. *textumarenaceum* (ROEMER), *Maclurites neritoides* (EICHW.), *Proheliolites dubius* (FR. SCHM.), *Sarcinula* n. sp., *Palaeofavosites* sp. usw. usw.

Die Halbinsel Noarootsi ist ziemlich arm an Aufschlüssen. Die in dem kleinen Steinbruch im Walde W vom Dorfe Eisterby zugänglichen Schichten (s. auch SAURAMO 1929) gehören entweder zur Lohu-Zone oder zum unteren Teil der Piirsalu-Zone. U.a. sind an dieser Lokalität *Plectatrypa* und *Palaeofavosites* angetroffen worden, doch ist das gefundene Material infolge der geringen Ausdehnung der Aufschlüsse zu klein, um eine genauere Bestimmung des stratigraphischen Horizontes zu gestatten.

Die Typlokalität des Lyckholm Stufenkomplexes, der Steinbruch von Lyckholm (Saaremõisa), ist schon seit langem zum grössten Teil überwachsen (s. auch TWENHOFEL 1916, S. 294), und es ist gegenwärtig beinahe unmöglich, dort ein grösseres Fossilmaterial zu erhalten. Die vom Verfasser durchgesehenen grossen Sammlungen aus diesem Steinbruch in den Museen von Tallinn und Tartu zeigten, dass dort die gleichen Schichten anstehen wie bei „Saxby Strand N“, d.h. die Kõrgessaare-Zone der Vormsi-Stufe. In den losen Blöcken bei diesem Steinbruch wurde von uns eine starke, wellige, phosphoritimprägnierte Diskontinuitätsfläche beobachtet, die wahrscheinlich eine Fortsetzung der Diskontinuitätsfläche bei Saxby Strand darstellt. In den alten Sammlungen sind einige Exemplare von *Sarcinula* aus Lyckholm vorhanden, und es ist daher möglich, dass in diesem Steinbruch auch die untersten Schichten der Nõmmküla-Zone aufgeschlossen waren.

3. DAS FESTLAND UNMITTELBAR ÖSTLICH VON DER HALBINSEL NOAROOTSI. — Die zur Kõrgessaare-Zone gehörenden Kalksteine wurden in einem kleinen Aufschluss bei Aulepa untersucht. Ein wenig NW von Nyby liegen zu beiden Seiten des Weges, der von der Haapsaluer Landstrasse zum Gute Nõmmküla führt, grosse, gegenwärtig grösstenteils überwachsene Steinbrüche („mehrere Steinbrüche südlich von Sutlepe“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 130). Das von uns gefundene, wenn auch verhältnismässig kleine Fossilmaterial zeigt deutlich, dass hier die gleichen Schichten vorkommen wie bei „Saxby Strand S“. U.a. wurden *Sarcinula* n. sp. und *Strandoceras sphynx* (FR. SCHM.) angetroffen. FR. SCHMIDT (1907) führt aus diesen Steinbrüchen auch *Chasmops eichwaldi* FR. SCHM. und „*Harpes*“ *costatus* ANG. (= *wegelini* ANG. in FR. SCHMIDT) an. Diese Steinbrüche wurden von JAANUSSON (1944) als Typlokalität für die Nõmmküla-Zone der Vormsi-Stufe gewählt.

Der Steinbruch und der Riffkalkstein von Nyby („Niibi“ nach der est-

nischen Schreibweise) liegen auf einer kleinen Anhöhe ein wenig westlich vom Gute Nyby („einige hundert Schritt vor dem Gute Nyby“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 130; s. auch TWENHOFEL 1916 und STEIN 1937, Abb. 135). Die im Steinbruch an Pelmatozooenfragmenten reichen Kalksteine können als Umgebungsfazies des Riffkalksteines betrachtet werden. Sowohl die Kalksteine des Steinbruches als auch des Riffes führen im grossen und ganzen die gleichen Arten, u. zw.: *Plectatrypa sulevi* JAAN. (s. Taf. I, Fig. 7), *Atrypidae* n. gen. et sp. (s. Taf. I, Fig. 9), *Rafinesquina pseudoalternata* (FR. SCHM.), *Nicolella* n. sp., *Leptaena* sp., *Trochonema (Eunema) rupestre* (EICHW.), *Proheliolites dubius* (FR. SCHM.), *Propora* sp. sp., *Sarcinula* n. sp., *Halysites* sp. sp., verschiedene Tetrakorallen usw.; nur im Riffkalkstein sind u. a. *Amphilichas lineatus* (ANG.) und *Catazyga cf. cartieri* COOPER & KINDLE angetroffen worden. Aus den Aufschlüssen bei Nyby haben TROEDSSON (1926) und TEICHERT (1930a) mehrere actinoceroide Cephalopoden (*Nybyoceras*, *Ormoceras*) beschrieben. Der Steinbruch von Nyby stellt die Typlokalität der Nyby-Zone der Pirgu-Stufe dar.

Südlich von Nyby sind graue, fossilarme Kalksteine in einem bereits bewaldeten Steinbruch bei Kapri („Steinbruch am Kapper'schen Walde“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 131) zugänglich, die u. a. *Charactoceras estonicum* STRAND geliefert haben. Diese Kalksteine gehören offenbar zur Lohu-Zone.

Die Piirsalu-Zone ist in einem kleinen Steinbruch bei Rannaküla („Steinbruch in der Nähe des Dorfes Rannaküll“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 131) zugänglich. U. a. kommen die folgenden Arten vor: *Chasmops eichwaldi* FR. SCHMIDT, *Hoploichas (Homolichas) angustus* (BEYR.), *Iliaenus roemeri* VOLB., „*Brachyaspis*“ *robustus* (ROEM.), *Meristina? cassidea* (DALM.), *Plectatrypa* n. sp. B, *Maclurites neritoides* (EICHW.), *Diestoceras stensioei* (TROEDSS.) (vgl. TROEDSSON 1926, S. 109), *Palaeofavosites* sp.

4. TURVASTE UND PIIRSalu (s. Abb. 1). — Weiter östlich bis zum Kohila-Gebiet ist der Lyckholm-Stufenkomplex schlecht aufgeschlossen. Bei Turvaste, etwa 0,5 km östlich vom Bauernhofe Veski, befindet sich ein stark überwachsener Steinbruch (s. ÖPIK 1937, Taf. I, Fig. 2), in dem die obersten Schichten der Saunja-Stufe und die untersten Schichten der Kõrgessaare-Zone (sehr schlecht zugänglich) aufgeschlossen sind. Der Steinbruch von Turvaste ist der westlichste bekannte Aufschluss der Saunja-Stufe in Estland; weiter nach Westen zu ist das Anstehende dieser Stufe von quartären Ablagerungen bedeckt. In der Nähe des Ufers bei Borby auf Vormsi befinden sich unter dem Wasserspiegel grosse Mengen von Blöcken von Saunja-Calculutit, und das Anstehende dieser Stufe dürfte voraussichtlich unmittelbar nördlich von dieser Blockanhäufung liegen.

In dem nunmehr grösstenteils überwachsenen Steinbruch von Piirsalu („Piirsal“) kommen die *Maclurites*- und korallenreichen grauen Kalksteine der Pirgu-Stufe vor. Dieser Steinbruch hat früher viel Material für verschiedene

Sammlungen geliefert; wir konnten jedoch ausser den für diese Schichten gewöhnlichsten Arten nur wenig Material finden. FR. SCHMIDT (1907), HOLM (1886), KLÆR (1899, 1903), LINDSTRÖM (1899), KOKEN (1925), TROEDSSON (1926), TEICHERT (1930a, 1930b) und STRAND (1933) haben folgende Arten von dieser Lokalität beschrieben oder angeführt: *Illaeus roemeri* VOLB., *Stenopareia linnarssoni* (HOLM), „*Brachyaspis*“ *robusta* (ROEMER), „*Harpes*“ *costatus* ANG., *Encrinurus* cf. *multisegmentatus* (PORTL.), *Spyroceras clathratannulatum* (ROEMER), *Sp. textumarenaceum* (ROEMER), *Piersaloceras gageli* TEICHERT, *Charactoceras estonicum* STRAND, *Diestoceras stensioei* (TROEDSSON), *Porambonites gigas* FR. SCHM., *Propora hirsuta* (LINDSTR.), *Pr. bacillifera* LINDSTR., *Pr. conferta* (EDW. & H.), *Trochiscolithus micraster* KLÆR, *Acidolites asteriscus* (ROEM.), *Protaraea vetusta* HALL, *Subulites subula* KOKEN, *Bucania cornu* KOKEN, *Megalomphala crassa* KOKEN, *Gonionema piersalense* KOKEN. Zu diesen Arten können noch *Maclurites neritoides* (EICHW.), *Plectatrypa* n. sp. B, *Rafinesquina pseudoalternata* (FR. SCHM.), *Sowerbyella schmidtii* (LINDSTR.) (s. Taf. I, Fig. 10), *Discoceras antiquissimum* (EICHW.), *Proheliolites dubius* (FR. SCHM.), *Sarcinula* n. sp., *Palaeofavosites* sp., *Halysites* sp. sp. usw. hinzugefügt werden. Diese Zusammensetzung der Fauna kann als charakteristisch für die Piirsalu-Zone der Pirgu-Stufe betrachtet werden.

5. SAUNJA. Die grösseren Aufschlüsse des Lyckholm-Stufenkomplexes zwischen Piirsalu und dem Kohila-Gebiet gehören der Saunja-Stufe an. Die Calcilutite und dolomitischen Calcilutite dieser Stufe sind u. a. bei Odulema und in dem grossen, nunmehr grösstenteils überwachsenen Steinbruch von Saunja, etwa 1 km W vom Dorfe Mönuste-Eest im Walde („Kirna'scher Bausteinbruch bei Munnust“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 122; „Kirna“ Auct.) aufgeschlossen. Im Steinbruch sind die mittleren, dolomitischen, und die oberen Schichten der Saunja-Stufe zugänglich. Gegenwärtig ist es schwer, ein grösseres Fossilmaterial aus diesem Steinbruch zu erhalten, der aber früher grosse Sammlungen geliefert hat. FR. SCHMIDT (1907), HOLM (1886), KOKEN (1925) und TEICHERT (1930c) haben u. a. folgende Arten aus „Kirna“ beschrieben oder angeführt (die mit dem Zeichen * versehenen Arten sind in Estland bis jetzt nur in der Saunja-Stufe gefunden worden): *Illaeus roemeri* VOLB., **Illaeus mascei* HOLM, **Tretaspis seticornis* (HIS.) (1 Exemplar im Naturhist. Mus. in Tallinn), **Remopleurides* cf. *emarginatus* TÖRNQ., *Homolichas angustus* (BEYR.), *Chasmops eichwaldi* FR. SCHMIDT, **Isospira bucanioides* KOK., *, „*Raphistoma*“ *numismale* KOK., **Eotomaria nötlingi* KOK., *Eot. chamaeconus* KOK., **Latitaenia kirnaensis* KOK., **Helicotoma laminosa* KOK., **Loxoplocus* (*Lophospira*) *turbinoides* (KOK.), *Brachytomaria nodulosa* KOK., **Holopea subtilis* KOK., **Ectomaria kirnaensis* KOK., *Hormotoma insignis* (EICHW.), *Subulites subula* KOK., *Fusispira ovalis* KOK., **Ischyrinia schmidtii* TEICHERT. Die verhältnismässig reiche Brachiopodenfauna der Saunja-Stufe ist bis jetzt sehr unvollständig bekannt.

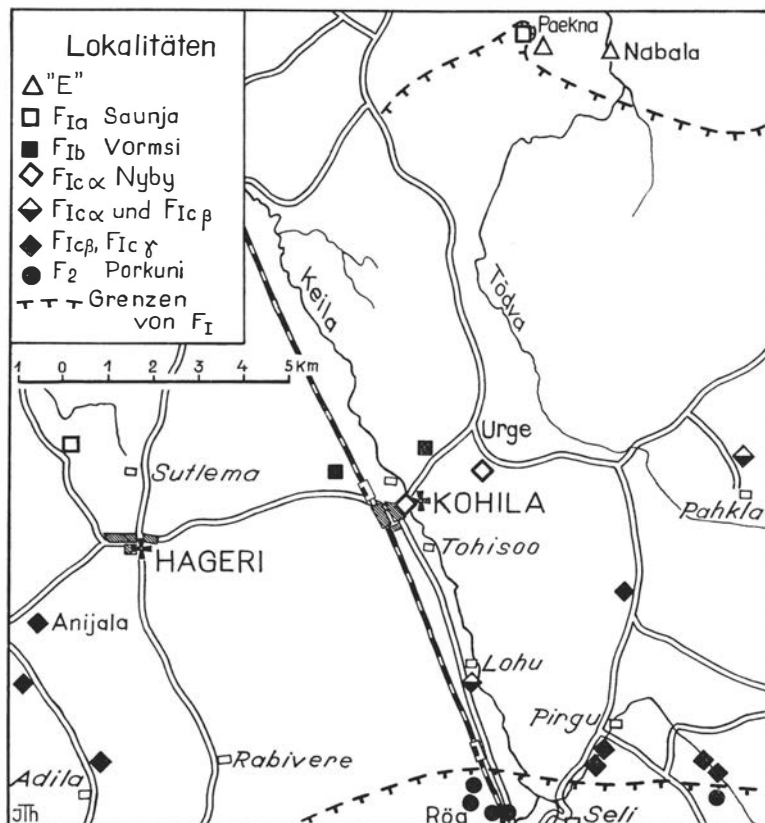


Abb. 3. Karte über das Kohila-Gebiet (vgl. Abb. 1).

6. KOHILA-GEBIET (s. Abb. 3). — Das Kohila-Gebiet in Mittel-Estland ist ziemlich reich an Aufschlüssen des Lyckholm-Stufenkomplexes. Bei Paekna, ein wenig westlich vom Bauernhofe Kohu, südlich vom Wege, liegt ein kleiner Steinbruch in den obersten, aus grauen tonreichen Kalksteinen bestehenden und möglicherweise noch zur Rakvere-Stufe gehörenden Schichten, die u.a. *Resserella* cf. *wesenbergensis* (Wys.) und *Pharostoma* cf. *pediloba* (ROEMER) geliefert haben. Etwas tiefer liegende, dichtere Kalksteine dieser Schichten sind im Bett des Tõdva-Flusses bei Nabala aufgeschlossen. Ein wenig NW vom kleinen Steinbruch der „Nabala-Schichten“, unmittelbar nördlich vom Wege, liegt bei Paekna ein Steinbruch, wo die untersten Schichten der Saunja-Stufe zugänglich sind (s. JAANUSSON 1944, S. 95). Die mittleren und oberen Schichten der Saunja-Stufe konnten im Kohila-Gebiet auch in einem Steinbruch Ö vom Wege, der von Hageri nach Keila führt, ungefähr 1 km N vom Bauernhofe Risttee, untersucht werden.

Die Vormsi-Stufe ist im Kohila-Gebiet in zwei, grösstenteils überwachsenen Steinbrüchen bekannt, u.zw. ungefähr 1 km NW vom Bahnhof von Kohila

(„Steinbruch bei Koil“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 119) und ungefähr 2 km NÖ von Kohila in Urge-Saunaküla, NW von der Tallinnaer Landstrasse. Die beiden Steinbrüche gehören zur Kõrgessaare-Zone.

Die Nyby-Zone ist im Kohila-Gebiet in drei Steinbrüchen zugänglich, nämlich bei Urge, Pahkla („Pachel, Steinbruch etwas nordöstlich vom Gute“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 118) und Lohu (ca. 1 km S vom Gute Lohu); ausserdem konnten die Kalksteine dieser Stufe in einem zufälligen Aufschluss in Kohila bei der Brücke über den Keila-Fluss untersucht werden. Die Nyby-Kalksteine sind in diesem Gebiet im Verhältnis zu West-Estland ziemlich arm an Korallen, sonst aber relativ fossilreich und führen *Aulacopium* n. sp., *Rafinesquina pseudoalternata* (FR. SCHM.), *Discoelosia* n. sp., *Plectatrypa sulevi* JAAN., *Subulites enormis* KOK., *Discoceras antiquissimum* (EICHW.), *Proheliolites dubius* (FR. SCHM.) usw. In den Steinbrüchen von Pahkla und Lohu ist der Kontakt zwischen der Nyby-Zone und der hangenden Lohu-Zone zugänglich. Die Grenze bildet eine ebene, phosphoritisch imprägnierte Diskontinuitätsfläche, die in der Mitte einer durch tonreiche Schichtenflächen begrenzten Kalksteinschicht liegt. Die über der Diskontinuitätsfläche folgenden ziemlich fossilarmen Kalksteine führen u. a. *Palaeofavosites* sp. und *Plectatrypa* n. sp. A (s. Taf. I, Fig. 8). Die Lohu-Zone kommt ausserdem in den kleinen Steinbrüchen von Anijala und Oru vor. Zu den gleichen Schichten gehören wahrscheinlich auch die Kalksteine am Eisenbahneinschnitt 1,5–2 km S vom Bahnhof von Kohila, und in den stark überwachsenen Steinbrüchen W vom Gut Tohisoo und bei Salutaguse („Steinbruch beim Dorfe Sootza“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 120). Das in diesen Aufschlüssen gefundene Fossilmaterial war jedoch zu klein, um eine sichere Bestimmung des stratigraphischen Horizontes innerhalb des oberen Teiles der Pirgu-Stufe zu gestatten.

Die höheren Schichten der Pirgu-Stufe sind in den natürlichen Aufschlüssen am Flusse Pirgu („Profil unterhalb Pirk, bei der Wassermühle“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 120; auch TWENHOFEL 1916, S. 300, Pl. 2, Fig. 2) zu sehen. Ausserdem hat man bei Saaremõisa (ca. 1 km SÖ vom Wege, der von Saaremõisa nach Järlepa führt) diese Kalksteine bei der Vertiefung des Flussbettes angeschnitten. Das Gestein der Piirsalu-Zone bei Pirgu und Saaremõisa ist im allgemeinen tonreicher und weicher, und ärmer an Korallen als das der gleichen Schichten in West-Estland. Die Kalksteine in einem kleinen Steinbruch bei Adila (ca. 1 km N vom Gute Adila) gehören wahrscheinlich auch zu der gleichen Zone. Südlich, bei Rõa und Seli, sind schon die fossilarmen dolomitischen Kalksteine des unteren Teiles der Porkuni-Stufe (Rõa-Schichten, s. MARTNA 1956), und bei Kalda die dünnsschichtigen Kalksteine des mittleren Teiles der Porkuni-Stufe aufgeschlossen.

7. VIRU-JAAKOBI-GEbiet. — Das verhältnismässig aufschlussarme Viru-Jaakobi-Gebiet südlich von Rakvere wurde von J. MARTNA und dem Verfasser im Sommer 1942 während einiger Tage rekognosziert. Die Saunja-Stufe

(F_{1a}) kommt in den Steinbrüchen bei Voore (in der Nähe des Gutes Voore, S vom Wege, der vom Dorfe Voore zu diesem Gute führt) und bei Kupna (N vom Wege der das Gut Voore mit dem Dorfe Kehala verbindet) vor, und die Pirgu-Stufe in zwei alten überwachsenen Steinbrüchen bei Aruküla (etwas nördlich vom Wege von Aruküla nach Kulina; „Arroküll“ in FR. SCHMIDT 1858, S. 108) und Inju-Aru nahe beim Wege vom Forsthaue nach dem Gute Inju); die in den zwei letzten Steinbrüchen sichtbaren Schichten gehören wahrscheinlich zur Piirsalu-Zone.

Bemerkungen über die vertikale Verbreitung einiger Trilobiten- und Brachiopodenarten im Lyckholm-Stufenkomplex

TRILOBITA. — Der Lyckholm-Stufenkomplex ist verhältnismässig arm an Trilobitenarten, und die häufigsten Arten haben eine grosse vertikale Verbreitung. *Chasmops eichwaldi* FR. SCHM., *Hoploichas (Homolichas) angustus* (BEYR.), *Illaeus roemeri* VOLBORTH, *Stenopareia linnarssoni* (HOLM) und wahrscheinlich auch *Illaeus angustifrons* HOLM treten im ganzen Stufenkomplex auf. Die vertikale Verbreitung einiger anderer Arten wird im folgenden kurz besprochen.

Amphilichas lineatus (ANGELIN). Verbreitung in Estland: F_{1a}–F_{1c}α. Von FR. SCHMIDT (1907, S. 27) nur aus der Saunja-Stufe (F_{1a}) angeführt. Neue Funde: „Saxby Strand N“ (F_{1b}α) und Riffkalkstein bei Nyby (F_{1c}α).

„*Harpes*“ *costatus* ANGELIN (*Harpes wegeli* ANG. in FR. SCHMIDT 1894, s. WARBURG 1925, S. 219). Verbreitung in Estland: F_{1b}β, F_{1c}γ. Nach FR. SCHMIDT (1894, 1907) in folgenden Lokalitäten gefunden: Piirsalu („Piersal“) (F_{1c}γ), Nömmküla („Nömmküll bei Hapsal“) (F_{1b}β), Paluküla („Palloküll auf Dagö“) (F_{1c}β oder F_{1c}γ). Neue Funde: „Saxby Strand S“ (F_{1b}β), Hosholm auf Vormsi (F_{1c}γ).

Eobronteus laticauda (WAHLENBERG). Bekannte Verbreitung in Estland: ?F_{1b}β, F_{1c}γ. Von EICHWALD (1857) als *Bronteus insularis* n. sp. aus Vormsi ohne nähere Lokalitätsangabe angeführt (vgl. auch FR. SCHMIDT 1894, 1907) (?„Saxby Strand S“; ?F_{1b}β). Neue Funde: Hosholm auf Vormsi (F_{1c}γ), Pirgu (F_{1c}γ).

BRACHIOPODA. — Die Brachiopodenfauna des Lyckholm-Stufenkomplexes ist bis jetzt sehr unvollständig beschrieben worden und enthält viele neue Arten. Einige der bekannten Arten gehen durch den ganzen Stufenkomplex, so z.B. *Vellamo verneuili* (EICHW.) und *Porambonites gigas* FR. SCHMIDT (von der letzteren Art befindet sich ein Exemplar aus der Saunja-Stufe im Naturhist. Reichsmus., Stockholm). „*Orthis*“ *lyckholmiensis* WYSOG. und „*Rafinesquina*“ *semipartita* (ROEMER) scheinen bereits im oberen Teil der Saunja-Stufe aufzutreten und gehen durch die Vormsi-Stufe und die Nyby-Zone weiter, sind aber sehr selten oder fehlen bereits in den obersten Schichten der Nyby-Zone. Mehrere andere, meistens unbeschriebene Brachiopodenarten dürften die gleiche stratigraphische Verbreitung haben.

Tabelle II. Vertikale Verbreitung einiger charakteristischen Arten in der Lyckholm-Komplekstufe (s. auch JAANUSSON 1944, S. 98).

Arten	F _{1a}	F _{1bα}	F _{1bβ}	F _{1cα}	F _{1cβ}	F _{1cγ}	F ₂
<i>Tretaspis seticornis</i> (HIS.)	+						
<i>Iliaenus mascei</i> HOLM	+						
<i>Isotelus platyrhachis</i> (STEINH.)	+	?					
<i>Amphilichas lineatus</i> (ANG.)	+	+	?	+			
<i>Discoceras roemeri</i> STRAND		+	+	+			
<i>Strandoceras sphynx</i> (FR. SCHM.)	?	+	+	+			
<i>Sowerbyella schmidtii</i> (LINDSTR.)		+	+	?		+	
„ <i>Rafinesquina</i> “ <i>semipartita</i> (ROEMER)	?	+	+	+			
„ <i>Harpes</i> “ <i>costatus</i> ANG.			+	?		+	
<i>Discoceras antiquissimum</i> (EICHW.)				+		+	+
<i>Rafinesquina pseudoalternata</i> (FR. SCHM.)				+		+	?
<i>Barbarorthis foraminifera</i> ÖPIK				+			
<i>Plectatrypa sulevi</i> JAAN.				+			
<i>Plectatrypa</i> n. sp. A					+		
<i>Plectatrypa</i> n. sp. B						+	
<i>Plectatrypa</i> n. sp. C							+
<i>Meristina?</i> <i>cassidea</i> (DALMAN)						+	+
<i>Eobronteus laticauda</i> (WAHLENB.)			?			+	
„ <i>Brachyaspis</i> “ <i>robusta</i> (ROEMER)						+	+
<i>Charactoceras estonicum</i> STRAND					+	+	
<i>Beloitoceras heterocurvatum</i> STRAND						+	
<i>Piersaloceras gageli</i> TEICH.						+	
<i>Spyroceras textumarenaceum</i> (ROEM.)						+	

Sowerbyella schmidtii (LINDSTR.) ist in der Saunja-Stufe nicht nachgewiesen worden, tritt aber in der Kõrgessaare-Zone auf und geht bis durch die Pirgu-Stufe; in Estland kommt sie jedoch im allgemeinen selten vor. Diese Art ist gegenwärtig von folgenden Lokalitäten bekannt: Lehtse (F_{1bα}; s. MARTNA 1956), Kõrgessaare (F_{1bα}; ein Ex. im Naturhist. Reichsmus., Stockholm, Nr. Br. 4559), Steinbruch im Walde in der Nähe des Ufers W vom Dorfe Saxby (F_{1bβ}), Piirsalu (F_{1cγ}; 2 Ex. im Paläont. Mus. Oslo; s. Taf. I, Fig. 10).

Atrypacea: *Catazyga* ist in der Kõrgessaare-Zone (F_{1bα}, z.B. bei „Saxby Strand N“ und im Steinbruch von Kohila), Nyby-Zone (F_{1cα}, im Riffkalkstein bei Nyby) und im Steinbruch bei Paluküla Krug auf Hiiumaa (F_{1cβ} oder F_{1cγ}) angetroffen worden. *Plectatrypa* erscheint in der Nyby-Zone, und das häufige Vorkommen von noch unbeschriebenen Arten dieser Gattung, besonders in West-Estland, ist für die Pirgu-Stufe sehr kennzeichnend. Der erste Vertreter dieser Gattung, *Plectatrypa sulevi* JAANUSSON (in ALICHOVA 1954) (s. Taf. I, Fig. 7; Textabb. 4B), ist eine kleine Art, die auf die Nyby-Zone beschränkt ist (s. S. 398). Zusammen mit dieser Art kommt in West-Estland (Steinbruch von Nyby, Riffkalkstein bei Nyby, Steinbruch SW von Kärrslätt, Huitberg) eine neue Art einer neuen Atrypidengattung vor (s. Taf. I,

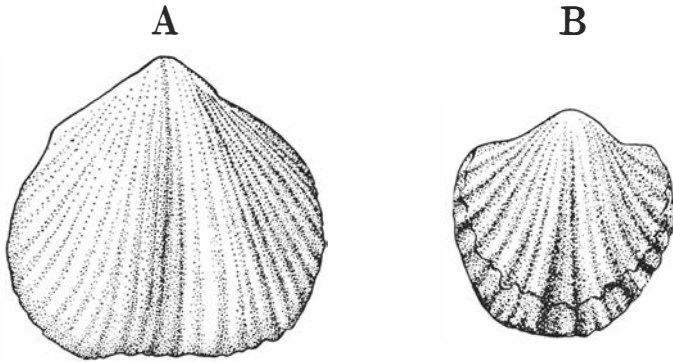


Abb. 4. A. *Atrypidae* n. gen. et n. sp. Ventralschale. — B. *Plectatrypa sulevi* JAAN. Ventralschale (s. Taf. I, Fig. 7). Zeichnungen nach Photographien der Exemplare im Geologischen Museum in Tartu. Steinbruch von Nyby, Nyby-Zone. $\times 3$.

Fig. 9; Textabb. 4A). In den oberen Zonen der Pirgu-Stufe erscheinen andere grössere, neue Arten der Gattung *Plectatrypa* (sp. A und sp. B).

Meristina? terebratulina (WAHLENBERG 1821). Im obersten Ordovizium und untersten Silur von Nordeuropa kommt eine Artengruppe der Gattung *Meristina* oder einer nahe verwandten neuen Gattung vor, die in den stratigraphischen Besprechungen oft erwähnt worden ist. Eine Form dieser Artengruppe wurde bereits von WAHLENBERG ([1818] 1821, S. 64) aus dem Bodariffkalkstein (Osmundsberg) des Siljan-Gebietes als *Anomites terebratulinus* beschrieben, aber nicht abgebildet. Das Originalmaterial dieser Art befindet sich im Museum des Paläontologischen Institutes von Uppsala und ist mit einer Etikette in WAHLENBERGS eigener Handschrift versehen. Das vollständigste Exemplar wird hier zum Lectotypus gewählt, der auf Tafel I, Fig. 1–5 abgebildet ist. Später wurde eine schmalere Form dieser Artengruppe aus den *Dalmanitina*-Schichten von Borensult, Östergötland, von DALMAN (1828, Tab. V, Fig. 5) als *Atrypa cassidea* beschrieben und abgebildet. Eine dritte Form wurde von SOWERBY (1839) aus England als *Atrypa crassa* aufgestellt. Die englischen Formen dieser Artengruppe wurden vor kurzem von WILLIAMS (1951) einer Revision unterzogen, wobei er innerhalb *Meristina crassa* mehrere Unterarten absonderte. Ohne eingehende Untersuchung lässt sich jedoch nicht feststellen, ob die von WAHLENBERG und DALMAN aufgestellten Formen in die Variationsbreite einer Art fallen, oder spezifisch verschieden sind, und ob eine oder beide dieser Formen mit einer Unterart von *M. crassa* identisch sind. — Spätere skandinavische Verfasser haben die Aufstellung der oben genannten schwedischen Arten übersehen und die ganze Formengruppe als *M. crassa* (Sow.) bestimmt (KIÆR 1897, TROEDSSON 1921, THORSLUND 1935 usw.). Aus dem Lyckholm-Stufenkomplex hat bereits FR. SCHMIDT (1858, S. 209) aus den Steinbrüchen von Paluküla Krug ($F_{1c\beta}$ oder $F_{1c\gamma}$) und Rannaküla ($F_{1c\gamma}$) eine Form dieser Artengruppe richtig als *Merista? cassidea* DALM. angeführt. Dieselbe Art wurde von JAANUSSON (1944) als *Hindella umbonata* (BILLINGS)

bestimmt. Sie kommt auch in den Blöcken am neuen Hafen von Haapsalu reichlich vor ($F_{1c\gamma}$). Alle diese estländischen Exemplare scheinen zu der schmäleren, von DALMAN beschriebenen Form zu gehören und werden hier vorläufig als *Meristina? cassidea* bestimmt. Von der breiteren, von WAHLENBERG beschriebenen Form sind einige Exemplare in der Porkuni-Stufe (F_2) u. a. im Steinbruch von Porkuni und in den Geschiebeblöcken des Porkuni-Kalksteines auf Hiiumaa gefunden worden.

Die Korrelation des Oberordoviziums in Baltoskandien

Die lithologische Fazies und die mit ihr verbundene Fauna sind im Oberordovizium von Skandinavien im allgemeinen von der in Estland sehr verschieden. In Skandinavien herrschen mit Ausnahme von einigen Formationen, wie z. B. 5a im Oslo-Gebiet, pelitische, terrigene Sedimente, wie Schiefer und Mudstone, mit Einlagerungen von tonreichem Calcilutit, vor. In Estland dagegen ist, abgesehen von der Rakvere- und der Saunja-Stufe, wo mehr oder weniger reine Calcilutite vorherrschen, das gewöhnliche Gestein im Oberordovizium Calcarenit und calcarenitischer Calcilutit. Die Fauna der pelitischen Sedimente in Skandinavien ist gekennzeichnet u. a. durch *Tretaspis*, *Isotelus*, *Flexicalymene*, *Stygina*, *Remopleurides* und *Christiania* und durch die Seltenheit oder vollständige Abwesenheit grösserer sessiler Tiere, wie Korallen, Bryozoen und grosser Brachiopoden. Denselben faunistischen Charakter haben auch die mehr oder weniger reinen Calcilutite, z. B. die der Saunja-Stufe in Estland und des „Östersjö-Kalksteines“ im südbottnischen Gebiet. Diese Fauna kann offenbar als eine Weichbodenfauna betrachtet werden. Die tonreichen Calcilutite und schalentrümmerreichen (calcarenitischen) Calcilutite von F_{1b} – F_2 in Estland dagegen sind sehr reich an verschiedenen sessilen Formen und weisen somit auf günstige Substratverhältnisse für solche Organismen hin. Ausserdem führen sie reichlich Cephalopoden und Gastropoden. Wenn in Skandinavien ähnliche tonreiche Calcilutite oder calcarenitische Calcilutite ausgebildet sind, wie z. B. in der 5a-Stufe der Oslo-Region, so enthalten sie beinahe dieselbe Fauna wie die entsprechenden estländischen Ablagerungen und können daher sicher mit Estland korreliert werden. Einen dritten grossen Faziestypus im baltoskanischen Oberordovizium stellen die Riffkalksteine von Siljan-Typus dar (Boda-Kalkstein in Schweden und Nyby-Riffkalksteine in West-Estland). Ihre Fauna weist viele mit den calcarenitischen Ablagerungen gemeinsame Arten auf, es kommen aber auch zahlreiche Elemente vor, die auf diese Riffkalksteine beschränkt zu sein scheinen. Die Umgebungsfazies der Riffkalksteine ist vor allem durch den Reichtum an Cystoiden gekennzeichnet. In den Riffkalksteinen der Nyby-Zone in West-Estland scheint der Anteil der Korallen auch in den zentralen Teilen des Riffes grösser zu sein als im teilweise gleichaltrigen Boda-Kalkstein des Siljan-Gebietes.

Die mittel- und oberordovizischen Riffkalksteine von Schweden sind bis

jetzt im allgemeinen *Leptaena*-Kalksteine genannt worden. Diesen Namen haben sie nach dem stellenweise häufigen Vorkommen grosser *Sowerbyella*-Arten [*S. schmidtii* (LINDSTR.) und *S. n. sp.*] erhalten (TÖRNQUIST 1871). Da aber einerseits diese Arten zu einer anderen Gattung gestellt worden sind, die echte *Leptaena* andererseits in diesen Riffkalksteinen selten vorkommt und für sie keineswegs kennzeichnend ist, soll, wie bereits THORSLUND (1932a) hervorgehoben hat, diesen Riffkalksteinen ein neuer Name gegeben werden. Hier wird anstatt „*Leptaena*“-Kalkstein der Name Riffkalkstein von Siljan-Typus oder Siljan-Riffkalkstein vorgeschlagen. Kennzeichen und Vorkommen der Riffkalksteine dieses Typus werden vom Verfasser in einem anderen Zusammenhang besprochen.

Für die Korrelation des Oberordoviziums zwischen Estland und Skandinavien gibt es gegenwärtig vier mehr oder weniger sichere Stützpunkte: 1. Der untere Teil des Slandrom-Kalksteines entspricht höchstwahrscheinlich wenigstens einem Teil der Rakvere-Stufe (E) in Estland (s. JAANUSSON 1953). 2. Die Rote *Tretaspis*-Formation enthält in ihrer kalkigen Ausbildung, so wie in Östergötland und im Siljan-Gebiet von Schweden, mehrere Arten, die in Estland auf die Nyby-Zone ($F_{1c\alpha}$) beschränkt sind (z. B. *Plectatrypa sulevi* JAAN.) oder in der Nyby-Zone erscheinen (z. B. *Discoceras antiquissimum* EICHW.) und kann mit dieser Zone korreliert werden. 3. Die 5 a-Stufe in der Oslo-Region steht faunistisch dem oberen Teil der Pirgu-Stufe ($F_{1c\beta} + F_{1c\gamma}$) in Estland sehr nahe. Beide enthalten viele gemeinsame Arten und ihre Korrelation ist nach der Ansicht des Verfassers eine der sichersten im baltoskandischen Ordovizium. Die 5 b-Stufe in der Oslo-Region und die Porkuni-Stufe in Estland werden von Schichten überlagert (Juuru-Stufe, G_1 , in Estland und Etage 6 in Norwegen), die eine ähnliche Fauna führen und zweifellos miteinander korreliert werden können (vgl. auch ROSENSTEIN 1940 und MARTNA 1956).

Diese Korrelationen bilden ein mehr oder weniger sicheres Gerüst für die Korrelationstabelle des Oberordoviziums von Baltoskandien. Die übrigen Abteilungen müssen gegenwärtig noch nach ihrer stratigraphischen Stellung im Verhältnis zu den oben genannten Formationen sowie auf Grund einzelner Arten korreliert werden. *Sowerbyella schmidtii* (LINDSTR.) erscheint in Estland in der Kõrgessaare-Zone der Vormsi-Stufe und im Siljan-Gebiet (nördliches Profil von Skålberg) im Schwarzen *Tretaspis*-Schiefer. *Discoceras roemeri* STRAND ist eine charakteristische Art für $4c\alpha$ und $4c\beta$ in der Oslo-Region (s. STRAND 1933) und für die Vormsi-Stufe in Estland. *Meristina? cassidea* (DALMAN) erscheint auf dem Kinnekulle, Västergötland, bereits im Sandstein, der höchstwahrscheinlich zu der *Staurocephalus*-Stufe gehört (s. HENNINGS-MOEN 1948, S. 380), und in West-Estland im oberen Teil der Pirgu-Stufe ($F_{1c\beta}$ oder $F_{1c\gamma}$). Die vertikale Verbreitung dieser Arten gestattet die Annahme, dass die Schichtenfolge zwischen dem Slandrom-Kalkstein und der Roten *Tretaspis*-Formation in Schweden mit der Vormsi-Stufe (F_{1b}), und die *Staurocephalus*-Stufe mit dem oberen Teil der Pirgu-Stufe ($F_{1c\beta} + F_{1c\gamma}$) korreliert

Tabelle III. Korrelation des Oberordoviziums in Baltoskandien.

Estland			Schweden	Oslo-Region
F ₂	Porkuni-Stufe		<i>Dalmanitina</i> -Stufe	5 b
F _{1c}	Pirgu-Stufe	γ Piirsalu-Zone β Lohu-Zone	<i>Staurocephalus</i> -Stufe	5 a
		α Nyby-Zone	Rote <i>Tretaspis</i> -Formation	4 d
F _{1b}	Vormsi-Stufe		„Mittlere <i>Tretaspis</i> -Schichten“	4 c
F _{1a}			Schwarzer <i>Tretaspis</i> -Schiefer	
E	Rakvere-Stufe		Slandrom-Kalkstein	

werden sollten. Die Korrelation der Stufen 5a und 5b der Oslo-Region mit der *Staurocephalus*-Stufe, resp. der *Dalmanitina*-Stufe in Schweden hat bereits KLÆR (1897) angenommen. Gegenwärtig sind die oberordovizischen Faunen in Baltoskandien jedoch noch unvollständig bekannt, und weitere faunistische Bearbeitungen werden sicherlich neue Stützpunkte für die Korrelation liefern.

Die wahrscheinliche Korrelation des Oberordoviziums in Baltoskandien ist aus Tabelle III ersichtlich.

Das Oberordovizium des südbottnischen („nordbaltischen“) Gebietes wurde von WIMAN (1907) als „Östersjö-Kalkstein“ zusammengefasst, welcher überwiegend aus mehr oder weniger reinen, dichten Calciliten besteht, die gewöhnlich ziemlich arm an Makrofossilien sind. Die Fauna der aus dem gleichen Gestein bestehenden Abteilungen der estländischen Schichtenfolge, u. zw. die Rakvere- und die Saunja-Stufe, geht auch im südbottnischen Gebiet im grossen und ganzen unverändert weiter. Der Geschiebeblock Torrön Nr. 7 (s. WIMAN 1907, Tab. 8) z. B., weist die charakteristische Rakvere-Fauna auf, und der Geschiebeblock Ekeby Nr. 41 enthält die Fauna der Saunja-Stufe. Andere Blöcke mit der Saunja-Fauna sind nach der Veröffentlichung der Untersuchung von WIMAN (1907) gefunden worden, und es scheint sogar, dass die meisten aus fossilarmen, dichten, graugelben Calciliten bestehenden Geschiebeblöcke zu dieser Stufe gehören. Geschiebeblöcke mit einer Fauna der Vormsi-Stufe sind dem Verfasser bis jetzt noch nicht bekannt, was offenbar auf der abweichenden lithologischen Fazies im südbottnischen Gebiet beruht. Dagegen kommen Blöcke vor, deren Fauna derjenigen des Schwarzen *Tretaspis*-Schiefers ähnlich ist (wie z. B. Geschiebeblock Norrskedika Nr. 1, s. WIMAN

1907, Tabelle 8). Nach der vorgenommenen Korrelation (s. Tabelle III) ist es möglich, dass wenigstens ein Teil dieser Blöcke von den der Vormsi-Stufe entsprechenden Schichten stammt. Die Geschiebeblöcke, die *Plectatrypa* enthalten (wie z.B. Mälby Nr. 2, Norrskedika Nr. 8, 10 und 29 und Söderby Söderön Nr. 1), können nicht älter sein als die Nyby-Zone, und da diese Arten identisch sind mit jenen, die in Estland auf die Nyby-Zone beschränkt sind (*Plectatrypa sulevi* JAAN. und *Atrypidae* n. gen. et sp. genannt), kann ihre Zugehörigkeit zu dieser Zone als festgestellt betrachtet werden. Geschiebeblöcke, die mit Sicherheit jünger sind als die Nyby-Zone, sind dem Verfasser aus dem südbottnischen Gebiete gegenwärtig nicht bekannt.

Aus dem Geschiebe von Öjle Myr auf Gotland hat WIMAN (1901) eine reiche, grösstenteils verkieselte Fauna beschrieben, die er in die Porkuni- („Borkholm“-) Stufe stellte. Später zweifelte jedoch THORSLUND (1938, S. 37–38) an der Richtigkeit von WIMANS Bestimmung des stratigraphischen Horizontes und nahm an, dass wenigstens der grösste Teil der von WIMAN untersuchten Geschiebeblöcke aus der Lyckholm-Stufe stamme. Die Fauna dieser Geschiebeblöcke hat zweifellos eine etwas widersprechende Zusammensetzung, indem dort Arten, die in Estland auf die Porkuni-Stufe beschränkt sind [wie z. B. *Platylchas? mastocephala* ÖPIK, *Actinomena luna* (LINDSTR.), *Streptis* usw.], zusammen mit Arten vorkommen, die in Estland nicht höher als in die Pirgu-Stufe gehen. Eine solche Pirgu-Porkuni-Mischfauna ist aus Estland noch nicht bekannt. Der untere Teil der Porkuni-Stufe besteht aber in Estland aus fossilarmen, dolomitischen Kalksteinen (Röa-Schichten, s. MARTNA 1956), deren Fauna noch ungenügend bekannt ist. Es ist möglich, dass die eine F_1 - F_2 -Mischfauna enthaltenden Geschiebeblöcke von Öjle Myr aus den mit den Röa-Schichten gleichaltrigen Schichten stammen.

Die Einzelheiten der Korrelation zwischen den oberordovizischen Graptolitenzonen und der Einteilung der Kalk- und Schlammsteinfazies sind in Baltoskandien noch unklar. Der Schwarze *Tretaspis*-Schiefer enthält in Schweden eine Graptolitenfauna der Zone mit *Pleurograptus linearis* (THORSLUND 1935, S. 47–48; 1940, S. 94–95; HENNINGSMOEN 1948). Die dem Roten *Tretaspis*-Schiefer entsprechenden Schichten in Skåne (Z. mit „*Niobe*“ *lata* und *Dicellograptus complanatus*, s. OLIN 1906) enthalten Graptoliten der Zone mit *Dicellograptus complanatus*. Das oberste Ordovizium (*Staurocephalus*- und *Dalmanitina*-Schichten) ist in Schweden nicht als graptolitenführende Schiefer ausgebildet. Von Bornholm hat POULSEN (1936) aus den *Staurocephalus*-Schichten *Dicellograptus anceps* var. *bornholmiensis* beschrieben, und diese Schichten entsprechen aller Wahrscheinlichkeit nach einem Teil der Zone mit *Dicellograptus anceps*. Die Lage der Grenzen oben genannter Graptolitenzonen in der Kalk- und Schlammsteinfazies ist jedoch gegenwärtig unbekannt. Neue Untersuchungen der entsprechenden Schichtenfolge in Skåne werden hoffentlich zu einer genaueren Korrelation führen.

Bemerkungen über die Grenze zwischen Ordovizium und Silur in Baltoskandien

Eine historische Übersicht über diese Grenze in Estland hat JAANUSSON (1944, S. 98–99) gegeben. Die von ihm in dieser Arbeit vorgeschlagene Grenze zwischen diesen Systemen (zwischen F_{1b} und F_{1c}) war jedoch auf eine fehlerhafte Korrelation mit dem entsprechenden Teil der schwedischen Schichtenfolge (auf THORSLUND 1935, S. 45, Fussnote 2 gestützt) gegründet.

Da man in den letzten Jahrzehnten sowohl in Estland als auch in Norwegen diese Grenze gewöhnlich nach dem schwedischen Vorbild gezogen hat, werden im folgenden Fragen näher besprochen, welche diese Grenze in Schweden betreffen. Die Lagerfolge beiderseits der Grenze zwischen Ordovizium und Silur ist in Schweden gegenwärtig am besten in Skåne und am Kinnekulle in Västergötland bekannt. In Skåne hat TROEDSSON (1918, 1920, 1936) folgende Einteilung der Schichtenfolge zwischen dem silurischen *Rastrites*-Schiefer und den ordovizischen *Tretaspis*-Schichten beschrieben (hauptsächlich nach TROEDSSON 1936, S. 490, Korrelationstabelle 1; von oben nach unten):

- Zone mit *Climacograptus scalaris* [= *C. scalaris normalis*]
- » » *Homalonotus* [= *Brongniartella*] *platynotus*
- » » *Dalmanites* [= *Dalmanitina*] *mucronatus*
- » » *Dalmanites eucentrus* [= *Dalmanitina olini*]
- » » *Staurocephalus clavifrons*

Die Zonen mit *Homalonotus platynotus*, *Dalmanites mucronatus* und *D. eucentrus* wurden von TROEDSSON (1920) *Dalmanites*-Schiefer [= *Dalmanitina*-Schichten JAANUSSON 1944] genannt. *Dalmanitina olini* TEMPLE ist in Schweden ausserhalb von Skåne nicht gefunden worden, und da *D. mucronata* von den *Staurocephalus*-Schichten bis zum obersten Teil der *Dalmanitina*-Schichten verbreitet ist, kann eine entsprechende Einteilung der letzteren Schichten in anderen Kambro-Silurgebieten Schwedens nicht durchgeführt werden. Nach TROEDSSON (1936) entsprechen die *Dalmanitina*-Schichten in Västergötland nur der obersten Zone dieser Schichten in Skåne. Statt der unteren und mittleren Zone der *Dalmanitina*-Schichten in Skåne nimmt er in anderen Kambro-Silurgebieten eine Lücke in der Schichtenfolge an, was jedoch noch bekräftigt werden muss.

Die Grenze zwischen Ordovizium und Silur wurde von TROEDSSON, dem Beispiel von TULLBERG (1882, 1883) folgend, zuerst (1918, 1920) oberhalb der Zone mit *Climacograptus scalaris normalis* gezogen, da seiner Ansicht nach diese Grenze mit der Ashgill-Llandovery-Grenze in England korreliert werden sollte. Später (in TROEDSSON & ROSWALL 1926, TROEDSSON 1936) betrachtete TROEDSSON die *Dalmanitina*-Schichten als basale Transgressionsablagerungen des Silurs und zog die Grenze Ordovizium-Silur zwischen den Zonen mit *Dalmanitina eucentra* [= *olini*] und *Staurocephalus clavifrons*. Die den *Dal-*

manitina-Schichten entsprechenden Schichten (= unterer Teil des Brachiopodenschiefers) wurden bereits von HOLM (1901, S. 60) als basale Transgressionsablagerungen des Silurs betrachtet. TROEDSSON gründete seine Auffassung bezüglich dieser Grenze hauptsächlich auf folgende Argumente: (1) die allgemeine lithologische und stratigraphische Entwicklung der *Dalmanitina*-Schichten und der angrenzenden Schichten; (2) die angenommenen normalen Einlagerungen von *Rastrites*-Schiefer im oberen *Leptaena*-Kalkstein [= Boda-Kalkstein] des Siljan-Gebietes; (3) das von WIMAN (1901) in den Porkuni-Geschieben von Öjle Myr auf Gotland angeführte Vorkommen von *Climacograptus rectangularis*, der eine charakteristische Form des mittleren Llandovery darstellt; (4) das Vorkommen von *Meristella* [= *Meristina*] *crassa* (J. DE C. SOW.) in den *Dalmanitina*-Schichten in Västergötland, welche Art nach TROEDSSON in England eine charakteristische Llandovery-Form darstellt und im Ordovizium nicht nachgewiesen worden ist. Bezüglich dieser Argumente kann folgendes angeführt werden: (1) was die allgemeine lithologische und stratigraphische Entwicklung der genannten Schichten anbelangt, so gibt es auch andere Deutungsmöglichkeiten als die von TROEDSSON angeführten (so z. B. G. KAUTSKY 1953, S. 120–121); (2) die Spaltenfüllungen im Boda-Kalkstein sind mit Sicherheit nach der Ablagerung dieses Riffkalksteines entstanden (ISBERG 1918, 1934, S. 16–19; THORSLUND 1932a, 1932b, 1935, S. 44); (3) das von WIMAN (1901) als *Climacogr. rectangularis* angeführte Exemplar ist nicht spezifisch bestimmbar, gehört aber nach unpublizierten Untersuchungen sicherlich nicht zu dieser Art; (4) *Meristina crassa* kommt in England bereits im Ashgillian vor (KING & WILCOCKSON 1934; WILLIAMS 1951); in Schweden sind Vertreter dieser Formengruppe aus den *Dalmanitina*-Schichten als selbständige Arten bereits früher als in England beschrieben worden, ihre Identität mit *M. crassa* ist jedoch vorläufig nicht mit Sicherheit festgestellt worden (s. S. 384). Ein Vertreter dieser Formengruppe kommt in Schweden bereits in den *Staurocephalus*-Schichten (HENNINGSMOEN 1948, S. 380) und in Estland in F_{1c} (s. S. 384) vor.

In Schweden haben die meisten späteren Verfasser (THORSLUND 1935 usw.; WARBURG 1939; WÆRN 1948 und andere) die Ordovizium-Silur-Grenze nach TROEDSSON zwischen den *Dalmanitina*- und *Staurocephalus*-Schichten gezogen. In Norwegen sind STØRMER (1934) und andere TROEDSSON gefolgt und haben diese Grenze zwischen 5a und 5b verlegt. In Estland wurde die Porkuni-Stufe (F₂) von ÖPIK (1937) als Basis des Silurs betrachtet, da er behauptete, dass diese Grenze der Ashgill-Llandovery-Grenze entspräche (s. auch ÖPIK in BUBNOFF 1952, S. 128).

Anlässlich der Beschreibung des Bohrkernes von Kullatorp, Kinnekulle (Västergötland), zeigte WÆRN (1948, S. 462), dass die *Dalmanitina*-Schichten dort von Schlammsteinen (Mudstones), die zur Zone mit *Glyptograptus persculptus* gehören, überlagert sind (diese Schichten werden jedoch in seiner Arbeit zur Zone mit *Akidograptus acuminatus* gezählt). Die Zone mit *G. per-*

sculptus stellt die unterste Graptolitenzone des Llandovery in England dar und war früher in Schweden nicht mit Sicherheit bekannt. Der oberste Teil der *Dalmanitina*-Schichten in diesem Bohrkern besteht aus kalkhaltigem Sandstein, der nach WÆRN (1948, S. 437) in einer anderen Lokalität auch *Climacograptus* von *normalis*-Typus führt. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, dass dieser Sandstein bereits zur *G. persculptus*-Zone gehört und daher als Basis des *Rastrites*-Schiefers betrachtet werden muss. In einer Besprechung der oben genannten Arbeit von WÆRN führte O. T. JONES (1949) an, dass „in comparison with the British sections the Ordovician-Silurian boundary should be drawn above the *Dalmanitina* beds“. Von G. KAUTSKY (1949, Korrelationstabelle; 1953, S. 121) wurden die *Dalmanitina*-Schichten und 5b in Norwegen wieder als höchstes Ordovizium betrachtet, und diese Auffassung teilt auch HENNINGS-MOEN (1954, S. 72) (s. auch SPJELD NÆS, *Norsk Geol. Tidsskr.*, Bd. 36, H. 2, S. 83).

Es ist gegenwärtig noch schwierig, eine genaue Korrelation der Schichtenfolge an der Grenzregion von Ordovizium und Silur zwischen Skandinavien und England durchzuführen. Dies beruht teilweise darauf, dass, soweit dem Verfasser bekannt ist, weder in England noch in Skandinavien irgendwo eine ununterbrochene Schichtenfolge in der Graptolitenfazies vom Ordovizium zum Silur vorkommt. Einen genauen Vergleich der entsprechenden sandigen oder kalkigen Fazies kann man aber erst dann durchführen, wenn die reiche Fauna der *Dalmanitina*-Schichten, besonders aus Östergötland und Västergötland, genügend eingehend beschrieben worden ist. TEMPLE zeigte (1952) auf Grund der Verbreitung der *Dalmanitina*-Arten, dass die Zone mit *Dalmanitina olini* in Skåne mit einem Teil des oberen Ashgills in England zu korrelieren ist; es ist jedoch unklar, ob er den oberen Teil der *Dalmanitina*-Schichten zum Ashgill oder zum Llandovery zählte.

Das Tatsachenmaterial bezüglich der Korrelation der Grenzregion von Ordovizium und Silur in Schweden lässt sich gegenwärtig folgendermassen zusammenfassen: die obersten *Dalmanitina*-Schichten werden von einem Teil der Zone des unteren Llandovery mit *Glyptograptus persculptus* überlagert, und der unterste Teil der *Dalmanitina*-Schichten entspricht mit Sicherheit einem Teil des oberen Ashgills. Für eine genaue Korrelation des oberen Teiles der *Dalmanitina*-Schichten fehlen gegenwärtig noch sichere Anhaltspunkte, und diese Frage kann erst nach einer Bearbeitung der Fauna dieser Schichten endgültig entschieden werden. Da aber die faunistischen Unterschiede zwischen den Schichten mit *Dalmanitina olini* und dem oberen Teil der *Dalmanitina*-Schichten nach den bisherigen Angaben gering sind, dürfte es am wahrscheinlichsten sein, dass die gesamten *Dalmanitina*-Schichten in Schweden zum Ashgill gehören und daher als oberstes Ordovizium betrachtet werden müssen. In vorliegender Arbeit wird daher die Ordovizium-Silur-Grenze in Estland zwischen der Porkuni- (F₂-) und der Juuru- (G₁-)Stufe gezogen.

In der Tiefbohrung von Kamariku in Ost-Estland hat man einen ungefähr 2 m mächtigen weissen Quarzsandstein angetroffen (vgl. ROSENSTEIN 1943;

ÖPIK in BUBNOFF 1952, S. 128; MARTNA 1956). Dieser Sandstein liegt über fossilführenden Schichten der Porkuni-Stufe und wird von ungefähr ebenso mächtigem, dichtem, weissem fossilfreiem Kalkstein, dem die fossilführenden Schichten der Juuru-Stufe (G_1) aufliegen, überlagert. Von ROSENSTEIN (1943) wurde sowohl der Sandstein als auch der hangende Kalkstein zur Porkuni-Stufe gezählt (s. auch ÖPIK in BUBNOFF 1952, loc. cit.). Wie die stratigraphische Zugehörigkeit dieser Schichten von ROSENSTEIN (1943) bestimmt wurde, kann nicht entschieden werden, da die beiden lithologischen Abteilungen bis jetzt kein Fossil geliefert haben. Das Vorkommen eines relativ mächtigen klastischen Sedimentes in einer sonst hauptsächlich aus mehr oder weniger autochthonem Kalkmaterial bestehenden Schichtenfolge weist auf eine bedeutende Veränderung des Sedimentationsmilieus und wahrscheinlich auch auf eine Lücke unterhalb des Sandsteines hin. Der Ansicht des Verfassers nach entspricht dieser Sandstein wenigstens teilweise dem 6a-Sandstein in der Oslo-Region und ist als Basis der Juuru-Stufe, resp. des Silurs zu betrachten.

Man kann in der Literatur bisweilen hauptsächlich auf TEICHERT (1928, S. 77) sich stützende Angaben finden, dass die Porkuni-Stufe (F_2) in West-Estland stellenweise fehlt, d. h. dass dort in einigen Gebieten der Lyckholm-Stufenkomplex mit der Juuru-Stufe (G_1) oder sogar mit der Tamsalu-Stufe (G_2) in Kontakt kommt. Diese Angaben basieren ausschliesslich darauf, dass auf dem Festlande von West-Estland und der Insel Hiiumaa (Dagö) keine Aufschlüsse der Porkuni-Stufe vorhanden sind. Die westlichsten bekannten sicheren Lokalitäten von F_2 auf dem Festlande (entdeckt von Mag. P. LANNUS) liegen in der Umgebung von Varbola, nämlich bei Kantsi (ungefähr 2 km SÖ vom Gute Polli, Ö von der Landstrasse), wo dolomitische, an Pelmatozoenfragmenten reiche Kalksteine (wahrscheinlich Röa-Schichten) aufgeschlossen sind, und bei Polli (ungefähr 200–300 m W vom Dorfe), wo sich ein kleiner Riffkalksteinhügel der Porkuni-Stufe (u. a. mit *Streptis undifera* FR. SCHM. und Stromatoporen) befindet. Auf der kleinen Insel Vohilaid bei der Insel Hiiumaa ist der Aufschluss der Porkuni-Stufe jedoch bereits seit langem bekannt (s. STEIN 1937). Als TEICHERT (1928, S. 77) angab, dass das Anstehende der Lyckholm-Stufe bisweilen der Tamsalu- (*Borealis*-)Stufe so nahe liege, dass kein Raum für die Porkuni-Stufe (F_2) und sogar auch für die Juuru-Stufe (G_1) vorhanden ist, rechnete er nicht mit dem Relief des Untergrundes. Wenn man nämlich in diesen Fällen auch die Unterschiede in der absoluten Höhe der von ihm angeführten Aufschlüsse (wie z. B. in Bezug auf Haapsalu und Pullapää, s. TEICHERT 1928, S. 77) berücksichtigt, so gibt es im Profil doch genügend Platz sowohl für die Porkuni- als auch für die Juuru-Stufe. Der Ansicht des Verfassers nach spricht gegenwärtig nichts dafür, dass die Porkuni-Stufe oder die Juuru-Stufe in West-Estland stellenweise ausgekeilt sei.

Paläontologisches Institut der Universität Uppsala.

Literatur

- BUBNOFF, S. v., 1952: Fennosarmatia. Geologische Analyse des europäischen Kerngebietes. Berlin (Akademie-Verlag).
- BULMAN, O. M. B., 1927: Über *Koremagraptus fibratus* sp. nov. (Grapt., Dendr.). *Senckenbergiana*, Bd. 9, H. 1. Frankfurt a. M.
- DALMAN, J. A., 1828: Uppställning och beskrifning af de i Sverige funne terebratulider. *Kongl. Vet. Acad. Handlingar* 1827. Stockholm.
- EICHWALD, E., 1857: Beitrag zur geographischen Verbreitung der fossilen Thiere Russlands. Alte Periode. *Bull. de la Société Imp. des Naturalistes de Moscou*, T. 30, N:o 4. Moscou.
- HENNINGSMOEN, G., 1948: The Tretaspis Series of the Kullatorp Core. In: WÆRN, B., THORSLUND, P. u. HENNINGSMOEN, G.: Deep boring through Ordovician and Silurian strata at Kinnekulle, Vestergötland. *Bull. Geol. Inst. Uppsala*, Vol. XXXII. Uppsala.
- 1954: Upper Ordovician ostracods from the Oslo region, Norway. *Norsk Geol. Tidsskrift*, Bd. 33, No. 1–2. Oslo.
- HOLM, G., 1886: Illaeniden. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten von FR. SCHMIDT Abt. III. *Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de St.-Petersbourg*, VII^e Sér., T. XXXIII, No. 8. St.-Petersbourg.
- 1901: Kinnekulles berggrund. In: HOLM, G. u. MUNTHE, H.: Kinnekulle, dess geologi och den tekniska användningen af dess bergarter. *Sver. Geol. Unders.*, Ser. C, No. 172. Stockholm.
- ISBERG, O., 1918: En sprickfyllnad af rastritesskiffer i leptanakalken. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd. 40. Stockholm.
- 1934: Studien über Lamellibranchiaten des Leptanakalkes in Dalarna. Lund.
- JAANUSSON, V., 1939a: Geoloogilisi märkmeid Vormsist. [Geologische Notizen aus Vormsi. Estnisch.] *Loodusesõber*, detsember 1939. Tallinn.
- 1939b: Ühest Vormsi ainulaadsusest — Huitbergist. [Über die Einzigartigkeit von Vormsi — Huitberg. Estnisch.] *Ibid.*, detsember 1939. Tallinn.
- 1944: Übersicht der Stratigraphie der Lyckholm-Komplexstufe. *Bull. Comm. Géol. Finlande* 132. Helsinki.
- 1945: Über die Stratigraphie der Viru-Serie in Estland. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd. 67, H. 2. Stockholm.
- 1952: Untersuchungen über die Korngrösse der ordovizischen Kalksteine. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd. 74, H. 2. Stockholm.
- 1953: Über die Fauna des oberordovizischen Slandrom-Kalksteines im Siljan-Gebiet, Dalarna. *Ibid.*, Bd. 75, H. 1. Stockholm.
- JAANUSSON, V. u. STRACHAN, I., 1954: Correlation of the Scandinavian Middle Ordovician with the graptolite succession. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd. 76, H. 4. Stockholm.
- JONES, O. T., 1949: Rezension von „Deep Boring through Ordovician and Silurian Strata at Kinnekulle, Vestergötland“ von WÆRN, THORSLUND u. HENNINGSMOEN. *Geological Magazine*, Vol. LXXXVI, No. 3, pp. 197–200. London.
- KAUTSKY, G., 1949: Stratigraphische Grundzüge im westlichen Kambrosilur der skandinavischen Kaledoniden. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd. 71. Stockholm.
- 1953: Der geologische Bau des Sulitelma-Salojauregebietes in den nordskandinavischen Kaledoniden. *Sver. Geol. Unders.*, Ser. C, Nr. 528. Stockholm.
- KIÆR, J., 1897: Faunistische Uebersicht der Etage 5 des norwegischen Silursystems. *Videnskabs-Selsk. Skrifter*, I Mathem.-naturv. Klasse, 1897, Nr. 3. Kristiania.
- 1899: Die Korallenfauna der Etage 5 des norwegischen Silursystems. *Palaeontographica*, Bd. XLVI. Stuttgart.

- KIÆR, J., 1903: Revision der mittelsilurischen Heliolitiden und neue Beiträge zur Stammesgeschichte derselben. *Videnskabs-Selsk. Skrifter*, I Mathem.-naturv. Klasse, 1903, Nr. 10. Christiania.
- KING, W. B. R. u. WILCOCKSON, W. H., 1934: The lower Palaeozoic rocks of Austwick and Horton-in-Ribblesdale, Yorkshire. *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, Vol. XC, No. 2. London.
- KOKEN, E., 1925: Die Gastropoden des baltischen Untersilurs. Fortgesetzt von J. PERNER. *Mémoires de l'Acad. des Sciences de Russie*, VIII^e Série, Vol. XXXVII, Nr. 1. Leningrad.
- LAASI, A., 1940: Ormsös landskapsbild. *Svio-Estonica*. Tartu.
- LINDSTRÖM, G., 1899: Remarks on the Heliolitidae. *Kongl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handlingar*, Bd. 32, Nr. 1. Stockholm.
- MARTNA, J., 1956: Notes on the Upper Ordovician and Lower Silurian of the Tapa District, Estonia. (Manuskript.)
- OLIN, E., 1906: Om de chasmopskalken och trinucleusskiffern motsvarande bildningarna i Skåne. *Lunds Univ. Årsskr.*, N. F., Avd. 2, Bd. 2; *Kungl. Fysiogr. Sällsk. Handlingar*, N. F., Bd. 17. Lund.
- ÕPIK, A., 1934: Über Klitamboniten. *Acta et Comm. Univ. Tartuensis*, A XXVI; *Publ. Geol. Inst. Univ. Tartu* 39. Tartu.
- 1937: Aluspõhi. In: ÕPIK, A. u. LAASI, A.: Läänemaa geoloogia. Referat: Geologie von Läänemaa. *Eesti VIII — Läänemaa*; *Publ. Geol. Inst. Univ. Tartu* 51. Tartu.
- POULSEN, C., 1936: Übersicht über das Ordoviciun von Bornholm. *Medd. Dansk Geol. Foren.*, Bd. 9, H. 1. København.
- ROSENSTEIN, E., 1940: Uusi andmeid Juuru lademe kohta. Summary: Data concerning the Juuru formation. *Publ. Geol. Inst. Univ. Tartu* 63. Tartu.
- 1943: Unregelmässigkeiten im Einfallen der untersilurischen Schichten Estlands im westlichen Teil der Pandiver'schen Erhebung. *Tartu Ülikooli juures oleva Loodus-uurijate Seltsi Aruanded (Annales Soc. Rebus Nat. Invest. in Univ. Tartuensi Constitutae)* 47³⁻⁴. Tartu.
- SAURAMO, M., 1929: Zur Kenntnis der Geologie von Worms und Nuckö, Estland. *Bull. Comm. Géol. Finlande* 87. Helsinki.
- SCHMIDT, FR., 1858: Untersuchungen über die Silurische Formation von Ehstland, Nord-Livland und Oesel. *Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands*, Erste Serie, Bd. 2. Dorpat (der ganze Band erschienen im Jahre 1861).
- 1894: Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. IV. *Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de St.-Pétersbourg*, VII^e Série, T. XLII, Nr. 5. St.-Pétersbourg.
- 1907: Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Abt. VI. *Ibid.*, VIII^e Sér., Vol. XX, No. 8. St.-Pétersbourg.
- SOWERBY, J. DE C., 1839: In MURCHISON, R. I.: The Silurian System. London.
- STEIN, B., 1937: Vohilaiu geoloogiast. Summary: On the geology of Vohilaid. *Publ. Geol. Inst. Univ. Tartu* 53. Tartu.
- STØRMER, L., 1934: Cambro-Silurian zones of the Oslo region with a brief correlation between the British and Norwegian sections. In: HOLTEDAHL *et al.*: The geology of parts of southern Norway. *Proceedings Geol. Associat.*, Vol. XLV, Pt. 3. London.
- 1953: The Middle Ordovician of the Oslo region, Norway. 1. Introduction to stratigraphy. *Norsk Geol. Tidsskr.*, Bd. 31. Bergen.
- STRAND, T., 1933: The Upper Ordovician cephalopods of the Oslo area. *Norsk Geol. Tidsskr.*, Bd. XIV, H. 1. Oslo.

- TEICHERT, C., 1928: Stratigraphische und paläontologische Untersuchungen im unteren Gotlandium (Tamsal-Stufe) des westlichen Estland und der Insel Dagö. *Neues Jahrbuch für Mineral. etc.*, Beilageband LX, Abt. B. Stuttgart.
- 1930a: Die Cephalopoden-Fauna der Lyckholm-Stufe des Ostbaltikums. *Palaeontologische Zeitschrift*, Bd. 12. Berlin.
- 1930b: Biostratigraphie der Poramboniten. *Neues Jahrbuch für Mineral. etc.*, Beilageband LXIII, Abt. B. Stuttgart.
- 1930c: Der erste europäische Vertreter der Gattung *Ischyrinia* Billings (Eucrust. Notostr.) in der Lyckholm-Stufe von Estland. *Palaeontologische Zeitschrift*, Bd. 12. Berlin.
- TEMPLE, J. T., 1952: A revision of the trilobite *Dalmanitina mucronata* (Brongniart) and related species. *Lunds Univ. Årsskr.*, N. F., Avd. 2, Bd. 48, Nr. 1; *Kungl. Fysiogr. Sällsk. Handlingar*, N. F., Bd. 63, Nr. 1. Lund.
- THORSLUND, P., 1932a: Om sprickfyllnaderna i kalkreven inom Siljansområdet. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd. 54. Stockholm.
- 1932b: Om sprickfyllnaderna i kalkreven inom Siljansområdet. Svar på ett genmäle. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd. 54. Stockholm.
- 1935: Über den Brachiopodenschiefer und den jüngeren Riffkalk in Dalarna. *Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsaliensis*, Ser. IV, Vol. 9, N:o 9. Uppsala.
- 1938: Ordovician and Silurian. In: THORSLUND, P. u. WESTERGÅRD, A. H.: Deep boring through the Cambro-Silurian at File Haidar, Gotland. Preliminary Report. *Sver. Geol. Unders.*, Ser. C, N:o 415. Stockholm.
- 1940: On the Chasmops Series of Jemtland and Södermanland (Tvären). *Sver. Geol. Unders.*, Ser. C, N:o 436. Stockholm.
- TÖRNQUIST, S. L., 1871: Geologiska iakttagelser öfver den kambriska och siluriska lagföljden i Siljanstrakten. *Öfvers. K. Vetensk. Akad. Förhandl.*, Bd. 28, Nr. 1. Stockholm.
- TROEDSSON, G. T., 1918: Om Skånes brachiopodskiffer. *Lunds Univ. Årsskr.*, N. F., Avd. 2, Bd. 15, Nr. 3; *Kungl. Fysiogr. Sällsk. Handlingar*, N. F., Bd. 30, Nr. 3. Lund.
- 1920: Skånes dalmanitesskiffer, en strandbildning. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd. 42, H. 5. Stockholm.
- 1921: Bidrag till kännedomen om Västergötlands yngsta ordovicium jämte ett försök till parallellisering av de ordovicisk-gotlandiska gränslagren i Sverige och N. Amerika. *Lunds Univ. Årsskr.*, N. F., Avd. 2, Bd. 17, Nr. 3; *Kungl. Fysiogr. Sällsk. Handlingar*, N. F., Bd. 32, Nr. 3. Lund.
- 1926: On the Middle and Upper Ordovician faunas of Northern Greenland. 1. Cephalopods. *Meddelelser om Grønland*, 71. Jubilæumesp. nord om Grønland 1920-23, 1. København.
- 1936: The Ordovician-Silurian boundary in Europe, mainly in the Scandinavian-Baltic region. *Report of XVI International Geol. Congr.* Washington.
- TROEDSSON, G. T. u. ROSWALL, G., 1926: Nya data angående gränsen emellan ordovicium och gotlandium. *Geol. Fören. Förhandl.*, Bd. 48, H. 3. Stockholm.
- TULLBERG, S. A., 1882: Skånes graptoliter. I. Allmän öfversigt öfver de siluriska bildningarna i Skåne och jemförelse med öfriga kända samtida aflagringer. *Sver. Geol. Unders.*, Ser. C, No. 50. Stockholm.
- 1883: Ueber die Schichtenfolge des Silurs in Schonen nebst einem Vergleiche mit anderen gleichalterigen Bildungen. *Zeitschr. Deutschen Geolog. Gesellschaft*, Jahrg. 1883. Berlin.
- TWENHOFEL, W. H., 1916: Expedition to the Baltic Provinces of Russia and Scandinavia 1914. Part 2 — The Silurian and high Ordovician strata of Esthonia, Russia and their faunas. *Bull. Mus. Comp. Zoöl. at Harvard College*, Vol. LVI, Nr. 4. Cambridge, Mass.

- WÆRN, B., 1948: The Silurian strata of the Kullatorp core. In: WÆRN, B., THORSLUND, P. u. HENNINGSMOEN, G.: Deep boring through Ordovician and Silurian strata at Kinnekulle, Västergötland. *Bull. Geol. Inst. Upsala*, Vol. XXXII, No. 13. Uppsala.
- WAHLENBERG, G., (1818) 1821: Petrificata telluris Svecanae. *Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsaliensis*, Vol. 8. Upsaliae.
- WARBURG, E., 1925: The trilobites of the Leptaena limestone in Dalarne. *Bull. Geol. Inst. Upsala*, Vol. XVII. Uppsala.
- 1939: The Swedish Ordovician and Lower Silurian Lichidae. *Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handlingar*, Ser. 3, Bd. 17, N:o 4. Stockholm.
- WILLIAMS, A., 1951: Llandovery brachiopods from Wales with special reference to the Llandovery district. *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, Vol. CVII, No. 4. London.
- WIMAN, C., 1901: Über die Borkholmer Schicht im Mittelbaltischen Silurgebiet. *Bull. Geol. Inst. Upsala*, Vol. V. Uppsala (der ganze Band erschienen im Jahre 1902).
- 1907: Studien über das Nordbaltische Silurgebiet II. *Ibid.*, Vol. VIII. Uppsala (der ganze Band erschienen im Jahre 1908).

Nachtrag

Als sich die vorliegende Arbeit bereits im Druck befand, erhielt der Verfasser Kenntnis von mehreren in der Sowjetunion erschienenen Arbeiten, in welchen verschiedene Arten aus dem Lyckholm-Stufenkomplex von Estland beschrieben oder besprochen wurden. Eine Zusammenfassung aller stratigraphisch bedeutungsvoller Angaben in diesen Arbeiten ist hier nicht möglich, insbesondere da einige der wichtigsten Veröffentlichungen in den schwedischen Bibliotheken noch nicht zugänglich sind.

Die Tabulaten sind von SOKOLOV (1951, 1955) und die Stromatoporiden von RJABININ (1951) monographisch bearbeitet worden. Zuzufolge SOKOLOV (1951, nach ALICHOVA 1953, S. 20) erscheint *Sarcinula* bereits in der Rakvere-Stufe, und eine Art dieser Gattung (*S. lata* SOK.) ist für F_{1a} bezeichnend. *Acidolites asteriscus* (ROEM.) wird von SOKOLOV (1955) zur neuen Gattung *Esthonia*, *Propora hirsuta* (LINDSTR.) zu *Wormsipora* und *Heliolites parvistella* (ROEM.) zu *Stelliporella* gestellt. Aus F_{1b} des Tapa-Gebietes wird von ihm (1955) *Proheliolites mirandus* SOK. ohne nähere Lokalitätsangabe beschrieben. ALICHOVA (1953) gibt neue Beschreibungen und Abbildungen gewisser Protrematen aus F₁ von Ost-Estland; die Angaben über die Lokalitäten sind jedoch meistens so unbestimmt, dass eine stratigraphische Auswertung der behandelten Arten nicht möglich ist. RÖDMUSOKS (1956a) beschreibt den strophomeniden Brachiopoden *Luhaia vardi* RÖDM., der nach ihm auf F_{1cγ} beschränkt ist und u. a. auf Hosholm vorkommt. Von besonderen Interesse sind die Angaben über die stratigraphische Verbreitung der Arten mancher Gruppen innerhalb des Stufenkomplexes; eine diesbezügliche Übersicht haben REIMAN (1954) für Tetrakorallen, SARV (1955) für Ostrakoden und STUMBUR (1956) für Cephalopoden gegeben. Nach STUMBUR kommt *Discoceras antiquissimum* auch in F_{1b} und *Protophragmoceras* [= *Strandoceras*] *sphynx* in F_{1a} vor. Aus der Lokalität „Saxby Strand N“ (F_{1bα}) wird *Spyroceras saxbyense* STUMBUR beschrieben.

Hinsichtlich der stratigraphischen Einteilung von F_1 folgen die genannten Verfasser JAANUSSON (1944) mit Ausnahme von ALICHOVA (1953), die den ganzen Stufenkomplex in Ost-Estland als eine einzige Einheit behandelt. Die stratigraphische Einteilung von F_1 ist von SOKOLOV (1953, S. 32–34), ALICHOVA (1953, S. 19–20) und RÖÖMUSOKS (1956b, S. 25–26) besprochen worden. Nach ALICHOVA kann die Einteilung von JAANUSSON (1944) in Süd-Estland, Lettland und Litauen, wo diese Schichten aus Tiefbohrungen bekannt sind, nicht angewendet werden. Für diese Gebiete schlägt sie ihre eigene Einteilung von F_1 in zwei Abteilungen vor; die Korrelation dieser Abteilungen mit der nord-estländischen Schichtenfolge wird jedoch nicht besprochen. Nach RÖÖMUSOKS haben die in den letzten Jahren fortgesetzten Untersuchungen von F_1 in Estland gezeigt, dass die Einteilung von JAANUSSON (1944) in Nord-Estland vollkommen zutrifft, ihre Anwendung in den Tiefbohrungen von Mittel- und Süd-Estland aber infolge der bedeutenden Veränderungen der Fazies gegenwärtig Schwierigkeiten bereitet und fortgesetzte biostratigraphische Untersuchungen erfordert.

Im Zusammenhang mit den beschriebenen Untersuchungen hat der Verfasser die Atrypiden aus F_1 bearbeitet. Diese Arbeit lag bereits im Jahre 1943 im Manuskript vor. Inzwischen hat ALICHOVA (in ALICHOVA *et al.* 1954) eine der vom Verf. beschriebenen Arten aus $F_1c\alpha$ als *Plectatrypa sulevi* JAANUSSON in coll. veröffentlicht. Da sie aber die ganze oberordovizische Artengruppe von *Plectatrypa* unter diesem Namen zusammenfasst, sieht sich der Verfasser zwecks Vermeidung weiterer Missverständnisse veranlasst, diese Art hier kurz zu besprechen.

Plectatrypa sulevi JAANUSSON (in ALICHOVA 1954)

Taf. I, Fig. 7, Textabb. 4b.

1953 *Plectatrypa sulevi* JAAN. — ALICHOVA, Tab. I, S. 20 (Nomen nudum).

1954 *Plectatrypa sulevi* JAANUSSON in coll. — ALICHOVA, S. 33, Taf. XX, Fig. 4, 5, 6 (non Taf. XX, Fig. 3, 7 = *Plectatrypa* sp. B in vorliegender Arbeit).

HOLOTYPE. — Vollständiges Exemplar, abgebildet auf Taf. I, Fig. 7, Steinbruch von Nyby, Estland, $F_1c\alpha$ (Geol. Mus. Tartu).

DIAGNOSE. — Eine kleine Art von *Plectatrypa* mit einer abgerundeten Rippe im Sinus und zwei weiteren auf dem Sattel, die bei grossen Exemplaren gewöhnlich nahe beim Vorderrand eine beginnende Spaltung aufweisen. Auf beiden Seitenteilen der Klappe 6–7 Primärrippen, von welchen sich in der Regel die 4–5 äusseren nicht spalten.

BEMERKUNGEN. — *P. sulevi* unterscheidet sich von anderen oberordovizischen Arten durch ihre konstant geringe Grösse, die bei grossen Exemplaren 10 mm nur um ein Weniges übersteigt, die wenig fortgeschrittene Spaltung der Rippen, die verhältnismässig breiten Rippen und die schwach gewölbte Dorsalklappe. Hinsichtlich der Berippung kann *P. sulevi* als die ursprünglichste balto-

skandinavische *Plectatrypa*-Art betrachtet werden. Bei den anderen und später auftretenden Arten (*P. sp. A* und *B* in vorliegender Arbeit) hat sich die Spaltung der Rippen mehr nach der Klappenspitze zu verschoben; gleichzeitig hat sich auch die Rippenbreite, im gleichen Abstand von der Klappenspitze gemessen, verschmälert.

ALICHOVA (1954) hat weder eine Diagnose noch eine Differentialdiagnose gegeben und auch kein Typenexemplar bestimmt. Die von ihr aus Nyby abgebildeten Exemplare (Taf. XX, Fig. 4, 5, 6) sind nicht jung, sondern mehr oder weniger erwachsen; in $F_1\alpha$ sind überhaupt keine grösseren Exemplare von *Plectatrypa* gefunden worden. Die anderen von ALICHOVA abgebildeten Exemplare aus den Bohrkernen von Süd-Litauen gehören nicht zu *P. sulevi*, sondern zu der in Estland für $F_1\gamma$ kennzeichnenden Art, die in vorliegender Arbeit vorläufig *Plectatrypa n. sp. B* genannt wurde.

VORKOMMEN. — In Estland ist *P. sulevi* bis jetzt nur in $F_1\alpha$ nachgewiesen worden. Lokalitäten: Geschiebeblöcke am Ufer unmittelbar S von der Lok. „Saxby Strand S“; Steinbrüche vom Dorfe Saxby und 500–600 m SW von Kärslätt; Huitberg; Steinbruch und Riffkalkstein von Nyby; Steinbrüche von Urge, Pahkla, Lohu und Moe. Südbottnisches Gebiet: Geschiebeblöcke Söderby 1, Mälby 2, Norrskedika 8, 10, 29. Siljan-Gebiet (Roter *Tretaspis*-Schiefer): Vikarbyn, Skålberget (nördliches Profil, 3 m oberhalb des Schwarzen *Tretaspis*-Schiefers). Östergötland: Rödbergsudden (Roter *Tret.*-Schiefer). Exemplare dieser oder einer sehr nahe verwandten Art liegen auch aus mehreren Lokalitäten des Boda-Riffkalksteines im Siljan-Gebiet vor.

Literatur zum Nachtrag

- ALICHOVA, T. N., 1953: Руководящая фауна брахиопод ордовикских отложений. *Труды ВСЕГЕИ*. Moskwa.
- ALICHOVA, T. N., BALASCHOVA, E. A. und BALASCHOV, Z. G., 1954: Полевой атлас характерных комплексов фауны отложений ордовика и готландия южной части Литовской ССР. *Ibid.* Moskwa.
- REIMAN, V. M., 1954: Ругозы верхнего ордовика и лландовери Прибалтики. *Изв. ЛГУ*. Leningrad. (Nicht gesehen.)
- RJABININ, V. N., 1951: Строматопоридеи Эстонской ССР. *Труды ВНИГРИ*. N. S., Bd. 43. Leningrad-Moskwa. (Nicht gesehen.)
- RÕHMUSOKS, A., 1956a: Luhaia etc. *Доклады АН СССР*. Bd. 106, Nr. 6, S. 1091–1092. Moskwa.
- , 1956b: Биостратиграфическое расчленение ордовика Эстонской ССР. *Eesti NSV Teaduste Akad., Geol. Inst. Uurimused I*. Tallinn.
- SARV, L., 1955: Фауна остракод ордовика Эстонской ССР. *АН Эстонской ССР*. Tallinn.
- STUMBUR, H., 1956: О наутилоидеях Кохилаского яруса. *Tartu Riikliku Ülikooli Toimetised*, vihik 42. Tallinn.
- SOLOV, B. S., 1951: Табуляты палеозоя Европейской части СССР, ч. I. *Труды ВНИГРИ*. N. S., Bd. 48. Leningrad. (Nicht gesehen.)
- , 1953: In: Девон Русской платформы. *ВНИГРИ*. Leningrad-Moskwa.
- , 1955: Табуляты палеозоя Европейской части СССР. Введение. *Труды ВНИГРИ*. N. S., Bd. 85. Leningrad.

Tafel I

Alle Exemplare wurden vor dem Photographieren mit Salmiak geweisst.
Die Figuren 1-6 und 10 wurden von Herrn N. HJORTH und 7-9 vom
Verfasser photographiert. Keine Retuschierung.

Meristina? terebratulina (WAHLENBERG 1821)

- 1-5. LECTOTYPUS in fünf verschiedenen Ansichten. Museum des Paläontologischen Inst., Uppsala, Nr. D 524. Siljan-Gebiet, Osmundsberget. Boda-Riffkalkstein. Coll. WAHLENBERG. × 2.
6. Einer der Cotypen in Dorsalansicht. Paläont. Inst., Uppsala, Nr. D 525. Lokalität und Horizont wie beim Lectotypus. Coll. WAHLENBERG. × 2.

Plectatrypa sulevi JAANUSSON (in ALICHOVA 1954)

7. Ventralansicht eines vollständigen Exemplars. Mus. Geol. Inst. Tartu. Estland, Steinbruch bei Nyby. Nyby-Zone der Pirgu-Stufe (F₁c_α). × 3.

Plectatrypa n. sp. A

8. Ventralansicht. Mus. Geol. Inst. Tartu. Estland, Steinbruch ungefähr 1 km S vom Gute Lohu. Lohu-Zone der Pirgu-Stufe (F₁c_β). × 3.

Atrypidae n. gen. et n. sp.

9. Ventralansicht eines kleinen vollständigen Exemplars. Mus. Geol. Inst. Tartu. Estland, Steinbruch bei Nyby. Nyby-Zone der Pirgu-Stufe (F₁c_α). × 3.

Sowerbyella schmidtii (LINDSTRÖM)

10. Ventralklappe in Ventralansicht. Paläontologisches Museum, Oslo, Nr. A 8436. Estland, Piirsalu. Piirsalu-Zone der Pirgu-Stufe (F₁c_γ). Coll. J. KLÆR 1896. × 2.

