

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER ASERI- UND DER TALLINNA-STUFE IN EESTI

VON

K. JAANSOON-ORVIKU

I

TARTU 1927

Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis (Dorpatensis) A XI. 6.

Druck von C. Mattiesen, Tartu (Dorpat)

Inhalt.

	Seite.
Geschichtliches	5
Landschaftliches	6
Stratigraphischer Teil	7
Oolithen-Zone	7
Echinosphaerites-Zone	11
Baukalkstein-Zone	18
Caryocystites-Zone	19
Zusammenfassung	22
Über die chemische Zusammensetzung der Kalksteine der Aseri- und der Tallinna-Stufe	22
Über die Mikrostruktur der Kalksteine der Aseri- und der Tallinna-Stufe	26
Fallen und Streichen	30
Die Aufschlüsse des Unter-Ordoviciums in Nord-Virumaa	32
Verzeichnis der angeführten Literatur	39
Verzeichnis der Ortsnamen	40

Geschichtliches.

In dieser Arbeit werden die Aseri- und die Tallinna-Stufe (nach Prof. H. Bekker's (1) Einteilung) in Virumaa, die beide zum Unter-Ordoviciun gehören, hauptsächlich stratigraphisch-petrographisch beschrieben. Die zu diesen Stufen gehörigen Kalksteine werden in der Literatur (1) schon am Anfange des 19. Jahrhunderts erwähnt. In Murchison's Arbeit (2) werden sie als ein Teil des Orthoceratiten-Kalksteins bezeichnet. Fr. Schmidt hat sie in seiner Arbeit vom Jahre 1858 (3) als den oberen Teil des Vaginatenkalkes betrachtet. Erst später, in seiner Monographie über die ostbaltischen Trilobiten (4), hat Schmidt die obenerwähnten Kalksteine von dem echten Vaginatenkalkstein abge-sondert und als Echinospaeritenkalk (C_1) beschrieben. Er beginnt die C_1 -Schichten mit der „oberen Linsenschicht“ (C_{1a}), deren Mächtigkeit nach ihm bis 0.3 m erreicht; die auf der „oberen Linsenschicht“ liegenden Kalksteine mit der Cystide *Echinospaerites aurantium* Gyll. wurden als eigentlicher Echinospaeriten-Kalk (C_{1b}) betrachtet. Die Mächtigkeit der C_1 -Schichten schätzte Schmidt auf 8—10 m. Auch hat er in seinen Arbeiten die grossen petrographischen und faunistischen Unterschiede der C_1 -Schichten im östlichen und westlichen Teile des Vorkommens derselben betont. Ebenso richtete er die Aufmerksamkeit darauf, dass die C_1 -Schichten auch vertikal gegliedert werden können. So hat er an den Ufern des Purtse-Flusses die C_1 -Schichten in folgende Abteilungen gegliedert (4, p. 25):

C_2

Lockere, mergelige und petrefaktenreiche Schichten.

Feste graue Kalkplatten mit vertikal gestellten Röhren, die mit Eisenocker gefüllt sind. Petrefaktenarm.

Schichten mit Echinospaeriten und *Asaphus latisegmentatus*.

Plattenkalke mit *Orthoceras cylindricum* Schm., *Orthoceras regulare* Schloth. und *Lituites undulatus* Quenst.

B_3

Im Jahre 1916 erschien die Arbeit von Raymond (5), in welcher Schmidt's C_1a und der untere Teil der C_1b -Schichten als Dubowiki-Stufe beschrieben werden, der obere Teil der C_1b -Schichten aber als Tallinna-(Reval-)Stufe. Beide Stufen sind benannt nach typischen Vorkommen dieser Schichten. Raymond hat auch zuerst betont, dass die Linsen der „oberen Linsenschicht“ nicht nur in Kalksteinschichten von einer Mächtigkeit bis 0.3 m vorkommen, sondern dass sie auch in Kalksteinen von einer Mächtigkeit bis 2.5 m zerstreut gefunden werden. Er versuchte für beide Stufen petrographische Unterscheidungsmerkmale aufzustellen: der Kalkstein der Dubowiki-Stufe bestehe aus Fossilfragmenten, der Kalkstein der Tallinna-Stufe sei aber als Kalzit mit eingestreuten Dolomitkristallen ausgebildet. Beide Stufen haben ihre grösste Mächtigkeit im Osten; je weiter nach Westen, desto geringer wird die Mächtigkeit, besonders der Dubowiki-Stufe.

Im Jahre 1922 hat Prof. H. Becker (1) die Dubowiki-Stufe als Aseri-Stufe bezeichnet.

In der Literatur findet man über die Aseri- und die Tallinna-Stufe ausser den oben genannten Arbeiten nur noch kürzere Notizen, welche, weil sie für die stratigraphische Beschreibung beider Stufen nichts Neues beibringen, nur im Text erwähnt werden.

Landschaftliches.

Die vorliegende Arbeit beruht auf Materialien, die im Laufe einiger Sommer in Nord-Virumaa gesammelt worden sind. Untersucht wurde das Gebiet zwischen Selja im Westen und der Grenze mit Ssowjet-Russland im Osten. Die Breite des Gebietes, vom Strande des Finnischen Meerbusens gerechnet, schwankt zwischen 10—15 km. Landschaftlich¹⁾ hat man es mit einem Kalkplateau zu tun, von welchem die postglaziale Transgression das vom Inlandeise herbeigeführte Moränenmaterial abgetragen hat. Nur an wenigen Stellen findet man aus Grundmoräne bestehende Erhöhungen. Im Norden wird die Ebene durch den Glint begrenzt, welcher grösstenteils als einheitliche Steilküste ausgebildet ist, teils aber in zwei Abteilungen zerfällt: die hangenden Kalksteine

1) Über die landschaftliche Gliederung dieses Gebietes vergleiche die Arbeiten von J. G. Granö (6) und A. Tammekann (7).

bilden eine mehr oder weniger deutliche, sich etwas landeinwärts ziehende Terrasse, während dagegen die darunter liegenden Sandsteine und der Blaue Ton den eigentlichen Glint ausmachen. Die Ebene wird von einigen Flüssen süd-nördlicher Richtung durchströmt, deren Täler tief in die Kalk- und Sandsteine hineingeschnitten sind.

Stratigraphischer Teil.

Die hier durchgeführte Einteilung der Aseri- und der Tallinna-Stufe in vier Zonen entspricht in ihren Hauptzügen der Einteilung der C_1 -Schichten am Purtse-Fluss durch Fr. Schmidt. Obwohl es schon jetzt möglich ist, eine charakteristische Beschreibung der einzelnen Zonen zu geben, so ist damit das kennzeichnende Material der Zonen noch nicht erschöpft, besonders was die paläontologische Seite betrifft.

Oolithen-Zone.

In genannter Zone sind zusammengefasst die untersten Schichten der C_1 -Kalksteine. Vollständige Profile dieser Zone findet man bei Narva-Joaoru, am Sötke-Fluss bei dem Gesinde Rutof, an den Ufern des Aluoja-Baches, am Purtse-Fluss und im Steinbruche nordwestlich von der Zementfabrik Aseri. An vielen anderen Stellen war es nur teilweise möglich, die Profile dieser Zone zu beobachten. In den genannten Aufschlüssen fanden sich folgende Profile.

Narva-Joaoru (Linkes Ufer des Narva-Flusses, nördlich von der Eisenbahnbrücke). (Taf. V. Karte 1, 116).

Echinosphaerites-Zone.

0.05-schichtiger, grauer, zum Teil violettgrauer, dichter Kalkstein mit Korrosionsfläche	0.25 m
Grünlichvioletter, dichter, dolomitischer Kalkstein mit reichlichen Oolithen	0.25 „
Grünlichvioletter, dichter, dolomitischer Kalkstein mit wenigen Oolithen	0.40 „
Grünlichvioletter, dolomitischer Kalkstein mit vielen Oolithen	0.05 „
Dünnschichtiger, grünlichvioletter, dolomitischer Kalk-	

stein mit dünnen Mergelschichten, Oolithen sehr spärlich	0.67 m
Grauer, stellenweise violetter, dolomitischer Kalkstein mit Oolithen	0.08 „
Grauer, stellenweise violetter, dolomitischer Kalkstein .	0.08 „
Dickbankiger, grauer, dolomitischer Kalkstein mit reich- lichen Oolithen	0.47 „
Kunda-Stufe.	

Linkes Steilufer am Sötke-Fluss bei dem Gesinde Rutof.
(Taf. V. Karte 1, 76).

Echinospaerites-Zone.

Grauer, schwach violetter Kalkstein mit Korrosionsfläche	0.36 m
Grauer Kalkstein mit Oolithen	0.18 „
Grauer Kalkstein	0.08 „
Grauer Kalkstein mit Oolithen	0.06 „
Grauer Kalkstein mit vielen linsenförmigen Oolithen . .	0.02 „
Violettgrauer, dichter Kalkstein, nur im oberen Teile Oolithen vorhanden	0.25 „
Violettgrauer Kalkstein mit Oolithen	0.07 „
Violettgrauer Kalkstein	0.07 „
Dickbankiger, grauer, kristallinischer Kalkstein mit dün- nen Mergelschichten und Oolithen	0.42 „
Grauer, toniger Mergel.	0.05 „
Dickbankiger, grauer Kalkstein mit Oolithen	0.09 „
Grauer Kalkstein, fast oolithenleer	0.10 „
Dickbankiger, dunkelgrauer, kristallinischer Kalkstein mit vielen Oolithen von unregelmässiger Gestalt .	0.46 „
Kunda-Stufe.	

Rechtes Steilufer am Aluoja-Bach. (Taf. V. Karte 1, 60. — Taf. I.
Abb. 2).

Echinospaerites-Zone.

Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit Korrosions- fläche	0.10 m
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit vielen Oolithen	0.35 „
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit Eisenoxyd- Streifen und wenigen Oolithen	0.55 „

Leicht verwitternder, grauer Kalkstein mit dünnen Mergelschichten und stellenweise vorkommenden Oolithen	0.90 m
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit vielen Oolithen	0.20 „
Kunda-Stufe.	

Linkes Steilufer am Purtse-Fluss, nördlich vom Dorfe Lügänu.
(Taf. V. Karte 1, 27. — Taf. I. Abb. 1).

Echinosphaerites-Zone.

Dickbankiger, grauer Kalkstein mit Korrosionsfläche	0.16 m
Grauer Mergel	0.01 „
Dickbankiger, grauer Kalkstein mit stellenweise vorkommenden Oolithen	0.35 „
Dickbankiger, grauer Kalkstein mit vielen Oolithen	0.50 „
Dünnschichtiger, grauer Kalkstein mit wenigen unregelmässigen Oolithen	0.20 „
Dünnschichtiger, grauer Kalkstein mit dünnen Mergelschichten und wenigen unregelmässigen Oolithen	0.60 „
Dickbankiger, dunkel- oder hellgrauer Kalkstein mit vielen linsenförmigen Oolithen	0.25 „
Kunda-Stufe.	

Steinbruch nordwestlich von der Zementfabrik Aseri.

(Taf. V. Karte 1, 17.)

Echinosphaerites-Zone.

Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit Korrosionsfläche	0.10 m
Durchschnittlich 0.12—0.15-schichtiger, grauer, eisenoxydreicher, leicht verwitternder Kalkstein; im oberen Teile (0.40 m) mit wenigen, unregelmässigen Oolithen, im unteren Teile mit vielen Oolithen	1.20 „
Der Kalkstein wie der obige, die Oolithen aber grösser und viel reichlicher, wodurch die Farbe des Gesteins gelblichgrau wird	0.58 „
Mergel	0.01 „
Kunda-Stufe.	

In den angeführten Profilen findet man eine Dreiteilung der Stufe. Der untere Teil besteht aus einem dickbankigen

dunkel- oder hellgrauen Kalkstein, welcher infolge dünner Tonzwischenlagen leicht verwittert. Die Oolithen kommen reichlich vor und sind dabei grösser als die Oolithen der oberen Schichten derselben Zone. Die Form der Oolithen ist meistens eine unregelmässige. Die Mächtigkeit dieses Teiles ist rund 0.50 m.

Der mittlere Teil der Zone besteht aus dünnschichtigem Kalkstein mit dünnen Mergelzwischenlagen, wodurch die Verwitterbarkeit dieser Schichten gross und charakteristisch für sie wird. Die Farbe des Gesteins entspricht der Farbe des unteren Teiles. Die Oolithen sind kleiner und ihr Vorkommen ist wechselnd: in einigen Schichten sind sie reichlich vorhanden, in anderen können sie völlig fehlen. Die Mächtigkeit dieses Teiles ist durchschnittlich 1.0 m.

Der oberste Teil der Zone besteht wieder aus dickbankigem Kalkstein, welcher recht beständig ist. Die Farbe des Gesteins ist heller. In den unteren Schichten sind die Oolithen reichlich vertreten, in den oberen können sie fehlen. Die Mächtigkeit der Schichten ist ungefähr 0.50 m.

Die einzelnen Teile der Zone sind in den Aufschlüssen gut zu erkennen, schon nach dem Verwitterungszustande der einzelnen Schichten, wie man auf Taf. I, Abb. 1 und 2 sieht.

Der Charakter des Gesteins im Westen und im Osten ist verschieden: im Westen findet man immer einen Kalkstein, dessen Farbe der angeführten entspricht, im Osten aber herrscht violettgrauer dolomitischer Kalkstein vor. Eine scharfe Grenze zwischen beiden Gesteinen kann man nicht beobachten. Beide Gesteine können sogar parallel vorkommen, wie es aus den Profilen am Sötke-Fluss zu ersehen ist: bei der Lehtmets-Mühle besteht die Zone aus grauem Kalkstein, einige hundert Meter südlicher dagegen, bei dem Gesinde Rutof, besteht sie zum Teil aus violettgrauem, etwas dolomitischem Kalkstein.

Die Zone erreicht ihre grösste Mächtigkeit im Osten, wo diese 2.50 m beträgt. Im Westen wird die Mächtigkeit der Zone immer geringer (Purtse — 2.04 m, Aseri 1.78 m), und im Steinbruche bei Ojaküla ist sie schon ausgekilt. Der westlichste Aufschluss der Zone befindet sich im Bachbette bei dem Dorfe Koila (Karte 1, 12). Da zwischen Koila und Kunda Aufschlüsse der Zone fehlen, so ist es schwer, eine genauere Stelle des Auskeilens der Zone anzugeben.

Faunistisch ist die Zone als arm anzusehen. Bisher hat man nur *Lycophoria nucella* Dalm. gefunden, nämlich in dem Steinbruche bei Valaste-Suurkraav (Karte 1, 49), wo sie kleine Nester bildend vorkommt. Da die Fe_2O_3 -Oolithen in der ganzen Zone vorkommen, ist die Zone Oolithen-Zone genannt worden. Die untere Grenze der Zone (gegen die Kunda-Stufe) ist dadurch leicht erkennbar, dass die Oolithen schon in der untersten Schicht der Zone reichlich vorhanden sind. Die obere Grenze der Zone (gegen die Echinospaerites-Zone) ist schön ausgebildet durch die Korrosionsfläche, welche bei der Beschreibung der folgenden Zone besprochen wird.

Beim Vergleiche der Oolithen-Zone mit älteren Einteilungen sieht man, dass die „obere Linsenschicht“ Schmidt's dem unteren oolithenreichen Teile der Oolithen-Zone entspricht, der mittlere und obere Teil der Zone wird von Schmidt als unterer Teil des echten Echinospaeritenkalks angesehen. In der Einteilung der C_1 -Schichten am Purtse-Fluss entsprechen die plattigen Kalke mit Cephalopoden der Oolithen-Zone. In den Raymond'schen Profilen von Aseri und Ontika entsprechen die oolithenführenden Kalksteine von einer Mächtigkeit bis 2.50 m ungefähr der Oolithen-Zone.

Echinospaerites-Zone.

Die besten Aufschlüsse dieser Zone befinden sich am linken Steilufer des Sõtke-Flusses bei dem Gesinde Rutof, im Steinbruch am Glint etwa 1 km westlich von Martsa, am linken Steilufer des Purtse-Flusses nördlich vom Dorfe Lügänuuse, im Steinbruch nordwestlich von der Zementfabrik Aseri und im Steinbruch bei Ojaküla. In den genannten Aufschlüssen findet man folgende Profile.

Linkes Steilufer des Sõtke-Flusses bei dem Gesinde Rutof.

(Taf. V. Karte 1, 76).

Baukalkstein-Zone.

Unten dickbankiger, oben leicht in dünn-schichtigen zerfallender, violettgrauer Kalkstein mit Oolithen, welche in den unteren und oberen Schichten reichlich vorhanden sind, in den mittleren Schichten aber spärlich. Die obersten (0.20 m) Schichten enthalten nur weisse CaCO_3 -Oolithen 1.05 m

Unten (0.60 m) dickbankiger, oben dünn-schichtiger, bunter, dolomitischer Kalkstein	1.80 m
Dickbankiger, dolomitischer Kalkstein	0.16 „
Oolithen-Zone.	

Steinbruch am Glint, etwa 1 km westlich von Martsa.
(Taf. V. Karte 1, 54).

Baukalkstein-Zone.

Grauer Kalkstein mit vielen Oolithen, im oberen Teile	
CaCO ₃ -Oolithen	0.35 m
Mergel	0.03 „
Dickbankiger, grauer Kalkstein mit vielen Oolithen . .	0.24 „
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen	0.29 „
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit vielen Oolithen	0.28 „
Dickbankiger, leicht in dünn-schichtigen zerfallender, grauer, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen .	0.30 „
Dünn-schichtiger, grauer, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen	0.35 „
Dickbankiger, leicht in dünn-schichtigen zerfallender, grauer, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen und vielen Echinospaeriten	0.35 „
Dickbankiger, grauer Kalkstein mit vielen Oolithen . .	0.22 „
Dickbankiger, grauer Kalkstein mit wenigen Oolithen .	0.23 „
Dickbankiger, grauer Kalkstein mit vielen Oolithen . .	0.33 „
Dickbankiger, grauer, oolithenleerer Kalkstein	0.16 „
Oolithen-Zone.	

Linkes Steilufer des Purtse-Flusses nördlich vom Dorfe Lügä-nuse.
(Taf. V. Karte 1, 27).

Grauer, dichter Kalkstein mit vielen Oolithen . . .	0.20+ m
Dünn-schichtiger, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen	0.53 „
Grauer Kalkstein mit Oolithen	0.05 „
Dünn-schichtiger, grauer, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen und vielen Echinospaeriten	0.42 „
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit vielen Oolithen	0.15 „
Dickbankiger, grauer Kalkstein mit sporadisch vorkom-	

menden Oolithen, die unteren Schichten sehr reich an Versteinerungsfragmenten	0.75 m
Dickbankiger, oolithenfreier Kalkstein	0.15 „
Oolithen-Zone.	

Steinbruch nordwestlich von der Zementfabrik Aseri.

(Taf. V. Karte 1, 17).

Baukalkstein-Zone.

Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein, in den oberen Schichten CaCO_3 -Oolithen, in den unteren Fe_2O_3 - Oolithen	0.20 m
Mergel	0.08 „
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen	0.27 „
Mergel	0.01 „
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen	0.77 „
Mergel	0.01 „
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen; Echinospaeriten vorhanden.	0.70 „
Dickbankiger Kalkstein mit wenigen Oolithen	0.25 „
Dickbankiger, oolithenleerer Kalkstein	0.13 „
Oolithen-Zone.	

Steinbruch bei Ojaküla.

(Taf. V. Karte 1, 1. — Taf. II. Abb. 2. — Taf. III. Abb. 1).

Baukalkstein-Zone.

Grauer Kalkstein mit Oolithen, im oberen Teile CaCO_3 - Oolithen	0.17 m
Dickbankiger, dichter Kalkstein mit wenigen Oolithen	0.24 „
Dickbankiger, dunkelgrauer, dichter Kalkstein mit vie- len grossen Oolithen.	0.55 „
Dickbankiger, bläulichgrauer Kalkstein mit Echino- späeriten	0.70 „
Korrosionsfläche	—

Kunda-Stufe.

Nach dem petrographischen Charakter kann man die Zone ebenfalls in drei Teile zerlegen.

Die untere Grenze der Zone ist ausgebildet als Korrosionsfläche, welche mit Eisenoxyd bedeckt ist und auf welcher ein-

zelne geschichtete, dünne, grösstenteils unregelmässig gestaltete, wahrscheinlich aus Ca-Carbonat und -Phosphat zusammengesetzte Konkretionsbildungen zu finden sind. Im Westen (Ojaküla) findet man auf der Korrosionsfläche kein Eisenoxyd, die Konkretionsbildungen sind aber massenhaft vorhanden. Die Korrosionsfläche lässt sich in allen entsprechenden Profilen verfolgen; besonders charakteristisch ausgebildet ist sie im Osten, wo sie zwischen zwei Kalkschichten, die untere zur Oolithenzone, die obere zur weiter unten zu besprechenden Zone gehörend, als braungelbes welliges Band zum Vorschein kommt (Taf. II, Abb. 1).

Der untere Teil der Zone besteht aus dickbankigem, grauem, dichtem, eisenoxydhaltigem Kalkstein, welcher im Osten vom Sötke-Fluss an hauptsächlich als bunter dolomitischer Kalkstein ausgebildet ist. Oolithen findet man wenig: wenn man vom Profil im Steinbruch bei Aseri absieht, so könnte man sagen, dass die entsprechenden Schichten oolithenfrei sind. Bemerkenswert ist, dass die untersten Schichten (0.30 m) sehr reich an Versteinerungsfragmenten sind; grösstenteils sind es Bruchstücke von Asaphiden, welche dem Gesteine eine brekzienähnliche Struktur geben. Die Mächtigkeit der zu diesem Teile gehörigen Schichten ist im Osten rund 1.00 m. Nach Westen hin keilen die Schichten aus, und im Steinbruch bei Ojaküla findet man sie in einer Mächtigkeit von nur 0.10 m.

Der mittlere Teil der Zone besteht aus dünnschichtigem, eisenoxydhaltigem Kalkstein (im Osten zum Teil aus buntem dolomitischem Kalkstein), welcher leicht verwittert und infolgedessen vom dickschichtigen Kalksteine des unteren Teiles sehr gut zu unterscheiden ist. Oolithen findet man in einigen Schichten reichlich, in anderen können sie vollständig fehlen. Im Steinbruch bei Ojaküla hat das Gestein eine andere Ausbildung: hier hat man es mit dickschichtigem, grauem, oolithenleerem Kalksteine zu tun. Die Parallelisierung dieses Kalksteins mit den entsprechenden Schichten im Osten ist nur dank der Korrosionsfläche und der Fauna möglich. Die Mächtigkeit dieses Teiles ist im Osten 1.80 m, im Westen nur 0.60 m.

Der obere Teil der Zone ist im Westen teils als dickbankiger, teils als dünnschichtiger, grauer, dichter Kalkstein, im Osten als bunter, dolomitischer Kalkstein ausgebildet. In den oberen und unteren Schichten findet man viele Oolithen, meistens linsenförmige, in den mittleren, leicht verwitternden Schichten sind nur

wenige Oolithen zu finden, und diese von unregelmässiger Form. In den obersten Schichten, in einer Mächtigkeit von 0.20 m, kommen nur aus CaCO_3 bestehende Oolithen vor. Die Mächtigkeit dieses Teiles ist im Osten 1.50 m und sinkt im Westen bis 1.00 m herab. Weil in diesen Schichten viele Cephalopoden zu finden sind, so wurde der Kalkstein Cephalopodenkalk genannt.

Die Mächtigkeit der ganzen Zone ist am grössten im Osten, wo sie zwischen Narva und Vaivaru um 3.70 m schwankt, zwischen Sõtke und Purtse beträgt sie 2.90 m, bei Aseri 2.40 m und bei Ojaküla 1.60 m.

Faunistisch ist diese Zone reicher als die anderen. An erster Stelle sei die Cystide *Echinosphaerites aurantium* Gyll. mut. *infra* Hecker erwähnt, deren Exemplare im unteren Teile der Zone selten vorkommen, im mittleren Teile massenhaft und im oberen Teile wieder selten vorhanden sind. In die hangenden Zonen geht diese Mutation nicht über. Weil die vertikale Verbreitung der genannten Cystide auf diese Zone beschränkt ist, so wurde die Zone Echinosphaerites-Zone genannt. Von anderen Cystiden findet man hier *Glyptosphaerites leuchtenbergi* Volb. und *Cryptocrinus laevis* Pander, welcher bei Raymond (5) als Leitfossil der Tallinna-Stufe angegeben wird. Schmidt hat ihn in Russland in der „oberen Linsenschicht“ gefunden. Auch *Caryocystites laevis* Hecker habe ich in dieser Zone gefunden, nicht aber im gleichen Niveau mit dem *Caryocystites aranea* Schloth., wie es Hecker angibt (14).

Von Gastropoden sei erwähnt *Hyolithus acutus* Eichw. und *Hyolithus* sp. Die Hyolithen mit einer unbestimmten *Pleurotomaria* und einer *Diplotrypa* sp. sind charakteristisch für den Cephalopodenkalkstein.

Von Cephalopoden sind bisher folgende Arten bestimmt:

- Orthoceras fasciatum* Ang.
- „ *nicholsoni* Boll.
- „ *wahlenbergi* Boll.
- „ *scabridum* Ang.
- Endoceras duplex* Wahlb.
- „ *commune* Wahlb.
- Lituities lituus* Montf.

Von Trilobiten sind folgende Arten gefunden:

- Illaenus laticlavius* Eichw., bisher in Russland in der Kunda-(B₃)-Stufe gefunden.

Illaenus intermedius Hol m., bisher in der Tallinna-Stufe
in West-Eesti gefunden.

„ *tauricornis* Kut.

„ *revaliensis* Hol m., bisher in der Kunda-Stufe
gefunden.

„ *dalmani* Volb.

„ *chudleighensis* Hol m.

„ *sinuatus* Hol m.

„ *schmidti* Nieszk.

„ *oblongatus* Ang. f. *typica*.

Asaphus platyurus Ang.

„ „ var. *laticauda* Sch m., bisher in der
Kunda-Stufe gefunden.

„ *cornutus* Pand.

„ „ var. *holmi* Sch m.

„ *laevissimus* Sch m.

„ „ var. *laticauda* Sch m., bisher nur
in Russland in C₁ gefunden.

„ *eichwaldi* Sch m.

„ „ var. *applanata* Sch m.

Ptychopyge globifrons Eich w., bisher nur in der Kunda-
Stufe gefunden.

Cheirurus macrophthalmus Kut., bisher nur in Russland
in C₁ gefunden.

„ „ var.

Pterygometopus panderi Sch m.

Cybele panderi Sch m., bisher in Russland in C₁ gefunden.

Harpes spasski Eich w.

Die am häufigsten vorkommenden Arten sind: *Illaenus tauricornis* Kut., *Illaenus sinuatus* Hol m., *Asaphus platyurus* Ang., *Asaphus cornutus* Pand.

Die *Asaphus*- und *Illaenus*-Fauna, welche von Schmidt als charakteristisch für C₁ angesehen wurde, beschränkt sich hauptsächlich auf die liegende Echinospaerites-Zone, in hangenden Zonen findet man nur einige Arten von Asaphiden und Illaeniden.

Die Echinospaerites-Zone im Osten, das heisst bis zur Auskeilungsstelle der Oolithenzone, entspricht dem unteren Teile des Echinospaeritenkalkes bei Schmidt. Im Westen werden der untere und mittlere Teil der Zone bei Schmidt zum Vaginat-

kalk (B_3) gerechnet, der obere Teil der Zone aber, der Cephalopodenkalk, wird als „obere Linsenschicht“ betrachtet. Es ist wahr, dass Oolithen in diesen Schichten vorhanden sind, aber stratigraphisch hat man es mit jüngeren Schichten zu tun als in der Oolithenzone. Auch entspricht Schmidt's Beobachtung, dass die „obere Linsenschicht“ (unterer Teil der Oolithenzone) im Westen cephalopoden- und gastropodenreich sei, nicht den Tatsachen: Schmidt's „obere Linsenschicht“ im Westen, entsprechend dem oberen Teile der Echinospaerites-Zone (Cephalopoden-Kalk), findet man auch im Osten, und sie ist überall cephalopoden- und gastropodenreich, was schon früher betont worden ist.

Da Schmidt die C_1 -Schichten mit den oolithischen Kalksteinen anfang und dadurch im Westen faunistisch zu C_1 gehörige Schichten, welche unter den oolithischen Schichten vorhanden sind, zu dem Vaginatenkalk zählte, so sind dadurch in der vertikalen Verbreitung der Fauna einige Missverständnisse entstanden. Schmidt hat den *Asaphus platyurus* Ang. var. *laticauda* Schm. in den obersten Schichten des Vaginatenkalkes in West-Eesti gefunden, bei Malla unweit Kunda soll die genannte var. auch in die „obere Linsenschicht“ übergehen; östlich von hier hat man var. *laticauda* Schm. nicht gefunden. Ebendasselbe gilt für *Ptychopyge globifrons* Eichw., welche Art in West-Eesti gleich unter der „oberen Linsenschicht“ vorkommen soll. Im Westen gehören aber die oolithenleeren unter Schmidt's „oberen Linsenschichten“ (C_{1a}) liegenden Schichten in Wirklichkeit zu den C_1 -Schichten. Die Fauna, welche in West-Eesti bisher als zu den C_{1a} -Schichten gehörig angenommen wurde, muss man zur Fauna des Cephalopodenkalkes der Echinospaerites-Zone rechnen. Die Angaben über die vertikale und horizontale Verbreitung der C_1 -Fauna haben dadurch, dass die C_1 -Schichten stratigraphisch unrichtig bestimmt wurden, in ihrem Wert viel verloren, und es muss eine Neubestimmung der Fauna der C_1 -Schichten vorgenommen werden.

In der Einteilung, die von Schmidt am Purtse-Fluss durchgeführt ist, entsprechen der Echinospaerites-Zone die Schichten mit Echinospaeriten und *Asaphus latisegmentatus*.

Bei Raymond entspricht der Echinospaerites-Zone der Echinospaeritenkalk von einer Mächtigkeit von 2.50 m, gemessen im Steinbruch bei Aseri; der von ihm genannte *Endoceras*-Kalkstein scheint auch in dieselbe Zone zu gehören.

Baukalkstein-Zone.

Diese Zone wird so genannt, weil hierher gehörige Kalksteinschichten in vielen Steinbrüchen zu Bauzwecken gebrochen werden. Schöne Aufschlüsse der Zone finden sich: in den Steinbrüchen im westlichen Teile Narvas, am Sötke-Fluss, am Ohaku-Fluss, in den Steinbrüchen bei Lügänuše, Rannaküla, Aseri und Kunda. Aber nirgends findet man ein vollständiges Profil der Zone, und auch durch Kombination ist es nicht gelungen ein solches zu schaffen. Man findet nur untere Schichten mit liegender Stufe oder obere Schichten mit hangender Stufe. Infolgedessen ist auch die wahre Mächtigkeit der Zone unbekannt, man kann sie jedoch auf 5—8 m schätzen. Das Gestein der Zone ist dickbankiger (Schichten bis 0.25 m), dichter, grauer Kalkstein mit vertikalen, von Eisenoxyd erfüllten Adern (Taf. III. Abb. 2), welche von Schmidt (4, p. 25) als Stielbildungen grosser Meeresalgen, von Raymond (5, p. 197) aber als Wurmgänge angesehen werden. Im Osten ist das Gestein als dolomitischer, bunter, leicht poröser Kalkstein ausgebildet, in welchem die Fe_2O_3 -Adern schwächer auftreten.

Die untere Grenze der Zone ist scharf ausgebildet dank den CaCO_3 -Oolithen der liegenden Zone. Die obere Grenze der Zone aber ist weniger deutlich. Den Übergang der Zone in die hangende konnte man nur **am linken Ufer des Ohaku-Flusses** (Fig. 1, Karte 1, 36) beobachten, wo folgendes Profil zu finden ist.

Caryocystites-Zone.

Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit Fe_2O_3 -Adern	0.38 m
Dünnschichtiger, grünlichgrauer, mergeliger Kalkstein	0.10 „
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit Fe_2O_3 -Adern	0.90 „
Dünnschichtiger, grauer, dichter Kalkstein	0.20 „
Dünnschichtiger, gelblichgrauer, mergeliger Kalkstein	0.07 „
Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein mit Fe_2O_3 -Adern	0.07 „
Dünnschichtiger, grauer, dichter Kalkstein	0.13 „
Dickbankiger, grauer, kristallinischer Kalkstein mit	

Fe_2O_3 -Adern 1.60+ „

Als obere Grenze der Zone sind die obersten dichten Kalksteinschichten, welche noch vollständig den untersten liegenden gleichen, angenommen.

Faunistisch ist die Zone arm. An Cephalopoden sind gefunden:

Endoceras damesii D w t z.

- Endoceras duplex* Wahlb.
 „ *cancellatum* Eichw.
Orthoceras fasciatum Ang.
 „ *columnare* Marklin.
 „ *nicholsoni* Boll.
 „ *regulare* Schloth.

Von Brachiopoden und Bryozoen findet man nur einige Arten, Cystiden hat man bisher nicht gefunden.

Bei Schmidt entspricht der Baukalkstein-Zone der mittlere Teil des Echinospaeritenkalkes. In der Einteilung am Purtse-Fluss sind mit der Baukalkstein-Zone identisch die festen grauen Kalkplatten mit vertikal gestellten Adern. Raymond und Bekker lassen die Tallinna-Stufe mit den zu dieser Zone gehörenden Schichten beginnen.

Caryocystites-Zone.

Die Aufschlüsse dieser Zone findet man nur im Gebiete zwischen Lügänuše, Ärra und Lohkuse, wo an den Ufern der Flüsse Purtse und Ohaku bis 3.0 m hohe Profile frei liegen. Hier sollen nur zwei Profile aufgeführt werden, welche für die Zone charakteristisch sind.

1. Linkes Steilufer des Purtse-Flusses, Kõrgekallas genannt, etwa 1 km südwestlich vom Gute Püssi. (Fig. 1, Karte 1, 39 und Taf. IV. Abb. 1).

Dickbankiger, kristallinischer, grauer Kalkstein mit Eisenoxyd	0.04 m
Dünnschichtiger, mergeliger, gelblich- oder grünlich-grauer Kalkstein	0.90 „
Dickbankiger, grauer, kristallinischer Kalkstein mit Eisenoxyd	0.16 „
Mergel, in trockenem Zustande braun	0.01 „
Dünnschichtiger, gelblich- oder grünlichgrauer Kalkstein	0.90 ¹⁾ „

2. An beiden Ufern des Ohaku-Flusses (Fortsetzung des vorigen Profiles). (Fig. 1, Karte 1, 36).

Bläulichgrauer Kalkmergel	0.08 m
Dickbankiger, grauer, kristallinischer Kalkstein mit Eisenoxyd	0.07 „

1) In Fig. 1 entsprechen dem Schichtenkomplexe 0.90 m die Schichtenkomplexe 0.30+0.20+0.15+0.25 m.

Bläulichgrauer Kalkmergel	0.07 m
Dickbankiger, gelblichgrauer, dichter Kalkstein mit Eisenoxyd	0.04 „
Dünnschichtiger, grauer, dichter Kalkstein	0.17 „
Mergel	0.03 „
Dünnschichtiger, grauer, dichter Kalkstein	0.24 „
Dickbankiger, grauer Kalkstein	0.16 „
Dünnschichtiger, grauer, mergeliger Kalkstein	0.26 „
Baukalkstein-Zone.	

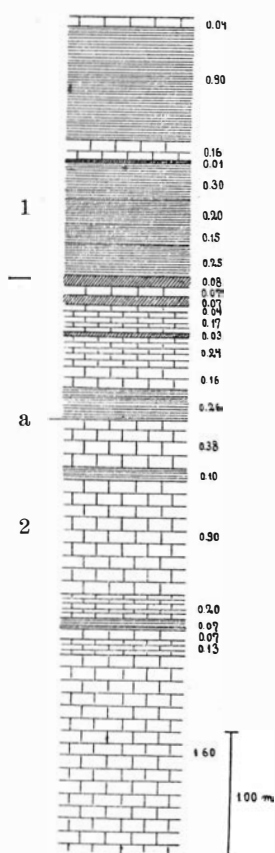


Fig. 1. Das kombinierte Profil der Tallinna-Stufe von Purtse-Kõrgekallas (1 — der obere Teil des Profils) und vom Ohaku-Fluss (2 — der untere Teil des Profils); a — die Grenze der Baukalkstein- und Caryocystites-Zone. Die Erklärung im Text, Seite 18 und 19.

Es wechseln dickbankiger und dünn-schichtiger Kalkstein, mergeliger Kalkstein und Mergel. Die charakteristische Farbe des Gesteins ist bläulichgrau. Grosse horizontale Beständigkeit besitzt die 0.07 m dicke dichte Kalksteinschicht zwischen zwei Mergelschichten, von welchen die obere 0.08 m, die untere 0.07 m mächtig ist. Da die Schichten des mergeligen Kalkes und Mergels vorwiegen, so ist die Verwitterungsmöglichkeit der Schichten sehr gross. Auch die Karsterscheinungen dieser Gegend finden ihre Erklärung in der leichten Verwitterung der Schichten; ebenso begünstigen das Entstehen der Karstbildungen die nordwest-südöstlich streichenden Diaklasen und das Fallen der Schichten nach Südost zu. Es sei auch erwähnt, dass an der Bildung der Karstformen die Kalksteine der liegenden, Baukalkstein-Zone nicht teilnehmen.

Die Mächtigkeit der Zone kann man zu 4 m annehmen, ob sie aber nach Osten und Westen beständig bleibt, ist fraglich. Die untere Grenze der Zone bildet eine 0.26 m dicke mergelige Kalksteinschicht. Die obere Grenze gegen die Kukruse-Stufe ist nicht so scharf ausgebildet, wie es H. B e k k e r (8) an anderen Fundorten beobachtet hat. Man findet die unterste Brandschieferschicht, die als Grenzschiefer der Tallinna-Kukruse-Stufe

angenommen wird, von den oberen Brandschieferschichten durch bis 0.90 m mächtige Kalksteine und Mergel getrennt, wie es aus den Profilen zu ersehen ist (Tabelle I).

Tab. I. Die Grenze der Kukruse- und der Tallinna-Stufe.

	Linkes Ufer des Purtse-Flusses beim Dorfe Lohkuse (Karte 1,40)	Rechtes Ufer des Uuemõisa-Flusses beim Dorfe Uuemõisa, oberhalb der Brücke (Karte 1,33a)	Linkes Ufer des Koljala-Flusses beim Dorfe Koljala, 100 m oberhalb der Brücke (Karte 1,32a)
Kukruse-Stufe	Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein 0.10 Gelblichgrauer Mergel 0.43		
	Dünnschichtiger, gelblichgrauer, mergeliger Kalkstein . . 0.15		Kalkstein 0.20
	Bläulichgrauer Mergel 0.30	Dünnschichtiger Mergel . . . 0.30	Mergel 0.10
	Dickbankiger, grauer, dichter Kalkstein, im unteren Teile bituminös 0.27	Bituminöser, dichter Kalkstein 0.27	Dichter Kalkstein 0.20
	Hellbrauner Brandschiefer 0.13 Dunkelgrauer Brandschiefer, im unteren Teile dunkelgrauer Mergel 0.12	Brüchiger (erdiger), im feuchten Zustande dunkelbrauner Brandschiefer . . . 0.1	Brandschiefer . . . 0.1
Tallinna-Stufe	Grünlichgrauer Mergel	Kalkstein mit Mergel 0.20+	Dichter, grauer Kalkstein 0.05 Dünnschichtiger Kalkstein mit Mergel 0.21
			Dichter, etwas bituminöser Kalk . . 0.04 Dünnschichtiger, mergeliger Kalkstein 0.50

Faunistisch ist diese Zone reicher als diese Baukalkstein-Zone. Von Cystiden ist für dieselbe charakteristisch *Caryocystites ara-*

nea Schloth., nach welcher auch die Zone genannt ist. Auch erscheint hier *Glyptosphaerites leuchtenbergi* Volb. von neuem. Bemerkenswert ist, dass die Fauna der Caryocystites-Zone der Kukruse-Stufe sehr nahe steht, was schon Schmidt betont hat. Sagt er doch, dass mit den „meist lockeren, mergeligen und petrefactenreichen Schichten“ am Purtse-Fluss, welche der Caryocystites-Zone entsprechen, „die Abteilung C₂ beginnt“ (4. p. 25). Er hat damit nur die Ähnlichkeit der Faunen beider Stufen unterstreichen wollen, die C₂-Schichten lässt er aber mit der untersten Brandschieferschicht (4. p. 28) beginnen.

Im allgemeinen entspricht der Caryocystites-Zone der obere Teil des Echinospaeriten-Kalkes bei Schmidt und die obere Hälfte der Tallinna-Stufe bei Raymond und Bekker.

Zusammenfassung.

Vorläufig muss man, mangels genügender Tatsachen, die alten bekannten Stufen beibehalten und die beschriebenen Zonen in diese hineinpassen: die Oolithen- und Echinospaerites-Zone bilden zusammen die Aseri-Stufe, die Baukalkstein- und Caryocystites-Zone aber die Tallinna-Stufe.

Doch sei darauf hingewiesen, dass die Oolithen-Zone ihrem petrographischen Charakter nach, und auch faunistisch, näher zur Kunda-Stufe steht als zur Echinospaerites-Zone, von welcher sie durch eine Korrosionsfläche getrennt ist; es wäre vielleicht zweckmässiger, die Oolithen-Zone zur Kunda-Stufe zu rechnen, die anderen drei Zonen aber zu einer einzigen Stufe zu vereinigen. Weitere beabsichtigte Untersuchungen dürften diese Frage klären. Die beigelegten Tabellen II und III enthalten die Einteilung der C₁-Schichten nach Schmidt, nach Raymond — Bekker, sowie nach den letzten Untersuchungen.

Über die chemische Zusammensetzung der Kalksteine der Aseri- und der Tallinna-Stufe.

Ausser Kupfer's (9) Analysen des Vaginatenskalkes (nach F. Schmidt's Einteilung vom Jahre 1858) sind keine neueren Arbeiten über die chemische Zusammensetzung der Kalksteine der Aseri- und der Tallinna-Stufe erschienen.

Tab. II.

Fr. Schmidt		K. Jaansoon-Orviku 1924—1925		Raymond— Bekker 1916—1922	
1882— 1907	Einteilung am Purtse-Fluss				
Echinosphaeriten-Kalk (C _{1b}) 8—10 m	Lockere, mer- gelige, petre- faktenreiche Schichten	Dünnschichtiger Kalkstein mit mergeligem Kalkstein.		Caryo- cystites- Zone 4 m	Tallinna- (Reval-) Stufe Magnesium-Kalkstein 7.50 — 10.50 m
	Kalkplatten mit vertikal gestellten Eisenoxyd- Röhren	Dickbankiger, dichter Kalk- stein resp. dol. Kalkstein mit vertikalen Fe ₂ O ₃ -Adern.		Baukalk- stein- Zone 5—8 m	
	Schichten mit Echinosphae- riten	Cephalopodenkalk mit vielen Oolithen. Dünnschichtiger Kalkstein resp. dol. Kalkst. mit Oolithen und vielen Echinosphaeriten. Dickbankiger Kalkstein resp. dol. Kalkst. mit wenigen Oolithen.		Echino- sphaeri- tes-Zone 3.70 m	Oolithenfreie Schichten Aseri (Duboviki-) Stufe 5.00 m
	Plattenkalke mit Cephalo- poden	Korrosionsfläche. Dickbankiger Kalkstein (dol. Kalkst.) mit Oolithen. Dünnschichtiger Kalkstein (dol. Kalkst.) mit Oolithen. Dickbankiger Kalkstein resp. dol. Kalkstein mit vielen Oolithen.		Oolithen- Zone 2.50 m	
Obere Linsen- schicht 0.3—0.5					
K u n d a - S t u f e .					

Die vertikale Einteilung der Aseri- und der Tallinna-Stufe in Ost-Viru-maa nach Schmidt, Raymond—Bekker und nach neueren Untersuchungen.

Dank dem Entgegenkommen der Verwaltung der Zementfabrik Kunda und des Herrn Ing. Grimm gelang es mir, die in den Laboratorien der Zementfabrik ausgeführten Analysen der Kalksteine aus dem Ojaküla-Steinbruche zu erhalten. Durch die freundliche Vermittelung des Herrn Ing. R. Jannsen erhielt ich auch die Analysen der Kalksteine aus dem Steinbruch der

Tab. III.

Fr. Schmidt 1882—1907	K. Jaanson-Orviku 1924—1925	Raymond-Bekker 1916—1922
Echinosphaeritenkalk C _{1a}	Caryocystites-Zone m ?	Tallinna- (Reval-) Stufe
	Baukalkstein-Zone m ?	
Obere Linsenschicht C _{1a}	Cephalopodenkalk	Aseri- (Duboviki-) Stufe
K u n -	Echinosphaerites-Zone 1.60 m S t u f e	- d a -

Die vertikale Einteilung der Aseri- und der Tallinna-Stufe in West-Virumaa nach Schmidt, Raymond—Bekker und nach neueren Untersuchungen.

Zementfabrik Aseri. Die genannten Analysen sind in den Tabellen IV und V niedergelegt. Wie man sieht, sind die obersten Schichten der Kunda-Stufe, beide Zonen der Aseri-Stufe und die untersten Schichten der Tallinna-Stufe analysiert worden.

Der CaO-Gehalt der Kalksteine ist beinahe konstant und schwankt nur um einige ‰. In dem unteren Teile der Oolithen-Zone und in der Kunda-Stufe fällt der CaO-Gehalt um einige ‰, dagegen sind diese Schichten reicher an SiO₂ und Al₂O₃, als die anderen Schichten. In dem unteren Teile der

Tab. IV.

	Baukalkstein-Zone		Echinosphaerites-Zone			K u n d a - S t u f e			
	I. 0.33	II. 0.775	III. 0.673	IV. 0.533	V. 0.61	VI. 0.525	VII. 0.755	VIII. 0.58	IX. 0.49
SiO ₂	3.7	3.7	5.1	6.2	5.2	5.0	4.6	6.3	6.0
Al ₂ O ₃	2.4	2.5	3.5	3.7	5.2	3.6	3.1	3.9	3.6
Fe ₂ O ₃	1.1	1.7	1.6	3.9	1.1	0.9	1.5	1.3	1.2
CaO	49.4	46.6	48.5	47.9	47.6	49.3	47.1	47.6	48.2
MgO	1.7	3.9	1.2	0.8	0.7	1.3	2.9	1.7	1.5
Glüh-verlust	41.3	40.9	39.7	38.2	38.9	39.1	40.2	38.7	39.0
	99.6	99.3	99.6	100.7	98.7	99.2	99.4	99.5	99.5

Die chemischen Analysen der Kalksteine aus dem Ojaküla-Steinbruche.

Tab. V.

	A s e r i - S t u f e																		Kunda-Stufe				
	Tallinna-Stufe		Echinosphaerites-Zone								Oolithen-Zone												
	Baukalkstein-Z.																						
	0.49	0.50	0.34	0.34	0.38	0.47	0.30	0.50	0.22	0.47	0.40	0.39	0.26	0.24	0.40	0.40	0.41	0.39					
SiO ₂	4.2	4.4	5.1	6.4	5.8	6.8	7.9	6.6	7.0	6.5	6.7	10.2	9.0	11.7	10.6	14.1	13.0	8.3					
Al ₂ O ₃	1.9	2.6	2.6	3.6	3.1	3.1	4.0	3.6	4.7	2.8	2.7	3.4	4.1	5.1	3.9	5.7	5.3	4.8					
Fe ₂ O ₃	2.2	1.4	2.3	2.2	2.3	3.1	2.5	3.0	3.7	2.7	4.2	5.7	5.7	7.1	2.8	2.3	2.0	1.4					
CaO	44.6	46.1	48.4	46.2	48.3	46.3	46.5	47.7	46.1	47.5	45.4	40.8	42.5	38.6	42.5	39.5	40.4	43.8					
MgO	6.0	4.6	2.0	1.4	1.1	2.7	1.1	1.0	1.2	1.6	2.3	2.6	2.2	2.3	3.2	2.3	3.1	3.8					
Rückstand	1.6	1.9	1.8	3.4	2.3	2.0	2.2	2.1	2.0	2.1	2.4	4.0	2.3	3.6	2.8	3.9	4.0	0.8					
Glühverlust	39.5	39.0	37.8	36.7	37.1	36.0	35.8	36.0	35.2	36.8	36.3	33.3	34.2	31.6	34.2	32.2	32.2	37.3					
	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.2					

Die chemischen Analysen der Kalksteine aus dem Steinbruche nordwestlich von der Zementfabrik Aseri.

Oolithen-Zone und in der Kunda-Stufe schwankt der SiO₂- und Al₂O₃-Gehalt zwischen 13—19%, in dem oberen Teile der Oolithen-Zone sinkt der SiO₂- und Al₂O₃-Gehalt und in den hangenden Zonen schwankt er zwischen 7 und 10%.

In allen drei Analysen (die Kupffer'sche mitgerechnet) zeigt der MgO-Gehalt regelmässige Schwankungen. In der Kunda-Stufe und in der Baukalkstein-Zone ist der MgO-Gehalt grösser als in der Oolithen- und Echinosphaerites-Zone. Solche regelmässige Schwankungen des MgO-Gehaltes sind bisher nur bei den Kalksteinen aus dem westlichen Teile des untersuchten Gebietes nachgewiesen worden. Die in dem östlichen Teile des Gebietes vorherrschenden dolomitischen Kalksteine hat man bisher nicht analysiert, doch scheint es wahrscheinlich zu sein, dass der MgO-Gehalt in diesen Kalksteinen keine derartigen regelmässigen Schwankungen zeigt.

Auch der Fe_2O_3 -Gehalt der Kalksteine unterliegt Schwankungen. Der Fe_2O_3 -Gehalt ist abhängig von der Zahl der in den Kalksteinen vorhandenen Oolithen. Eine Analyse der Oolithen aus der Aseri-Stufe fehlt bisher; die Oolithen der Kunda-Stufe (der „unteren Linsenschicht“) bestehen nach Kupfer's Analysen aus Fe_2O_3 - und $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -haltigem Ton, welche Zusammensetzung auch für die Oolithen der Aseri-Stufe als richtig angenommen werden kann. Den grössten Fe_2O_3 -Gehalt findet man in der oolithenführenden Aseri-Stufe; in der Kunda-Stufe und Baukalkstein-Zone, wo die Oolithen fehlen, fällt der Fe_2O_3 -Gehalt. Das beobachtete Verhältnis des MgO - und Fe_2O_3 -Gehaltes in den Kalksteinen ist nur ein zufälliges und hängt mit der Entstehung des Gesteins nicht zusammen. Wenn im westlichen Teile des untersuchten Gebietes bei einer Steigerung des MgO -Gehaltes der Kalksteine eine Verminderung des Fe_2O_3 -Gehaltes beobachtet wird, so ist in dem im östlichen Teile verbreiteten dolomitischen Kalksteine, mit grossem MgO -Gehalt, auch der Fe_2O_3 -Gehalt als hoch anzunehmen, weil diese Schichten reichlich Oolithen enthalten.

Über die Mikrostruktur der Kalksteine der Aseri- und der Tallinna-Stufe.

Eine genauere mikroskopische Untersuchung der Gesteine der Aseri- und der Tallinna-Stufe hat Lagorio (10) durchgeführt, da er aber die stratigraphische Einteilung Schmidt's vom Jahre 1858 benutzte, so tragen die Beschreibungen der beobachteten Gesteinsstrukturen einen allgemeinen Charakter. Wie es schon aus der makroskopischen Beschreibung der Kalksteine der Aseri- und der Tallinna-Stufe hervorging, zeigen diese Kalksteine bedeutende strukturelle Unterschiede, was noch durch folgende Beobachtungen bekräftigt wird.

Besonderes Interesse bieten die im Kalkstein der Aseri-Stufe vorhandenen Oolithen, welche in der Literatur nur als „Linsen“ erscheinen. Allein bei Lindenbein (11) findet man die Bezeichnung „Oolithen“. Die Benennung „Linsen“ haben die grösstenteils konzentrisch-schalig gebauten, aus Fe_2O_3 bestehenden Gebilde ihrer linsenähnlichen Gestalt zu verdanken. In der „unteren Linsenschicht“ findet man wohl sehr oft linsenförmige Gebilde, aber in der Aseri-Stufe ist die Linsenform nur

selten zu finden und es herrscht eine unregelmässige Form. Die früheren und auch des Verfassers Untersuchungen haben gezeigt, dass die Struktur der „Linsen“ mit der Struktur der Oolithen aus anderen Formationen und Gegenden übereinstimmt und dass die Entstehung derselben im allgemeinen die gleiche sein müsste. Da die Benennung „Oolithen“ eine allgemein angenommene und charakteristische ist, die Benennung „Linsen“ aber nur ein historisches Interesse beansprucht, so wird in dieser Arbeit die Benennung „Oolithen“ gebraucht.

Schmidt (3) hat die Oolithen früher für die Kerne von kleinen Leperditien gehalten und daher von Leperditienschicht gesprochen. Bock (12) weist zuerst nach, dass diese vermeintlichen Leperditien konzentrisch-schalige Toneisenstein-Oolithen sind, was später von Lagorio (10) ausgeführlicher dargelegt wurde. Zu Lagorios Beschreibung der Oolithen muss man bemerken, dass er nur die Oolithen der Kunda-Stufe untersucht hat, nicht aber die Oolithen der Aseri-Stufe.

Da die Oolithen hauptsächlich aus Fe_2O_3 bestehen, so sind sie durch schwache Säuren von dem Einbettungsmateriale (CaCO_3 und $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$) leicht zu befreien. Ein kleiner Haufen so befreiter Oolithen ist den Geröllen der Strandwälle sehr ähnlich: es sind Oolithen von verschiedener Grösse (die grössten bis 0.5 mm) und verschiedener Form, teils mit matter, teils mit glatter, sogar mit glänzender Oberfläche. Die Oolithen der Oolithen-Zone sind grösstenteils von unregelmässiger Gestalt, die Oolithen des Cephalopodenkalkes der Echinosphärites-Zone häufiger von einem linsenförmigen Aussehen. Im Dünnschliff zeigen die Oolithen einen konzentrisch-schaligen Bau. Man findet öfters Oolithen, bei welchen nur 2—3 Schalenschichten vorhanden sind, das Innere aber mit brauner, lockerer Masse gefüllt ist, welche von Lagorio als Fucoidenbildung angesehen wird. Es ist wahrscheinlich, dass die kleinen Organismen das Zentrum der Oolithen bildeten, aber auch anorganische Bildungen konnten als Mittelpunkt dienen, um welchen Fe_2O_3 sich sammelte, besonders bei Oolithen mit schön ausgebildetem konzentrisch-schaligem Bau.

Das Fe_2O_3 -Vorkommen in der Aseri-Stufe beschränkt sich nicht nur auf Oolithen. In dem mit schwachen Säuren aus der Grundmasse befreiten Rückstande findet man öfters eine grosse Menge mit Fe_2O_3 imprägnierter Organismenreste. Besonders

schön erhalten ist eine unbestimmte *Pleurotomaria* von 0.4 mm Durchmesser. Sie kommt am häufigsten in der Oolithen-Zone vor, aber auch in höherem Niveau ist sie zu finden. Reichlich vertreten sind auch die Stielglieder der *Crinoidea*. Auch einen kleinen Hyolithen und einen Ostracoden gelang es zu beobachten.

Ein besonderes Interesse bieten die problematischen Gebilde, welche von Lagorio (10) als Polypiden angesprochen werden. Es sind dies kleine Gebilde von unregelmässiger Gestalt mit einem Durchmesser bis 0.5 mm. Auf der Oberfläche zeigen besser erhaltene Exemplare eine polygonale Einteilung, welche viel Gemeinsames mit der Oberfläche der Bryozoen (*Diplotrypa*) hat. In Dünnschliffen zeigen diese Gebilde eine radialstrahlige Struktur. Bei stärkerer Vergrösserung ist aber keine genauere Struktur zu beobachten, und weil eine grosse Menge dieser Gebilde keine regelmässige Struktur ausser der Gitterstruktur zeigt, so ist die Bestimmung bisher nicht gelungen und man ist genötigt, sie als *Problematica* zu betrachten. Diese *Problematica* sind nicht nur durch Fe_2O_3 , nach Lagorio durch Bitumen, braun gefärbt, sondern sie können auch aus reinem Kalk bestehen.

Ausser Fe_2O_3 -Oolithen findet man im Hangenden der Echinospaerites-Zone noch weisse, spröde, 0.5 mm grosse CaCO_3 -Oolithen von linsenähnlicher Form; zum Teil kommen sie mit Fe_2O_3 -Oolithen zusammen vor und enthalten öfters in ihrem Inneren einen kleinen Fe_2O_3 -Oolithen.

Unter dem Mikroskop sieht man angeblich, dass der Kalkstein der Aseri-Stufe aus lauter Versteinerungstrümmern besteht, der Kalkstein der Tallinna-Stufe aber aus kristalliner Substanz zusammengesetzt ist. Raymond (5) hat diesen Unterschied zwischen den beiden Kalksteinen besonders unterstrichen und als Unterscheidungsmerkmal beider Stufen angenommen. Doch zeigen neu vorgenommene Untersuchungen, dass der genannte Unterschied zwischen den beiden Kalksteinen keinen absoluten Wert hat.

Es wurde aus zwei Profilen der Aseri- und der Tallinna-Stufe eine ganze Reihe voneinander abweichender Kalksteine im Dünnschliff untersucht. Dasselbe geschah auch mit Kalksteinproben aus anderen Aufschlüssen der genannten Stufen.

Die Kalksteine aus dem Ojaküla-Steinbruch zeigen folgende Struktur: der Kalkstein in der Nähe der Grenze der Echinospaerites- und der Baukalkstein-Zone besteht hauptsächlich aus Versteinerungstrümmern; die kleinen CaCO_3 -Kristalle sind häufig,

die grösseren $MgCO_3$, $CaCO_3$ -Kristalle sehr selten zu finden. Erst rund 3.00 m oberhalb der genannten Grenze vergrössert sich die Zahl der Kristalle, und in einer Entfernung von 4.30 m von der Grenze waren Versteinerungstrümmer noch vorhanden. In der Echinospaerites-Zone bestehen die untersten Kalksteinschichten (0.70 m) nur aus Versteinerungstrümmern, aber im unteren Teile des Cephalopodenkalkes findet man schon einzelne Kristalle, im oberen Teile ist die Zahl derselben schon gross. Es sei noch erwähnt, dass in den oberen Schichten der Kunda-Stufe bei Ojaküla sowohl kleine als grosse Kristalle vorkommen, ausserdem findet man auch Glaukonitkörner.

Die Dünnschliffe der Kalksteine aus Vaivaru-Põrguhaua-mägi zeigten folgendes Bild: der Kalkstein der Oolithenzone besteht aus Versteinerungstrümmern, und es kommen nur einzelne Kristalle vor. In dem Cephalopodenkalk vergrössert sich die Zahl der Kristalle, sie können aber auch fehlen. 2.50 m von dem Liegendem der Tallinna-Stufe ist die Zahl der Kristalle noch grösser, Versteinerungstrümmer findet man weniger; noch 2.50 m höher findet man Versteinerungstrümmer, nur in geringer Menge: Kristalle herrschen vor.

Der dolomitische Kalkstein der Echinospaerites-Zone aus Sundja besteht nur aus kristallinischer Substanz.

Der Kalkstein der Caryocystites-Zone von Purtse-Kõrgekallas besteht grösstenteils aus Versteinerungstrümmern und nur wenigen Kristallen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die unteren Kalksteinschichten der Aseri-Stufe hauptsächlich aus Versteinerungstrümmern bestehen, die oberen Schichten dagegen eine recht beträchtliche Menge von Kristallen enthalten. In der Tallinna-Stufe vergrössert sich die Zahl der Kristalle, und rund 4 m von dem Liegenden der Stufe findet man hauptsächlich nur kristalline Substanz. In der oberen Zone der Stufe vergrössert sich wiederum die Menge der Versteinerungstrümmer. Solch eine Veränderung des mikroskopischen Aufbaues der Gesteine beobachtet man nur in dem westlichen Teile des untersuchten Gebietes: bei den Gesteinen des östlichen Teiles findet man eine vollständig kristalline Struktur schon in der Echinospaerites-Zone.

Die Kristalle sind grösstenteils als Rhomben ausgebildet und von verschiedener Grösse: die kleineren, von einem Durch-

messer von 0.12 mm, bestehen aus Kalziumkarbonat, die grösseren dagegen, von einem Durchmesser von 0.24 mm, aus Kalkmagnesiakarbonat, was auch Raymond (5) beobachtet hat. In Dünnschliffen der Kalksteine aus Vaivaru-Põrguhauamägi haben die Rhomben, besonders die kleinen, ein braunes Zentrum, das von Lindenbein (11) als *Gloeocapsamorphia prisca* Zal. angesehen wird. Auch konnte man bei einer grossen Zahl der grösseren Rhomben, welche die kleineren Rhomben umschliessen, beobachten, dass die Grenze zwischen beiden Rhomben von einer brauner Substanz gebildet wird.

Fallen und Streichen.

Bisher hat man allgemein ein Fallen der Kalksteine des Unter-Ordoviciums nach Süden mit einer kleinen Abweichung nach Westen angenommen (13). Die durchschnittliche Grösse des Fallens wird auf 15' geschätzt, bei Narva sogar auf 6'. Die Kalksteine streichen in West-Ost-Richtung.

Nach der topographischen Karte ist die absolute Grenzhöhe der Kunda-Aseri-Stufe im Westen von Nord-Virumaa grösser als im Osten: man findet sie bei Ojaküla 50 m, bei Koila 43 m, am Purtse-Fluss 38 m, am Aluoja-Bach 36 m, bei Pimestiku 29 m und bei Narva-Joaoru 19 m über dem Meeresspiegel, was auf einer Strecke von rund 100 km 30 m Fallen nach Osten ausmacht. Besonders scharf sieht man das östliche Fallen am Glint bei Päite, wo eine Nivellierung vorgenommen wurde. Der Anfang der Nivellierung war am Glint bei den südlich vom Glint liegenden Vaivinaschen Gesinden, und sie endete am Glint, 2916 m östlicher, unweit des 42.4 m - Triangulationspunktes. Als Nivellierungsfläche wurde anfangs die Grenze der Kunda-Aseri-Stufe benutzt, später die Grenze der Oolithen- und Echinospaerites-Zone. Vom Westen an zeigten die ersten 568 m ein westliches Fallen von 5'23", die folgenden 480 m / 3'35", 400 m / 0', 270 m / 31'28", 392 m / 17'12", 290 / 1'26" und 516 m / 3'2" östlichen Fallens. Diese Nivellierung zeigte nicht nur das Vorhandensein des östlichen Fallens, sondern auch das Vorkommen kleinerer Schwankungen im Fallen, die auch an einigen anderen Stellen festgestellt wurden. In dem östlichen Teile des Steinbruches bei Aseri sieht man eine kleine W-O-streichende Mulde, am

linken Ufer des Purtsi-Flusses gelang es beim Nivellieren einen NO-SW-streichenden Sattel feststellen. Bei grösseren Nivellierungen beobachtet man immer ein einheitliches Fallen. So ergab die Nivellierung vom Ohaku-Fluss, unterhalb des Wasserfalles, bis zum Purtsi-Körgekallas ein SO-Fallen von $15'30''$. Eine von A. Tammekann vorgenommene Nivellierung vom Glint bei Ahtsama laug (westlich von Toila) bis zum Aluoja-Bach ergab ein SO-Fallen von $19'57''$, wobei als Nivellierungsfläche die Grenze der Paldiski- und der Kunda-Stufe benutzt wurde.

Die obigen Bestimmungen sind insoweit unvollständig, als sie nur die relative Grösse und die relative Fallrichtung angeben, was auch selbstverständlich ist: es ist ja unmöglich, bei solchen kleinen Fallwinkeln, wie die oben angeführten, die Nivellierungslinie nach dem grössten, d. i. nach dem absoluten Fallen zu wählen. In zwei Fällen, wo eine Schicht auf drei Punkten von verschiedener Meereshöhe aufgeschlossen war, wurde das absolute Fallen nach den Nivellierungsergebnissen trigonometrisch berechnet.

Am Sõtke-Fluss wurde die absolute Grösse und die Richtung des Fallens, auch das Streichen der Schichten, durch das Nivellieren der Grenze der Oolithen- und der Echinospaerites-Zone bestimmt. Die bei der Berechnung notwendigen Dreieckspunkte waren: 1. Langevoja-Bach, 2. rechtes Ufer des Sõtke-Flusses bei der Lehtmets-Mühle und 3. rechtes Ufer des Sõtke-Flusses bei dem Gesinde Rutof. Zwischen dem Langevoja-Bach und Rutof (616 m) ist die Grösse des Fallens $10'40''$, zwischen der Lehtmets-Mühle und Rutof (428 m) $20'52''$.

Der absolute Fallwinkel wurde berechnet nach der Formel:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \beta - 2 \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta \cos \gamma}}{\sin \gamma};$$

die absolute Fallrichtung wurde berechnet nach der Formel:

$$\cos \varrho = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \gamma}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \beta - 2 \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta \cos \gamma}}.$$

In den Formeln bedeutet: α , β — die bei der Nivellierung festgestellten Fallwinkel, γ — den Winkel zwischen den festgestellten Fallrichtungen, im gegebenen Falle 35° , ε — den gesuchten Fallwinkel und ϱ — die gesuchte Fallrichtung. Im gegebenen Falle ist $\varepsilon = 23'42''$ und $\varrho = S 15^\circ W$, das Streichen der Schichten — $N 75^\circ W - S 75^\circ O$. Die festgestellte Fallrichtung muss als eine

lokale angesehen werden; eine für das ganze Nord-Virumaa geltende Fallrichtung ergibt sich aus der Berechnung des Fallens am Pühajögi-Fluss. Die bei der Berechnung des Fallens benutzten Dreieckspunkte waren: 1. alter Steinbruch am linken Ufer des Pühajögi-Flusses, 2. Aluoja-Bach, 3. alter Steinbruch östlich vom Schlosse Oru. Als Nivellierungsfläche wurde die Grenze der Paldiski- und der Kunda-Stufe benutzt. Zwischen den Punkten 1 und 2 (1125 m) ist der Fallwinkel $19^{\circ}57''$, zwischen den Punkten 3 und 2 (1750 m) $16^{\circ}7''$, der Winkel zwischen beiden Fallrichtungen ist 40° . Beim Berechnen ergab sich ein absoluter Fallwinkel von $19^{\circ}59''$, eine absolute Fallrichtung nach $S\ 20^{\circ}\ O$ und ein Streichen der Schichten $S\ 70^{\circ}\ W-N\ 70^{\circ}\ O$.

Die Aufschlüsse des Unter-Ordoviciums in Nord-Virumaa.

Ausser den stratigraphischen Arbeiten in Nord-Virumaa wurden möglichst viele Aufschlüsse untersucht, um ein klares Bild über den Ausstrich der Stufen des Unter-Ordoviciums zu erhalten. Dabei wurden die topographischen Karten 1:21000 benutzt, auf welchen die Höhenlinien teils nach je zwei Faden, teils auch nach je einem Faden (= 2.134 m) aufgetragen sind. Die beigelegte Karte 2 ist nach topographischen Karten zusammengestellt, dabei vereinfacht und etwa 30 mal verkleinert. So sind die Ausstriche der Pakerordi-, der Paldiski- und der Kunda-Stufe zusammen dargestellt, und nur die Ausstriche der Zonen der Aseri- und der Tallinna-Stufe sind besonders eingetragen.

Die Zahl der Aufschlüsse in Nord-Virumaa ist recht gross. Am häufigstem findet man sie am Glint, an den Ufern der Flüsse und in Steinbrüchen. Im folgenden werden die Aufschlüsse, welche bei der Kartierung benutzt wurden, aufgezählt. Um Raum zu sparen, werden die Stufen und Zonen des Unter-Ordoviciums mit Buchstaben bezeichnet: Pakerordi-Stufe = *a*, Paldiski-Stufe = *b*, Kunda-Stufe = *c*, Oolithen-Zone = *d*, Echinospaerites-Zone = *e*, Baukalkstein-Zone = *f*, Caryocystites-Zone = *g*. Die Aufschlüsse sind auf der Karte nummeriert und werden hier unter denselben Nummern aufgeführt.

Die Aufschlüsse findet man:

1. Im grossen Steinbruch der Zementfabrik Kunda beim Dorfe Ojaküla, 1 km westlich von der Eisenbahnlinie Rakvere-Kunda: $c - 1.30 + m$, $e - 1.66 m$, $f - 1.33 + m$.
2. Im alten Steinbruch der Zementfabrik Kunda bei Kunda-Aru, westlich von der Eisenbahnlinie Rakvere-Kunda: $f - 1.87 + m$.
3. Im alten Steinbruch der Zementfabrik Kunda bei Kunda-Aru, östlich von der Eisenbahnlinie Rakvere-Kunda: $f - 1.50 + m$.
4. Im Graben östlich von der Eisenbahnlinie Rakvere-Kunda, 1.5 km nördlich von Kunda-Aru: $e -$.
5. An beiden Seiten der Eisenbahnlinie Rakvere-Kunda, 2.5 km nördlich von Kunda-Aru: $c -$.
6. An den Ufern des Sämi-Flusses bei der Zementfabrik Kunda: Fucoidensandstein, Eophyton-Sandstein und Blauer Ton; letzterer ist in der nahe liegenden Tongrube aufgeschlossen.
7. Im alten Steinbruch an der Kalksteinterrasse bei Kunda-Iiemägi, 1 km östlich von der Zementfabrik Kunda: $c - 3.80 + m$.
8. In dem kleinen Steinbruch beim Dorfe Iila, südlich von dem Kunda-Nigula'schen Wege, etwa 1.5 km südöstlich vom Gute Malla: $f - 1.50 + m$.
9. Im Steinbruch Vasta nördlich vom Nigula-Kalvi'schen Wege, 1.5 km nordöstlich vom Dorfe Nigula: $f - 1.50 + m$.
10. An den Ufern eines kleinen Baches am rechten Ufer des Pada-Flusses, südlich von der Tallinna-Narva-Poststrasse: $b -$, $c -$.
11. An den beiden Ufern des Pada-Flusses beim Gute Samma: $c -$.
12. An den Ufern des kleinen Baches beim Dorfe Koila: $b -$, $c -$, $d -$.
13. In dem Steinbruch Koila, 1 km südlich vom Dorfe: $f - 1.20 + m$.
14. Auf einem Wege im Park von Kalvi: $e -$.
15. Am Glint, 1.2 km östlich vom Gute Kalvi: $\bar{e} -$.
16. Am Glint bei Kalvi, wo der aus dem Dorfe Aseri kommende Weg den Glint erreicht: $b -$, $c -$, $d + e - 500 + m$.
17. Im Steinbruch der Zementfabrik Aseri am Glint, 2.5 km

- nordwestlich von der Fabrik: $a - 4.30$ m, $b -$, $c - 4.60$ m, $d - 1.80$ m, $e - 2.53$ m, $f - 2.18 +$ m.
18. An der Terrasse zwischen Raudna und Koogu: einige Aufschlüsse der f -Zone.
 19. An der Eisenbahnlinie Sonda-Aseri, südlich von der Tallinna-Narva'schen Poststrasse: $f - 2.00 +$ m.
 20. In dem Steinbruch Rannaküla, 0.5 km südlich von der Poststrasse, östlich von der Eisenbahnlinie Sonda-Aseri: $f - 2.80 +$ m.
 21. An der Terrasse beim Dorfe Suur-Kõrgküla auf zwei Stellen: $e - 2.00 +$ m.
 22. An der Terrasse beim Dorfe Väike-Kõrgküla: $d - 0.60 +$ m, $e - 1.40 +$ m.
 23. Im Bette des Sõride-Baches, nördlich von der Poststrasse: $a -$, $b -$, $c -$, $d -$.
 24. An dem linken Steilufer des Purtse-Flusses, gegenüber der Napa-Mühle: $b - 2.40 +$ m, $c - 2.00 +$ m.
 25. An dem linken Steilufer des Purtse-Flusses zwischen dem Gesinde Kääniku und der Napa-Mühle: $b - 1.60 +$ m, $c - 4.30$ m, $d - 1.80?$ m, $e - 3.00 +$ m.
 26. An dem linken Steilufer des Purtse-Flusses gegenüber der Kallikorm-Mühle: $d - 1.80 +$ m, $e - 1.27 +$ m.
 27. An dem linken Steilufer des Purtse-Flusses nördlich vom Dorfe Lügänu: $d - 1.46 +$ m, $e - 2.36 +$ m.
 28. An dem rechten Steilufer oberhalb des vorigen Aufschlusses: $d - 1.20 +$ m, $e - 1.80 +$ m.
 29. In dem Steinbruch Lügänu, nördlich vom Dorfe: $f - 1.60 +$ m.
 30. In dem alten Steinbruch nordöstlich vom Dorfe Lügänu-Matka: $f - 0.80 +$ m.
 31. In dem Steinbruch südlich vom Dorfe Ärra-Matka: $f - 1.54 +$ m.
 32. An den Ufern des Koljala-Flusses beim Dorfe Koljala: $g -$, 32-a — Kukruse-Stufe.
 33. An den Ufern des Uemõisa-Flusses vom Dorfe Uemõisa bis zur Mündung des Koljala-Flusses: $g -$, 33-a — Kukruse-Stufe.
 34. In dem Abflusskanal des Brandschiefergrabens Sala, etwa 1 km südlich des Uemõisa-Flusses: die Grenze der g -Zone und der Kukruse-Stufe.

35. An den Ufern und im Bette des unterirdischen Flusses Ohaku, unterhalb des Gutes Erras: g —.
36. An den Ufern des Ohaku-Flusses von dem Wasserfall bis zur Mündung in den Purtse-Fluss bei Lügänuuse: f — $3.50 + m$, g — $1.12 + m$.
37. An dem linken Ufer des Purtse-Flusses hinter dem Garten des Gutes Püssi: g —.
38. An den Ufern des Roodo-Flusses von dem Pastorat Lügänuuse bis zur Riege des Gutes Püssi: g —.
39. An den Steilufern des Purtse-Flusses zwischen Kõrgekallas, etwa 1 km südwestlich vom Gute Püssi, bis zur Eisenbahnbrücke: g — $1.50 + m$.
40. An dem linken Ufer des Purtse-Flusses gegenüber dem Dorfe Lohkuse: Kukruse-Stufe.
41. In einem Brunnen 0.5 km südwestlich vom Gute Jabara: f —.
42. In dem Steinbruch östlich von dem zum Gute Saka führenden Wege: f — $0.30 + m$.
43. Am Glint bei Ontika, 1.00 km nordöstlich vom Gute Saka: d — $0.75 + m$.
44. Am Glint 0.5 km östlich von der vorigen Stelle: d — $0.50 + m$.
45. Am Glint, wo der Weg aus dem Dorfe Saka den Glint erreicht: d — $2.25 + m$.
46. In dem westlichen Steinbruch am Glint bei Saka: e — $1.90 + m$.
47. In dem östlichen Steinbruch am Glint bei Saka: e — $0.10 + m$, f — $1.75 + m$.
48. Am Glint bei Ontika-laug (= Fusspfad): $c + d$ — 6.90 m, e — $0.24 + m$.
49. In dem Steinbruch am Glint bei Valaste-Suurkraav: d — $1.50 + m$.
50. In dem Steinbruch am Glint beim Dorfe Valaste: e — $2.50 + m$.
51. In dem Steinbruch am Glint, etwa 1.0 km nordwestlich vom Gute Toila: e — $2.50 + m$.
52. In dem Steinbruch am Glint, etwa 1.0 km nordöstlich vom Gute Toila: c — $1.60 + m$.
53. In dem Steinbruch am Glint, 1.0 km östlich vom vorigen Steinbruch: e — $1.70 + m$.

54. In den Steinbrüchen am Glint, etwa 1.0 km westlich von Martsa: $e - 2.70 + m$.
55. In dem Steinbruch am Glint bei Martsa: $f - 2.00 + m$.
56. Am Glint bei Sivadi-laug: $a - 5.43 + m$, $b - 2.70 + m$.
57. Am Glint bei Kontsa-laug, unweit vom Dorfe Toila: $b - 4.03 m$, $c - 3.60 + m$.
58. Im alten Steinbruch am linken Ufer des Pühajõe-Flusses: $b -$, $c - 3.12 + m$.
59. In dem Steinbruch 1.0 km südlich vom Dorfe Toila, westlich vom Jõhvi-Toila'schen Wege: $f - 2.50 + m$.
60. An den Ufern des Aluoja-Baches: $a -$, $b - 4.25 m$, $c - 3.40 m$, $d - 2.00 m$, $e - 1.25 + m$.
61. An dem linken Ufer des Pühajõe-Flusses bei der Lagedi-Mühle: $c - 1.80 + m$, $d - 1.00 + m$.
62. In einem alten Steinbruch am Glint, östlich vom Schlosse Oru: $b - 0.50 + m$, $c - 1.00 + m$.
63. In den Steinbrüchen am Glint zwischen Oru und Voka: $e - 1.80 + m$.
64. Am Glint, 0.7 km nordwestlich vom Gute Voka: $c - 1.50 + m$.
65. An den Ufern des Künnapää-Baches, nördlich von der Poststrasse: $b -$, $c -$.
66. In dem Steinbruch Künnapää am Glint, nordwestlich von der Poststrasse: $b - 3.70 m$, etwas östlicher: $c - 2.30 + m$.
67. Am Glint, wo der Weg aus dem Dorfe Päite die Poststrasse erreicht: $c - 3.40 m$.
68. Am Glint bei Päite an mehreren Stellen: $d -$, $e -$.
69. In dem Steinbruch beim Dorfe Päite: $f - 0.50 + m$.
70. In dem Steinbruch 1.0 km westlich vom Dorfe Päite, nördlich vom Päite-Konju'schen Wege: $f - 0.50 + m$.
71. Am Wege Sillamäe-Sõtke, nördlich vom nach dem Gute Tüsamäe führenden Wege: $d -$, $e -$.
72. Im Bette eines Baches, etwa 300 m südlich von der vorigen Stelle: $e -$.
73. Im Steinbruch auf dem Felde, 0.5 km westlich vom Tüsamäe-Sõtke'schen Wege: $f - 0.50 + m$.
74. In dem Bette des Langevoja-Baches, 2.0 km nördlich von der Tallinna-Narva'schen Eisenbahnlinie: $a - 3.10 + m$, $b - 4.30 m$, $c - 3.43 m$, $d - 1.65 + m$.
75. An dem rechten Steilufer des Sõtke-Flusses bei der Leht-

- mets-Mühle: $a - 1.75 + m$, $b - 3.20 \text{ m}$, $c - 3.65 \text{ m}$,
 $d - 2.15 \text{ m}$, $e - 0.80 + m$.
76. An den beiden Steilufern des Sõtke-Flusses bei dem Gesinde Rutof: $c - 0.50 + m$, $d - 2.15 \text{ m}$, $e - 2.85 \text{ m}$,
 $f - 0.66 + m$.
77. Im Bette des Sõtke-Flusses oberhalb der Eisenbahnbrücke:
 $e -$, $f -$.
78. An der Terrasse bei Kannuka: $c -$.
79. In dem Steinbruch beim Dorfe Perjatsi, südlich von der Poststrasse: $e - 3.30 \text{ m}$, $f - 1.50 + m$.
80. Im Bette des durch das Dorf Perjatsi fliessenden Baches in der Nähe der Poststrasse: $f -$.
81. In den Schützengräben am Glint bei Perjatsi: $b -$, $c -$.
82. Am Glint bei Pimestiku: $d - 2.00 \text{ m}$.
83. In dem kleinen Steinbruch am Glint: $d -$, $e -$.
84. Am Glint bei Mummusaare: $e -$.
85. In den Schützengräben am Glint bei Mummusaare: $b - 0.40 + m$, $c - 1.30 + m$.
86. An den Ufern des Utria-Baches, nördlich von der Poststrasse: $e -$.
- 87*). Auf der Erhöhung westlich von dem Mummusaare-Vaivaru'schen Wege: $b -$, $c -$.
- 88*). Auf der Erhöhung in der Nähe des vom Gute Vaivaru nach Mummusaare führenden Weges: $d -$, $e -$.
89. In den Schützengräben südlich von Pimestiku: $e -$, $f -$.
- 90*). In der Festungsanlage vom Jahre 1704, 0.5 km nördlich von dem westlichen Vaivaru-Rücken: $c -$.
- 91*). In den Schützengräben etwas nördlich von dem westlichen Vaivaru-Rücken: $b -$.
- 92*). An dem nördlichen Gehänge des westlichen Vaivaru-Rückens: $e - 267 + m$, $f - 7.00 + m$.
- 93*). In den Schützengräben am südwestlichen Gehänge des mittleren Vaivaru-Rückens (=Põrguhauamägi): $b - 3.50 \text{ m}$,
 $c - 4.20 \text{ m}$, $d - 2.55 \text{ m}$, $e - 3.74 \text{ m}$, $f - 2.50 + m$.
- 94*). An dem südlichen Gehänge des Põrguhauamägi: $f -$.
- 95*). An dem nordöstlichen Gehänge des Põrguhauamägi: Fucoiden-Sandstein.

*) Glazialschollen. Siehe Näheres über sie in der Arbeit K. Jaansoon-Orviku „Rändpangeseid Eestis“, mit deutschem Referat, Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Tartu, 1926, 1.

- 96*). In den Unterständen am nördlichen Gehänge des östlichen Vaivaru-Rückens: $e -$, $f -$.
97. Am Glint bei Utria: $c -$.
- 98*). Am Rücken bei Puhkuva, am rechten Ufer des Baches: $b - 2.00 + m$, $c - 4.85 + m$, $d - 1.00 + m$.
99. An der Terrasse nördlich vom Dorfe Puhkuva: $b - 2.00 + m$, $c - 1.46 + m$.
100. In dem alten Steinbruch bei Puhkuva nördlich vom Mereküla-Peetri'schen Wege: $e - 1.25 + m$.
101. In einem kleinen Tale nordöstlich von Puhkuva: Fucoiden-Sandstein, $a -$, $b - 2.70 + m$.
102. In dem alten Steinbruch nördlich von der Tallinna-Narva'schen Poststrasse: $f - 0.50 + m$.
- 103*). An der Poststrasse, 1.5 km nordöstlich vom Gute Laagna: $f -$.
104. In dem Steinbruch Peetri an der Poststrasse, 1.0 km westlich von Peetri: $e - 1.00 + m$.
105. An den Ufern des Tõrvajõe-Baches: $a - 1.85 + m$, $b - 4.16 m$, $c - 4.55 m$, $d - 1.88 + m$.
106. In den Gräben am Wege zwischen Vanaküla und Soldino: $e -$.
107. Im westlichen Teile des Dorfes Sundja, nördlich vom Wege: $e - 0.32 + m$.
108. In dem alten Steinbruch im Dorfe Sundja: $f - 0.45 + m$.
109. In den Steinbrüchen (2) zwischen Tõrvajõe und dem Gut Olgina, nördlich von der Poststrasse: $d - 0.50 + m$, $e - 1.00 + m$.
110. Am linkem Steilufer des Olgina-Baches, nördlich von der Poststrasse: $e - 1.60 + m$.
111. In dem Steinbruch Vanaküla, 0.7 km südlich vom Gute Olgina: $e - 0.50 + m$.
112. In den Steinbrüchen (2) zwischen Olgina und Mustajõe, nördlich von der Poststrasse: $e - 0.90 + m$.
113. Im Bette des Mustajõe-Baches, 0.5 km nördlich von der Poststrasse: $b -$, $c -$.
- 114*). An den Gehängen und im Bette des Mustajõe-Baches, etwas nördlich von der vorigen Stelle: $b -$, $c -$.
115. In dem Steinbruch Narva, im westlichen Teile der Stadt, nördlich von der Eisenbahnlinie: $e + f - 2.25 + m$. Auch in dem Steinbruche südlich von der Eisenbahnlinie findet man dieselben Schichten.

*) S. die Fussnote auf S. 37.

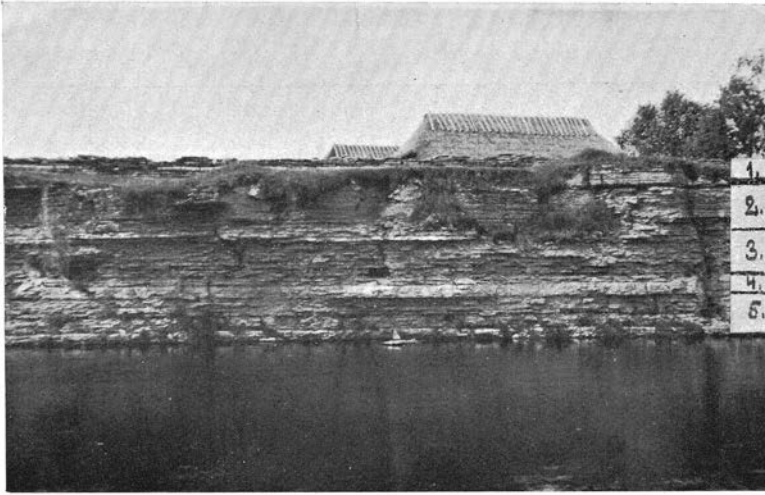
116. Am linken Steilufer des Narva-Flusses (Joaoru): Fucoiden-Sandstein, — $1.70 + m$, $a - 2.70 m$, $b - 3.90 + m$, $c - 4.41 m$, $d - 2.20 m$, $e - 0.20 + m$.
117. In dem alten Steinbruch am rechten Ufer des Narva-Flusses, südlich von der Eisenbahnlinie: $e + f - 3.30 + m$.
118. Im Kanal bei Kulgu: $f - 1.00 + m$.
119. In der Nähe des Gutes Leelenda nördlich vom Narva-Leelenda'schen Wege: $c -$.

Verzeichnis der angeführten Literatur.

1. H. Bekker. 1922. Ülevaade Eesti ordoviitsiumi ja siluuri kohta käivate uurimistest. „Loodus“ 1922, nr. 3–4, Tartu.
2. R. J. Murchison, E. de Verneuil, A. v. Keyserling. 1845. Geology of Russia in Europe and the Ural Mountains. Vol. I. Geology, London. Vol. II. Paléontologie, Paris.
3. Fr. Schmidt. 1858. Untersuchungen über die silurische Formation von Estland, Nord-Livland und Oesel. Archiv f. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands, Dorpat. I. Serie, II. Bd. p. 1–247.
4. — 1882. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Lief. I: Allgemeine geognostische Übersicht. Mém. de l'Acad. St.-Petersbourg. VII. Série, T. XXX. № 1.
5. P. E. Raymond. 1916. The Correlation of the Ordovician Strata of the Baltic Basin with those of Eastern North-America. Bull. Mus. Compar. Zool. at Harv. Coll. Vol. 56, № 3.
6. J. G. Granö. 1922. Eesti maastikulisel üksused. „Loodus“ 1922. Tartu.
7. A. Tammekann. 1924. Koillis-Viron rannikkomaa. „Terra“ 1924.
8. H. Bekker. 1924. Mõned uued andmed Kukruse lademe stratigraafiast ja faunast. Geoloogia Instituudi toimetused. № 1. Tartu.
9. A. Kupffer. 1870. Über die chemische Constitution der baltisch-silurischen Schichten. Archiv f. Naturk. Liv-, Est- und Kurlands, Dorpat. I. Serie, V. Bd. p. 69–194.
10. A. Lagorio. 1876. Mikroskopische Analyse ostbaltischer Gebirgsarten. Archiv f. Naturk. Liv-, Est- u. Kurl., Dorpat. I. Ser., VIII. Bd. II. H.
11. H. A. R. Lindenbein. 1921. La Kuckersite. Etude d'un dépôt marin phytogène du Silurien inférieur d'Estonie. Archives des Sciences Physiques et Naturelles. 5-me Période, Vol. 3.
12. J. Bock. 1869. Geognostische Beschreibung des untersilurischen und devonischen Systems im Gouv. St.-Petersburg. Материалы для геологии Россіи. I. p. 101–189.
13. H. Bekker. 1925. Lühike ülevaade Eesti geoloogiast. Äratrükk koguteosest „Eesti“.
14. R. F. Hecker. 1923. Echinosphérites du système Silurien de Russie. Travaux du Musée Géologique et Minéralogique Pierre le Grand près l'Académie des Sciences de Russie. Tome IV. 1919–1923.

Verzeichnis der Ortsnamen.

Aluoja, Bach	Martsa	Rutof
Aseri (Asserin)	Mereküla (Merreküll)	Saka (Sackhof)
Auvere (Korf)	Mummusaare (Monplaisir)	Sala (Sall)
Iila	Mustajõe, Bach	Samma (Samm)
Jabara	Napa-Mühle	Selja (Selgs), Fluss
Jõhvi (Jewe)	Narva	Soldino (-na)
Kabala (Kappel)	Narva-Joaoru (Joa-	Sonda
Kallikorm-Mühle	chimstal)	Sundja
Kalvi (Pöddes)	Narva-Jõesuu	Suur-Kõrgküla
Kannuka	(Hungerburg)	Sõride, Bach
Kohtla (Kochtel)	Nigula (Maholm)	Sõtke, Fluss
Kohtla-Järwe	Ohaku (Erras), Fluss	Sämi (Kunda), Fluss
Koila (Koil)	Ojaküla	Tallinna (Reval)
Koljala, Fluss	Olgina	Toila
Konju (Raustfer)	Ontika	Tõrvajõe, Bach
Koogu (Kook)	Oru (Orro)	Türsamäe (Türsel)
Kukruse (Kuckers)	Paasküla	Utria (Udrias)
Kulgu	Pada (Paddas)	Uuemõisa, Fluss
Kunda	Peetri	Vaeküla (Wayküll)
Kunda-Aru (Kunda-Arro)	Perjatsi	Vaivaru
Künnapää	Pimestiku	Vaivaru-Põrgumäe
Kääniku (Känick)	Puhkuva	Vaivina
Laagna (Lagena)	Purtse, Fluss	Valaste
Lagedi-Mühle	Purtse-Kõrgekallas	Valaste-Suurkraav
Langevoja, Bach	Pühajõgi, Fluss	Vanaküla
Leelenda	Püssi (Neu-Isenhof)	Vasta (Waschel)
Lehtmets-Mühle	Päite	Virumaa (Wierland)
Lohkuse	Rakvere (Wesenberg)	Voka (Chudleigh)
Lüganuse (Luggenhusen)	Rannaküla	Väike-Kõrgküla
Lüganuse-Matka	Raudna	Ärra (Erras)
Malla	Roodu (Kochtel), Fluss	Ärra-Matka.



Taf. I, Abb. 1. Linkes Ufer des Purtse-Flusses nördlich vom Dorfe Lügänuuse. Aufschluss der Oolithen-Zone: 1. Echinospaerites-Zone. 2. Dickbankiger Kalkstein mit Oolithen. 3. Dünnschichtiger Kalkstein mit Mergel und Oolithen. 4. Dickbankiger Kalkstein mit vielen Oolithen. 5. Kunda-Stufe.
Verkleinert 200 $\times$.



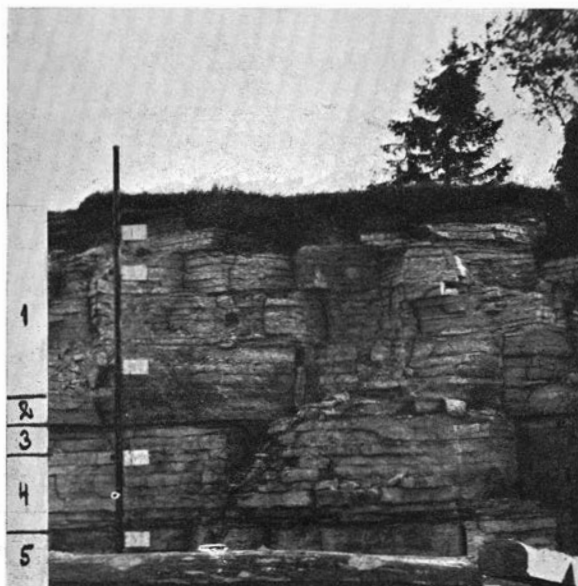
Taf. I, Abb. 2. Rechtes Ufer des Aluoja-Baches. Aufschluss der Oolithen-Zone. Zu unterscheiden sind in dieser Zone die mittleren, dünnschichtigen Kalksteine mit Mergel und die hangenden und liegenden dickbankigen Kalksteine. (Siehe Text, Seite 10). Verkleinert 100 $\times$.



Taf. II, Abb. 1. Aufschluss der Oolithen- und der Echinospaerites-Zone am rechten Ufer des Purtse-Flusses, nördlich von dem Dorfe Lügänuše. ► Die Korrosionsfläche mit der hangenden und liegenden Kalksteinschicht, welche in allen entsprechenden Aufschlüssen hervorrägt. Verkleinerung 40 X.



Taf. II, Abb. 2. Der grosse Steinbruch bei Ojaküla, unweit der Zementfabrik Kunda. Hier werden gebrochen die Kalksteine der Kunda-, Aseri- und Tallinna-Stufe, hauptsächlich aber der Aseri-Stufe.



Taf. III, Abb. 1. Steinbruch bei Ojaküla. Der Aufschluss der Aseri- und der Tallinna-Stufe.

Echinospherites- Zone. (Aseri-Stufe.)	Cephalopodenkalk	1.	Dichter Kalkstein mit Eisenoxyd-Adern (Tallinna-Stufe)	1.33+m
		2.	Grauer Kalkstein mit Fe_2O_3 - und CaCO_3 -Oolithen . . .	0.17 "
		3.	Dickbankiger grauer Kalkstein mit wenigen Oolithen .	0.24 "
		4.	Dickbankiger dunkelgrauer Kalkstein mit vielen Oolithen . . .	0.55 "
		5.	Dickbankiger bläulichgrauer Kalkstein mit Echinosphäeriten . . .	0.70 "

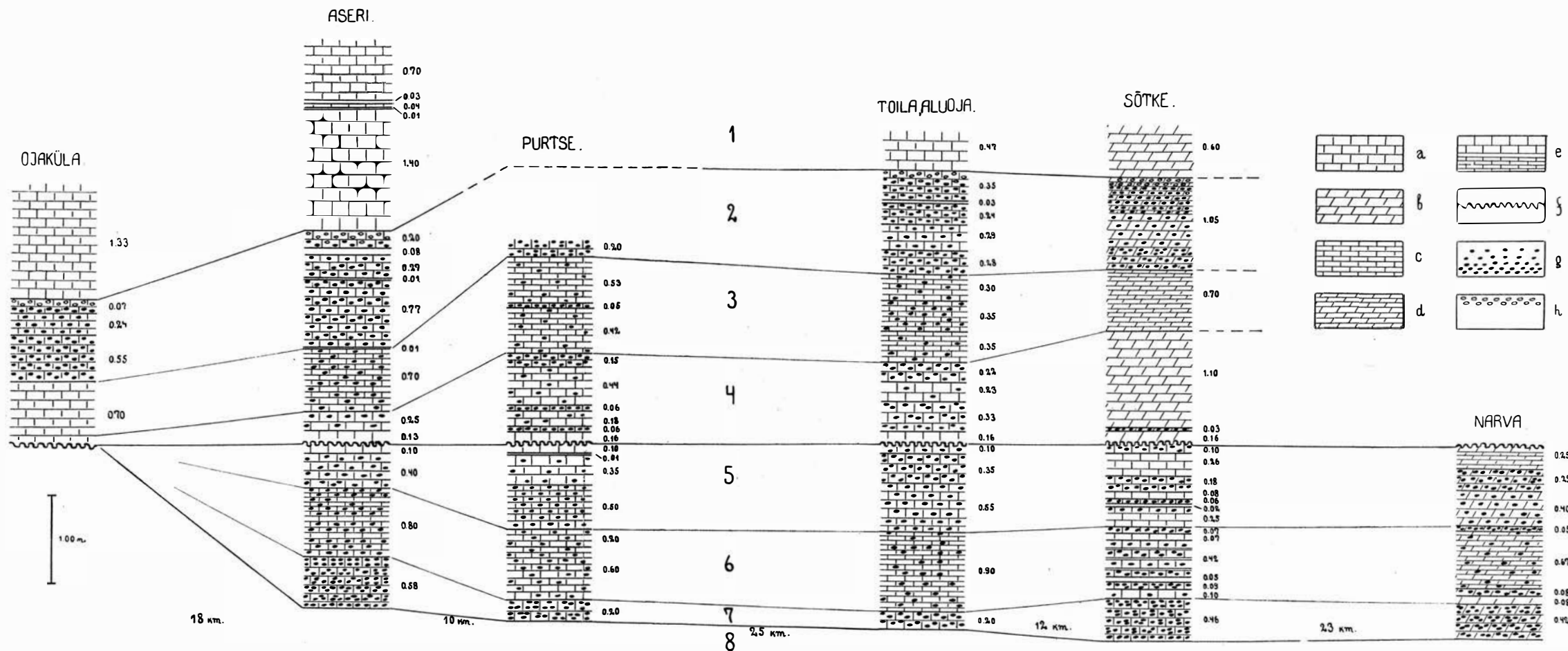
Verkleinerung 60 $\times$.



Taf. III, Abb. 2. Stapel von gebrochenem Kalkstein der Baukalksteinzone im Lügänu'schen Steinbruch. Die eisenoxydhaltigen vertikal gerichteten Adern sind als dunklere Streifen sichtbar. Verkleinerung 30 $\times$.



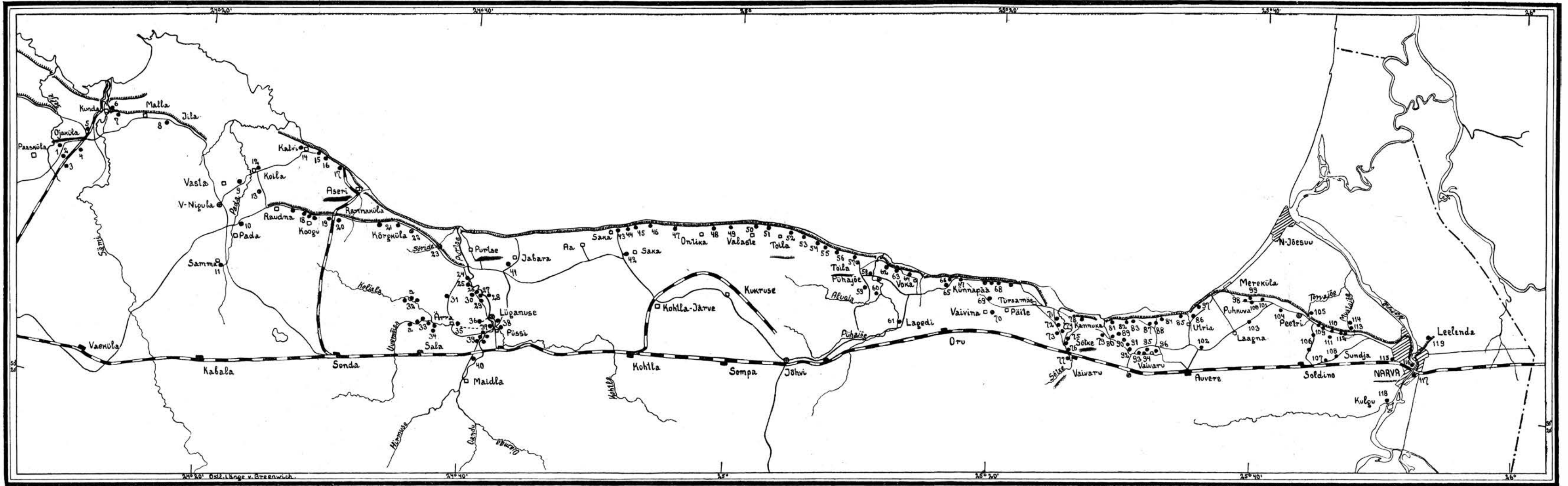
Taf. IV, Abb. 1. Purtse-Kõrgekallas von Westen gesehen. Der Aufschluss der Caryocystites-Zone. → 0.07 m dicke dichte Kalksteinschicht zwischen zwei Mergelschichten. (Siehe Text, Seite 20). Verkleinerung 300 $\times$.



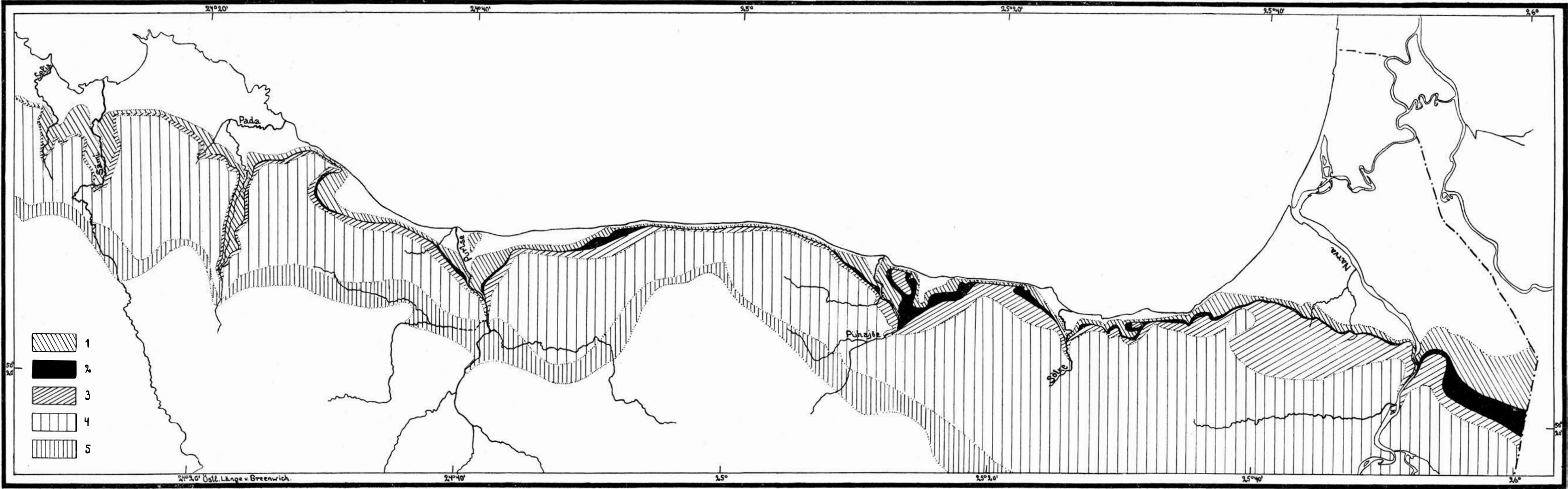
Die Profile der Aseri-Stufe zwischen Ojaküla und Narva.

- | | | |
|---|------------------------|----------------|
| 1. Baukalkstein-Zone (Tallinna-Stufe) | } Echinospaerites-Zone | } Aseri-Stufe. |
| 2. Cephalopodenkalk | | |
| 3. Kalkstein mit vielen Echinospaeriten | | |
| 4. Dickbankiger Kalkstein | | |
| 5. Dickbankiger Kalkstein | } Oolithen-Zone | |
| 6. Dünn-schichtiger Kalkstein mit Mergel | | |
| 7. Dickbankiger Kalkstein mit vielen Oolithen | | |
| 8. Kunda-Stufe | | |

- | |
|---|
| a. dickbankiger grauer Kalkstein. |
| b. dickbankiger bunter dolomitischer Kalkstein. |
| c. dünn-schichtiger grauer Kalkstein. |
| d. dünn-schichtiger bunter dolomitischer Kalkstein. |
| e. Mergel. |
| f. Korrosionsfläche. |
| g. Fe ₂ O ₃ -Oolithen. |
| h. CaCO ₃ -Oolithen. |



Karte der Aufschlüsse des Unter-Ordoviciums in Nord-Virumaa.
(Siehe Text, Seite 32.) Massstab: 1:600.000.



Geologische Karte von Nord-Virumaa.

- | | | |
|--|------------------|---------------------|
| 1. Pakerordi-, Paldiski- und Kunda-Stufe | } Aseri-Stufe | } Unter-Ordovicium. |
| 2. Oolithen-Zone | | |
| 3. Echinospaerites-Zone | } Tallinna-Stufe | |
| 4. Baukalkstein-Zone | | |
| 5. Caryocystites-Zone | | |
- Die älteren und jüngeren Formationen sind auf der Karte weiss ausgespart.
Massstab: 1 : 600.000.