



# EESTI LOODUSTEADUSE ARHIIV

VÄLJA ANTUD LOODUSUURIJATE SELTSI POOLT  
TARTU ÜLIKOOLI JUURES

---

## ACTA AD RES NATURAE ESTONICAE PERSCRUTANDAS

EDITA A SOCIETATE REBUS NATURAE INVESTIGANDIS IN UNIVERSITATE  
TARTUENSI CONSTITUTA

---

I SER.: GEOLOGICA, CHEMICA ET PHYSICA

VOL. XI, FASC. 1/2

---

### *QUARTÄRGEOLOGISCHE KARTE DER HALBINSEL SÖRVE (SAAREMAA, ESTLAND)*

*VON K. ORVIKU*

---

### *ÜBER DAS PANDERSCHE ORGAN BEI DEN ASAPHIDEN DES OSTBALTISCHEN ORDOVICIUMS*

*VON P. SIEGFRIED*

---

TARTU 1936

TARTU ÜLIKOOLI JUURES OLEVA LOODUSUURIJATE SELTSI KIRJASTUS  
PUBLISHED BY THE NATURALISTS SOCIETY OF TARTU UNIVERSITY

EESTI LOODUSTEADUSE ARHIIV

I SEERIA XI. KÖIDE 1 VIHK

ARCHIV FÜR DIE NATURKUNDE ESTLANDS I SERIE, XI BAND, 1 LIEF.

---

---

QUARTÄRGEOLOGISCHE KARTE  
DER HALBINSEL SÖRVE  
(SAAREMAA, ESTLAND)

VON

K. ORVIKU

---

TARTU 1935



K. Mattieseni trükikoda o.-ü., Tartu 1935.

# Quartärgeologische Karte der Halbinsel Sõrve (Saaremaa, Estland)

## Einleitung.

In der vorliegenden Arbeit sind die quartärgeologischen Untersuchungen wiedergegeben, welche vom Verfasser im Sommer 1927, hauptsächlich aber 1929 auf der Halbinsel Sõrve (Saaremaa) durchgeführt wurden. Die Feldarbeiten wurden von Seiten der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Tartu geldlich unterstützt, wofür hier der grösste Dank ausgesprochen sei.

Die Aufgabe der Feldarbeiten bestand in der Herstellung einer quartärgeologischen Spezialkarte der Halbinsel. Da in Estland eine geologische Spezialkartierung bisher fehlt, waren bei der betreffenden Kartierung einige Schwierigkeiten zu überwinden. Als Grundlage für die Kartierung dienten die topographischen Karten im Massstabe 1:25000. Der Charakter der Quartärablagerungen wurde an Hand schon vorhandener Aufschlüsse und mittelst des Spatens durchgeführter Grabungen festgestellt, wobei in den meisten Fällen befriedigende Resultate erzielt wurden. Die Beobachtungen erstreckten sich auf über 600 Punkte innerhalb eines Areals von ca 150 km<sup>2</sup>. Die geologische Originalkarte wurde im Massstabe von 1:25000 gezeichnet, die hier angeführte Karte stellt eine Verkleinerung derselben dar. Kartiert wurde die ganze Halbinsel bis zum Salme-Fluss, aus technischen Gründen wird hier aber nur der typische, allerdings zugleich auch der grösste Teil der Halbinsel beschrieben. Die ausführlichere geologische Beschreibung der Halbinsel ist schon im Jahre 1934 (Orviku 1934<sup>a</sup>, 1934<sup>b</sup>) erschienen, während die vorliegende Arbeit dagegen eine Zusammenfassung des faktischen Materials darstellt.

Die Fertigstellung und der Druck der Karte wurden von Seiten der Naturforscher-Gesellschaft, des Geologischen Instituts der Univ. Tartu und der Gesellschaft „Eesti Kirjanduse Selts“ geldlich unterstützt. Die Abbildungen auf den Tafeln stellen Aufnahmen des Verfassers dar. Ein Teil der Abbildungen (1, 2, 8, 11, 12, 13, 14, 15) und Textfiguren (1, 2, 3, 4, 6) sind schon früher (Orviku 1934<sup>a</sup>) veröffentlicht worden und die betreffenden Klischees wurden von der Gesellschaft „Eesti Kirjanduse Selts“ freundlichst zur Verfügung gestellt.

## Topographie.

Die Halbinsel Sõrve ist die süd-westlichste Halbinsel von Saaremaa. Ihre absoluten Höhen sind klein. Der höchste Punkt der Halbinsel wird vom höchsten Gipfel der Kargi-Dünen — 36,65 m — gebildet (Fig. 1, E—F). Im allgemeinen ist der nord-östliche Teil der Halbinsel höher — es handelt sich hier um die von der 25,61-m-Isohypse eingeschlossene Zentralerhöhung der Halbinsel. Diese wird beinahe von allen Seiten von Terrassen begrenzt. Seewärts von der Zentralerhöhung findet man Ebenen, deren absolute Höhe im allgemeinen klein ist.

Die grössten relativen Höhen findet man an den die Zentralerhöhung begrenzenden Terrassen — so bei Koltsi 19 m —

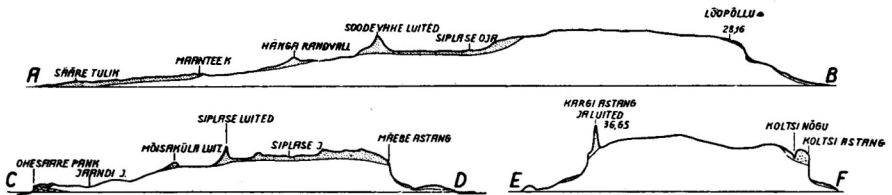


Fig. 1. Profile durch Sõrve in den Richtungen (siehe geologische Karte): A—B — von der Nehrung Sõrve über Lõopõllu bis Rahuste, C—D — vom Ohesaare-Glint bis Mäebe und E—F — von Kaunispä über Kargi und Koltsi bis Mässa. Längenmassstab 1:187500, Höhenmassstab 1:4269. Die punktierten Flächen in den Profilen — Grus- und Sandablagerungen, die weissen Flächen — hauptsächlich Geschiebelehm, quadrierte Fläche — Ohesaare-Kalkstein. Die Profile sind nach der topographischen Karte gezeichnet.

und in den Dünengebieten, wo einzelne Dünengipfel eine relative Höhe von 16 m erreichen — so der Tigadu-Berg in den Ranna-Kaunispä-Dünen. Aus den auf Fig. 1 angeführten topographischen Profilen ersieht man am besten die Verhältnisse der absoluten und relativen Höhen der Halbinsel.

## Untergrund.

Den tieferen Untergrund der Halbinsel bilden die dem Gotlandium angehörenden Ohesaare-Kalksteine (Hoppe 1931, Orviku 1934a), welche nur in Sõrve aufgeschlossen sind. Die Ohesaare-Kalksteine bilden die bis 4 m hohe Ohesaare-Steilküste (Abb. 10), ausserdem findet man sie am Strande bei Loode, von

Pitserenina an, auf einer Strecke von 1,5 km aufgeschlossen (Fig. 3). Einen kleinen Aufschluss der Ohesaare-Kalksteine findet man auch am Strande NW-lich vom Dorfe Tammuna. In den übrigen Teilen von Sörve wird der Untergrund von Quartärablagerungen überdeckt (siehe geol. Karte).

### Quartärablagerungen.

Die Quartärablagerungen von Sörve sind in dieser Arbeit ihrer Entstehungsweise nach eingeteilt worden: vom Landeise abgelagerte Geschiebelehm, erratische Blöcke und Bänderton, und die nach dem Rückzuge des Landeises entstandenen Ablagerungen — blockreicher Grus, Grand-, Grus- und Sandablagerungen, Flugsand, Torf und Quellenkalk.

Geschiebelehm (auf der geol. Karte 1) ist auf grossen Flächen der Ebenen in West-Sörve und der Zentralerhöhung, ebenso an den Gehängen der Terrassen aufgeschlossen. In anderen Gebieten der Halbinsel wird der Geschiebelehm von jüngeren Ablagerungen bedeckt, welche wohl grösstenteils eine geringe Mächtigkeit besitzen. Die in den Aufschlüssen der Terrassengehänge beobachtete Mächtigkeit des Geschiebelehms beträgt 5+ m, vergleicht man aber das Verbreitungsgebiet des Geschiebelehms mit der Topographie der Halbinsel, so kann man die Mächtigkeit des Geschiebelehms wenigstens auf 30 m schätzen. Es sei hier betont, dass die Quartärdecke der Halbinsel hauptsächlich aus dem Geschiebelehm besteht.

Die Zusammensetzung des Geschiebelehms schwankt innerhalb weiter Grenzen. Er besteht auf einigen Stellen beinah aus reinem mergeligem Ton (Karuste), gewöhnlich enthält er aber mehr oder weniger Sand und Grus; gewöhnlich findet man in ihm reichlich erratische Blöcke. Aus dem Geschiebelehm sind durch die Tätigkeit des Meeres viele jüngere Ablagerungen entstanden. Den besten Aufschluss des Geschiebelehms bildet die Terrasse von Möntu (A III, Abb. 13).

Erratische Blöcke sind in Sörve klein: ihr Durchmesser überschreitet nur selten die Grösse von 1 m. Am häufigsten sieht man sie in West-Sörve, wo die den Geschiebelehm bedeckenden Ablagerungen nur in geringer Mächtigkeit entwickelt sind. Hier sind die Blöcke an einigen Stellen dicht aneinander gepackt (Abb. 4). Die Häufigkeit der erratischen Blöcke in West-Sörve ist einerseits

dadurch bedingt, dass sie aus dem Geschiebelehm vom Meere ausgewaschen worden sind, teils sind sie aber auch vom Treibeis zusammengeschoben worden. Die wichtigste Rolle bei der ungleichmässigen Verteilung der Blöcke wird wohl dem Landeise zugesprochen werden müssen, welches nach West-Sörve blockreicheren Geschiebelehm transportiert hat als nach Ost-Sörve, wo nur wenige erratische Blöcke zu finden sind.

Blockreicher Grus (2) ist aus dem Geschiebelehm in der Weise entstanden, dass aus dem letzteren durch die Tätigkeit des Meeres alle feineren Bestandteile — Ton und Sand — ausgespült worden sind. Blockreicher Grus bedeckt nur in geringer Mächtigkeit — 0,1 — 0,2 m — den Geschiebelehm und seine Verbreitung ist mit derjenigen des Geschiebelehms eng verbunden; man findet ihn hauptsächlich auf den Ebenen in West-Sörve, gewöhnlich an den Gehängen der dort auftretenden flachen Schwellen.

Bänderton (4) findet man als einen plastischen violett-grauen, schlecht gebänderten Ton nur in einzelnen kleinen Tongruben am Strande von Ost-Sörve, wo er sich wenig (höchstens 1,5 m) über die Meeresoberfläche erhebt (beim Dorfe Vintri). In West-Sörve kennt man nur einen Aufschluss der Bändertone — am Süd-West-Ende der Türju-Strandwälle.

Sand, welcher im strandnahen Flachmeere abgesetzt worden ist, bedeckt grösstenteils die Ebenen von Ost-Sörve. Es handelt sich hier um mehr oder weniger feinen Sand, teils auch um feinen Grus. Der Sand ist gewöhnlich geschichtet und enthält auf einigen Stellen Subfossilien (13). Seine Mächtigkeit beträgt gewöhnlich ca 0,5 m, in seltenen Fällen ist sie grösser — so z. B. steigt sie im Magistralgraben bei Siplase auf 2 m. Unter dem Sande findet man blockreichen Grus und Geschiebelehm.

Grus ist in unmittelbarer Nähe der Meeressande abgelagert worden und deshalb ist er von letzteren schwer zu trennen. Nur da, wo man ihn in Form von Strandwällen angehäuft findet, sind die Grusablagerungen auf der Karte eingetragen worden.

Aus praktischen Gründen wurden bei der Kartierung alle Sand- und Grusablagerungen in ältere und jüngere eingeteilt. Zu den älteren Sand- und Grusablagerungen (5) wurden diejenigen gezählt, welche über der *Ancylus*-Strandfläche liegen. Sie sind an der Oberfläche bis zu einer Tiefe von 0,5 m stark verwittert, durch Fe-Verbindungen gelblich-braun gefärbt, leicht zementiert und enthalten Ton. Tiefer fehlen grösstenteils diese Eigenschaften. Der

Grus besteht aus Kalksteingeröll. Die besten Aufschlüsse dieser Sand- und Grusablagerungen befinden sich in den Kiesgruben (12) bei Lõpõllu, Kargi, Mäebe (Abb. 6) und Viieristi. Wie aus der Karte zu ersehen ist, findet man die älteren Sand- und Grusablagerungen auf der Randzone der Zentralerhöhung, wo ihre Mächtigkeit bis zu 12 m beträgt.

Alle Sand- und Grusablagerungen unter der *Ancylus*-Strandfläche sind auf der Karte als jüngere eingetragen worden (4). Bei diesen fehlen die Verwitterungserscheinungen, sonst aber besteht der Grus ebenfalls aus Kalksteingeröll. Die Mächtigkeit der jüngeren Sand- und Grusablagerungen ist geringer — nicht mehr als 4 m.

Aus der Karte ersieht man, dass die Meeressande und Grusablagerungen hauptsächlich in Ost-Sörve verbreitet sind.

Flugsand (6) ist durch seine Feinkörnigkeit und helle Farbe gut zu erkennen. Mit einigen kleinen Ausnahmen findet man ihn hauptsächlich in West-Sörve zu Dünen und Flugsandfeldern angehäuft. Die Mächtigkeit des Flugsandes entspricht der relativen Höhe der Dünen, auf den Flugsandfeldern ist sie gering.

Grand (3) findet man in Sörve nur spärlich — in den Strandwallgebieten von Ohesaare und Loode. Er besteht aus kantigem Geröll, das von den daselbst aufgeschlossenen Kalksteinen losgebröckelt ist.

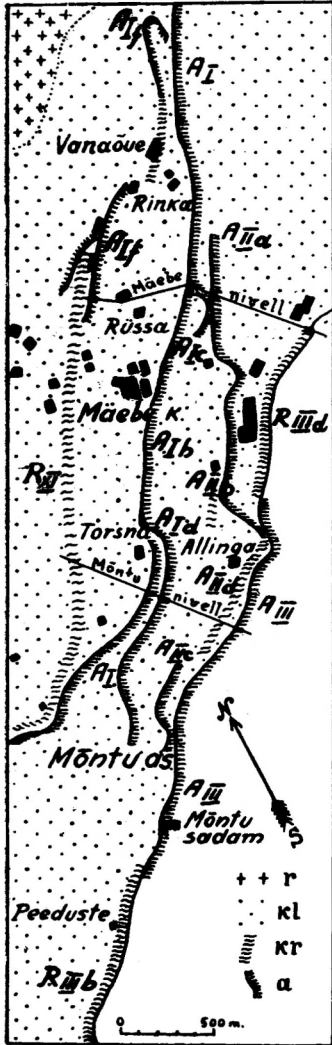
Torf (7) tritt in grösserer Menge nur im Siplase-Moore auf, in kleiner Mächtigkeit auch in West-Sörve in einigen flachen Wannen zwischen Strandablagerungen, in Ost-Sörve auch auf den Gehängen der Terrassen und auf den Terrassenstufen. In Ost-Sörve findet man an einigen Stellen auch Quellenkalk.

### Oberflächenformen.

Als morphologische Grossformen der Halbinsel kann man die schon vorher genannte Zentralerhöhung und die von dieser bis zum heutigen Strande reichenden, durch geringe absolute Höhe charakterisierten Ebenen bezeichnen. Auf diesen Grossformen sind die Kleinformen als Rücken und Schwellen, genetisch als Dünen und Strandwälle, ausgebildet. Unter den morphologischen Kleinformen sind die Terrassen (auf der Karte mit A bezeichnet), welche die Zentralerhöhung beinah von allen Seiten begrenzen, besonders charakteristisch. Sie sind auf der Ost- und Nord-West-

Seite der Zentralerhöhung am besten ausgebildet, auf der Süd-West-Seite der Zentralerhöhung und nordwestlich vom See Koltsi treten sie weniger hervor und sind teils durch jüngere Ablagerungen zugeschüttet.

Die grösste und mannigfaltigste Terrasse in Sörve ist diejenige von Ost-Sörve (A I) (Fig. 2). Sie beginnt im Nord-Osten im Dorfe Vintri bei dem Triangulationspunkt 19,84 m und erstreckt sich bis Hänga, wo sie sich mit den Strandwällen von Laadla-



Hänga vereinigt. Die absolute Höhe des Terrassenfusses schwankt beträchtlich: sie erreicht grösstenteils 12—13 m, im NO-Flügel nur 8 m, bei Mõntu aber 16 m. Auch die relativen Höhen der Terrasse sind verschieden: im NO-Flügel ist die Terrasse höher — 10 m und mehr, am höchsten ist sie mit 19 m bei den Viieristi Dünen. SW-lich von Mäebe erreicht sie nur eine Höhe bis zu 5—6 m (Abb. 1). Das Gehänge der Terrasse hat eine Böschung von  $10^{\circ}$ — $40^{\circ}$ . Es ist für die Terrasse von Ost-Sörve charakteristisch, dass die Böschung im oberen Teile des Gehänges grösser —  $30^{\circ}$ — $40^{\circ}$ , im unteren Teile dagegen geringer —  $10^{\circ}$ — $20^{\circ}$  (Abb. 2) ist. Diese Verschiedenheit der Gehängeböschung wird durch die Art der Ab-

Fig. 2. Das Gebiet der Terrassen in Ost-Sörve zwischen Mäebe und Mõntu. A I—Terrasse von Ost-Sörve mit Nebenterrasse c — Rüssa, d — Torsna, f — Mäebe. A II Terrasse von Mäebē a — nördlich von Mäebe, b — südlich von Mäebe, c — bei Mõntu, d — bei Allinga; A III Terrasse von Mõntu; R III d — NO-Zweig der Strandwälle von Ost-Sörve; R XI Strandwälle von Mäebe. Zeichenerklärung: r — Geschiebelehm, kl — Grus- und Sandablagerungen, kr — Grusstrandwälle, a — Terrassen.

lagerungen bedingt, in welchen die Terrasse ausgewaschen wurde (siehe unten). Die Dachebene der Terrasse ist gewöhnlich flach, in der Richtung der Gehänge etwas geneigt. Nur an einigen Stellen der Dachebene findet man Dünen (Viieristi), Strandwälle (Koltsi, Mässa) und kleinere Terrassen — Mäebe (A I f) und Mässa (A I g). Die Ebene am Fusse der Terrasse ist ebenfalls flach und zeigt eine geringe Neigung. Nur an einigen Stellen stösst man vor der Terrasse auf niedrige Sand- und Grandaufschüttungen (Hänga).

An einigen Stellen zerfällt die Terrasse von Ost-Sörve in Unterstufen: südlich von Koltsi (A I a) und bei Mässa (A I b) ist sie zweistufig, bei Rüssa (A I c) sieht man auf einer kurzen Strecke anstatt einer Terrasse drei, verschieden hoch liegende Stufen. Bei Torsna (A I d) teilt sie sich in zwei Terrassen auf, von denen die untere bei Mõntu verschwindet. Bei Hänga (A I e) ist die Terrasse wieder dreiteilig; der untere Teil geht in die Strandwälle von Laadla-Hänga über, der mittlere Teil wird von Hänga-Sanden bedeckt, erscheint aber nochmals süd-östlich vom Dorfe Iide, der höhere Teil geht in die Hänga-Dünen über.

Die Mäebe-Terrasse (A II) beginnt nord-östlich vom Dorfe Mäebe (A II a) (Abb. 3), teilt sich süd-östlich von Mäebe (A. II. b), wobei der höhere Teil bald in einen Strandwall übergeht, jedoch beim Gute Mõntu nochmals erscheint. Der niedrigere Teil der Mäebe-Terrasse erreicht bei Allinga den Strand und vereinigt sich hier teils mit der Mõntu-Terrasse, teils kann man aber die Strandwälle auf der Dachfläche der Mõntu-Terrasse (A II d) als seine Fortsetzung ansehen. Die Mäebe-Terrasse hat durchschnittlich eine relative Höhe von 4 m.

Die Mõntu-Terrasse (Abb. 13) begrenzt eigentlich nicht mehr die Zentralerhöhung, sondern bildet den heutigen Strand in Ost-Sörve zwischen Allinga und Peeduste. Auch diese Terrasse ist niedrig, die grösste Höhe erreicht sie mit 4 m beim Gute Mõntu. Zwischen ihr und der Strandlinie liegt eine schmale, schwach geneigte, von Sand und Grus bedeckte Strandfläche. Da die Abrasion bei Sturm und Hochwasser auch heutzutage weiter wirkt, stellt die Terrasse teilweise eine Steilwand dar, an welcher die sie bildenden Ablagerungen gut aufgeschlossen sind. Gewöhnlich ist aber das Gehänge der Terrasse flacher und wie bei der Terrasse von Ost-Sörve zweiteilig: die obere Hälfte ist steiler, die untere

flacher. Die Ursache der Böschungsverschiedenheit des Gehänges liegt in der verschiedenen Beschaffenheit des die Terrasse bildenden Untergrundes: der obere Teil der Terrasse ist aus wasser-durchlässigen Sand- und Grandschichten aufgebaut, welche eine Böschung von  $35^{\circ}$  bilden. Der untere Teil der Terrasse besteht dagegen aus praktisch wasserundurchlässigem Geschiebelehm, welcher ein Gehänge von  $25^{\circ}$  und weniger bildet. Da die Grenzfläche zwischen Kiesablagerungen und Geschiebelehm eine Sammelfläche des Grundwassers darstellt, tritt dieses in Form kleinerer oder grösserer Quellen an den Terrassenhängen aus. Aus diesem Grunde ist die aus Geschiebelehm bestehende Terrassenhälfte gewöhnlich feucht, ja sogar nass, was seinerseits die Ausbildung der Vegetation und auch der Sedimente beeinflusst; so findet man an vielen Stellen der Gehänge unterhalb des Quellenniveaus Kalksinter und Torf. Dadurch kann man bei einiger Erfahrung auf Grund des Quellenniveaus der Terrassenhänge den Charakter der Quartärablagerungen in den Terrassen von Sörve meist feststellen.

Es ergibt sich, dass beinahe alle Terrassen von Sörve hauptsächlich in Geschiebelehm abradiert worden sind, die geschichteten Sand- und Grandablagerungen spielen in ihrem Aufbau eine kleine Rolle. Die Mächtigkeit der geschichteten Ablagerungen ist dabei sehr verschieden — so besteht die Terrasse von Ost-Sörve zwischen Mõntu und Hänga nur aus Geschiebelehm (Abb. 1), am Nord-Flügel dagegen bildet letzterer nur die untersten 2—3 m der Terrasse (siehe auch Fig. 1).

Die Entstehungsweise und der Aufbau der Terrassen in Nord-West-Sörve gleichen im allgemeinen denjenigen in Ost-Sörve. Man kann hier folgende Terrassen unterscheiden: Kargi (A IV), Kaunispä (A V), Ranna-Kaunispä (A VI), untere Lõopõllu (A VII) und obere Lõopõllu (A VIII). Die letztgenannte Terrasse ist von Ugatse bis Lõopõllu zweistufig, man muss also ihre Bildung als metachron ansehen.

Die grössten Strandwallgebiete der Halbinsel — Loode (R I), Ohesaare (R II), Türju-Hänga resp. Süd-West-Sörve (R IV) und Mõntu-Sääre resp. Ost-Sörve (R III) bilden ein beinahe ununterbrochenes Strandwallsystem. Ausserdem befinden sich Strandwälle bei Vintri (R V), am West- (R VI, VII, VIII) und Ostabhänge (R IX, X, XI) der Zentralerhöhung (siehe geol. Karte). Kleine Strandwallgebiete und einzelne Strandwälle findet man auch an einigen anderen Stellen.

Sehr typisch und schön sind die Strandwälle im Strandwallgebiete von Loo de (R I) ausgebildet (Fig. 3). Dieses Gebiet reicht noch bis zum heutigen Strande und seine absolute Höhe beträgt nur 2—3 m. Die Strandwälle bestehen aus feinerem oder gröberem Kalksteingrand. Letzterer wird von den Sturmwellen aus dem am Strande anstehenden und aufgeschlossenen Kalkstein losgebrochen und aufgeschüttet. Man kann noch sehr gut die einzelnen Kämmе der alten Aufschüttungswälle verfolgen und nach ihrer Richtung die frühere Aufschüttungsrichtung feststellen. Die Strandwälle entbehren grösstenteils jeglicher Vegetation (Abb. 5). Ihr Untergrund wird teils vom Kalkstein, grösstenteils aber vom Geschiebelehm gebildet. Der Strand am Strandwallgebiet von Loo de ist als Grandstrandwall-Strand ausgebildet (Abb. 11); hier findet teilweise auch jetzt noch die Aufschüttung der Strandwälle statt, teilweise werden aber die alten Strandwälle von den Wellen angegriffen.

Das Strandwallgebiet von Ohesaare ist dem eben beschriebenen Gebiet sehr ähnlich (R II). Auch hier bestehen die einzelnen Wälle aus dem Kalksteingrand, sind nur spärlich mit Vegetation bedeckt und erreichen den jetzigen Strand, wo sie teils einen Grandstrandwall-Strand bilden, teils aber dem Glintstrande — dem Ohesaare-Pank (Abb. 10) — Platz machen. Die Entstehung der Strandwälle ist auch hier durch die Aufschüttung des vom anstehenden Kalkstein losgebrochenen Grandes bedingt. Der Grand häuft sich teils auf dem treppenförmig vom Strande aus ansteigenden

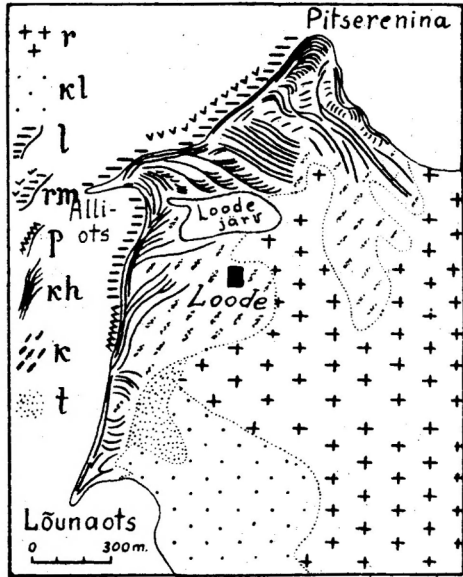


Fig. 3. Das Gebiet der Strandwälle bei Loo de in West-Sörve (R I). Zeichen-erklärung: r — Geschiebelehm, kl — Grus- und Sandablagerungen, l — Aufschluss der Kalksteine am Strande, rm — die alten Strandwälle werden zerstört, p — Glint, kh, k — Grand-Strandwälle, t — Flugsand.

**Kalksteinuntergrund**, grösstenteils aber auf der Geschiebelehmeebenen an, die sich an den mehr peripher gelegenen Teilen der Flügel des Glintes ausbreitet. Bei diesen Strandwällen kann man sehr schön verfolgen, wie das Aufbaumaterial der Wälle in der Richtung zur Peripherie hin immer feiner wird, so bestehen die Strandwälle bei Türju (R II c) und Jämaja (R II b) aus Grus und gehen endlich in Sandfelder über.

Das Strandwallgebiet von Ost-Sörve (R III), welches südlich vom Dorfe Sääre die Nehrung von Sääre bildet (R III a), teilt sich nördlich vom Dorfe in einen westlichen — Maantee- (R III b) und einen östlichen — Läbara- (R III b)-Zweig. Hier trifft man flache niedrige Strandwälle, welche hauptsächlich aus feinem Grus und Sand bestehen. Der Strand im Bereiche des Strandwallgebietes ist als Grusstrandwall-Strand ausgebildet. An einigen Stellen werden durch die Strandwälle kleinere Lagunen vom Meere abgetrennt. Zu diesem Gebiete sind auch die Strandwälle bei Allinga (R III d.) gezählt worden.

Das Strandwallgebiet von West-Sörve (R IV) besteht aus den Strandwällen von Türju (R IV a), Torgu-Iide (R IV b), Laadla-Läbara (R IV c) und Lülle-Hänga (R IV d). Charakteristisch ist hier, dass die Strandwälle die aus Geschiebelehm bestehenden Schwellen und Rücken bedecken; besonders gut sieht man das in dem nord-westlichen Teile des Gebietes. Augenscheinlich hat man es hier mit Endmoränenwällen zu tun, welche später von der Meeresbrandung angegriffen wurden, wobei das gröbere Material zu Strandwällen angehäuft, das feinere Material aber weiter transportiert wurde.

Die an den Rändern der Zentralerhöhung liegenden älteren Sand- und Grusablagerungen muss man auch als Strandwallbildungen ansehen; dazu gehören die Strandwälle von Vintri (R V), Soodevahe (R VI), Kargi (R VII), Lööpöllu (R VIII), Koltsi (R IX), Viieristi (R X) und Mäebe-Hänga (R XI). Der morphologische Charakter dieser Strandwälle ist nicht immer deutlich genug ausgeprägt. Es ist möglich, dass die in diesen Strandwallgebieten vorhandenen Sand- und Grusablagerungen an Stellen, wo sie eine beträchtliche Mächtigkeit besitzen — bei Viieristi — teils glazifluvialen Ursprunges sind.

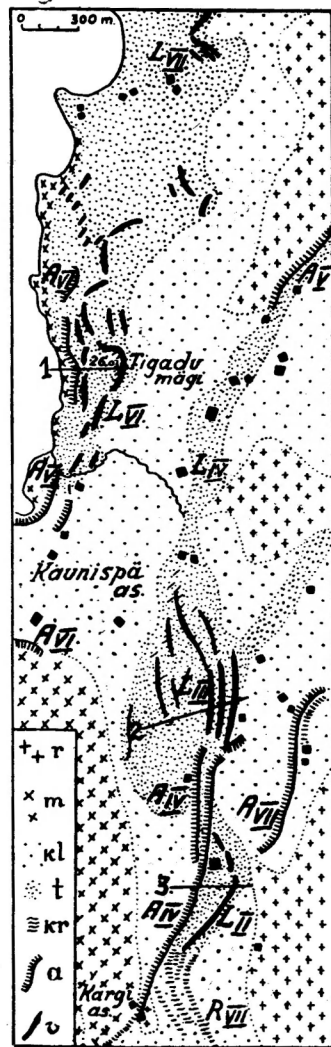
Flugsandgebiete (L) als Dünen und Sandfelder ausgebildet, findet man in Sörve hauptsächlich an der West-Front der Zentralerhöhung, wo man folgende Flugsandgebiete zu unter-

scheiden hat: Dünen und Sandfeld von Hänga (L IX), Dünen von Siplase (L VIII), Mõisaküla (L I) und Kargi (L II), Dünen (L III) und Sandfeld (L IV) von Kaunispä, die Dünen von Ranna-Kaunispä (L VI) und das Sandfeld von Rahuste (L VII). Im Nord-Osten der Halbinsel liegen die Dünen von Viieristi (L X), ausserdem noch kleinere Sandfelder in Kaavi (L XIII), Karuste (L XII), Türju (L XI) und Ula (L V).

Alle Dünen der Halbinsel haben viele gemeinsame Eigenschaften. Es sind Stranddünen, welche am besten in ihren zentralen Teilen ausgebildet sind, so die Mõisaküla-Dünen zwischen dem Bach Siplase und dem Gesinde Karu (L I b), die Kargi-Dünen bei dem Triangulationspunkt 36,27 m, die Kaunispä-Dünen nördlich vom Bach Kaunispä, die Ranna-Kaunispä-Dünen bei Tornimägi. In der Richtung von diesen zentralen Teilen zu den peripheren Enden der Dünenketten werden die Dünen immer niedriger und gehen endlich in Strandwälle oder Sandfelder über. Alle Dünen sind auf

Fig. 4. Das Gebiet der Dünen, Strandwälle und Terrassen in West-Sörve zwischen Kargi und Rahuste.

A IV — Terrasse von Kargi, A V — Terrasse von Kaunispä, A VI — Terrasse von Ranna-Kaunispä, A VII — Terrasse von Lõopõllu (obere), R VII — Strandwälle von Kargi, L II — Dünen von Kargi, L III — Dünen von Kaunispä, L VI — Dünen von Ranna-Kaunispä, L IV — Sandgebiet von Kaunispä, L VII — Sandgebiet von Rahuste. Zeichenklärung: r — Geschiebelehm, m — blockreicher Grus, kl — Grus- und Sandablagerungen, t — Flugsand, kr — Grusstrandwälle, a — Terrassen, v — Dünenwälle. Die geraden Linien geben die Richtung der Nivellierungen an: 1 — Ranna-Kaunispä, 2 — Kaunispä, 3 — Kargi, (siehe Fig. 6).



den mit Meeressand bedeckten Ebenen aufgeschüttet worden, letztere sind teils von Dünen eingedämmte Lagunen gewesen (östlich der Mõisaküla- und Siplase-Dünen). Bei den Kargi-Dünen sieht man, dass der älteste Dünenwall auf eine 7 m hohe Terrasse gewandert ist und diese zugeschüttet hat. Die Dünengebiete sind nur einige hundert Meter breit, langgestreckt und bestehen aus 2—3 Dünenwällen, denen im allgemeinen die Richtung NNO — SSO (Mõisaküla) oder Nord-Süd (Kaunispä, Ranna-Kaunispä) eigen ist. Die Bewegungsrichtung der Dünen zeigt in West-Sörve nach ONO (Abb. 7). Da die Einzeldünen die Hauptrichtung der Dünenwälle unter scharfem Winkel schneiden, so bilden die Kämme der Dünenwälle eine Zickzack-Linie. Die Höhe der Dünen, beträgt gewöhnlich 6—8 m, die höchste Düne ist der s. g. Tornimägi in den Ranna-Kaunispä-Dünen mit 16 m. Auf der Luvseite sind die Dünen auf einigen Stellen von der Meeressbrandung unterminiert worden, so die Mõisaküla-, Kargi- und Ranna-Kaunispä-Dünen. Bei den letztgenannten ist die nach der Entstehung der Dünen abradierte Terrasse von heruntergerutschtem Sande teils zugeschüttet worden, wodurch eine viel beträchtlichere relative Höhe der Dünen vorgetäuscht wird. Alle Dünen sind tote Dünen. Nur auf kleinen Flächen ist der Flugsand sekundär, gewöhnlich unter Einwirkung des Menschen, in Bewegung geraten. Dabei entstehen die Kupsten und es werden neue kleine Sandhügel aufgeschüttet. Besonders interessant sind die Zaun-Dünen, welche dadurch entstehen, dass die Zäune den Flugsand aufhalten. Die Entstehungszeit der Dünen ist sehr verschieden, wobei die einzelnen Dünenwälle in einem Dünengebiete zu verschiedenen Zeiten aufgeschüttet worden sind.

Etwas abweichend sind die Vieristi-Dünen (L X) in NO-Sörve ausgebildet. Diese sind von NW-Winden aufgeschüttet worden und haben den Koltsi-See aufgedämmt. Die Dünen sind hier bis 9 m hoch. Im nord-östlichen Teile des Dünengebietes am Rande der Ost-Sörve-Terrasse findet man einige Dünen, die von Ost- und Süd-Ost-Winden aufgeschüttet worden, und demgemäss den anderen Dünen dieses Gebietes gegenüber beinahe in entgegengesetzter Richtung gewandert sind (vergl. Orviku, 1933). Auch die Viie-risti-Dünen sind metachrone Bildungen.

Die Sandfelder haben sich in verschiedener Weise gestaltet. Gewöhnlich sind es periphere Teile der Dünenwälle, die sich in den Sandfeldern verlaufen (Rahuste, Kaunispä), teils sind

es periphere Teile der Strandwälle (Türju), oder in flachem strandnahem Meere entstandene ehemalige Sandbänke (Karuste, Kaavi, Ula). Auch die gegenwärtige Ausbildung der Sandfelder ist verschieden. Gewöhnlich sind es mit dürftiger Sandvegetation und Wacholderbüschen bedeckte ebene Flächen, auf welchen der Flugsand stellenweise sekundär in Bewegung geraten ist und zu niedrigen, flachen Sandhügeln ohne bestimmte Richtung aufgeschüttet wird (Abb. 8). Die Mächtigkeit des Sandes auf den Sandfeldern ist gering und oft liegt auf den Aufblasungsflächen der Meeressand und -Grus aufgeschlossen.

Die Terrassen, Strandwälle und Dünen nehmen nur einen Teil der Halbinsel ein; zwischen ihnen findet man grosse, sehr flache Ebenen, von welchen die folgenden zu den grössten gehören: Suureveere (T I), Jämaja (T II), Rahuste T III), die Zentralerhöhung (T IV), Lööpöllu (T V), Löpe (T VI) und Vintri-Mäebe oder Ost-Sörve (T VII).

Die drei ersten — Suureveere, Jämaja, Rahuste — gehören zusammen; es sind langsam in der Richtung vom Strande ansteigende, schwach wellige Ebenen, auf welchen nur begrenzt flache Schwellen, schmale Strandwälle und niedrige Terrassen zu finden sind. Den Untergrund dieser Ebenen bildet der Geschiebelehm oder der den letzteren deckende blockreiche Grus, teils auch Meeressand. Die erratischen Blöcke sind reichlich vorhanden (Abb. 4). Wenn diese Ebenen bis zum Strande reichen, findet man da, wo Geschiebelehm den Untergrund bildet, den geschiebelehmigen Flachstrand (Abb. 12). Die Grenze zwischen Meer und Land ist sehr zerfetzt, welche Eigenschaft durch das massige Vorkommen der erratischen Blöcke noch markanter wird. Ruhiger ist der Verlauf der Strandlinie da, wo der Untergrund der Ebene mit blockreichem Grus bedeckt ist und die Ebene etwas grössere Neigung zeigt, — es ist der blockreiche grusige Flachstrand; man findet ihn gewöhnlich vor den kleineren Strandakkumulationen. Die beiden genannten Flachstrandtypen sind nur für West-Sörve charakteristisch.

Die Ebene von Ost-Sörve (T VII) (Abb. 9) ist viel flacher und nur selten findet man auf ihr flache Wälle und schmale Streifen mit sichtbarer Neigung, welche stets parallel zum heutigen Strande ziehen — kleine Abrasions- und Akkumulationsformen. Die Ebene ist mit Meeressand bedeckt, dessen Mächtigkeit bis auf 0,5 m steigt. Tiefer findet man wieder den Geschiebelehm. Auch die erratischen

Blöcke fehlen fast vollständig. Dort, wo die Ebene den Strand erreichend ohne Sandbedeckung liegt, ist die Strandlinie recht verzerrt (Abb. 15) — es ist der geschiebelehmgige Flachstrand. An Stellen aber, wo die den Strand erreichende Ebene mit Meeressand bedeckt ist, hat sich der Strand recht geradlinig ausgebildet (Abb. 14) und ist innerhalb eines schmalen Streifens vegetationslos — es ist der sandige Flachstrand. Dieser Strand stellt eigentlich ein Übergangsglied dar zwischen dem Strandwallstrand und dem geschiebelehmgigen Flachstrand in Ost-Sörve.

### Quartärgeologische Geschichte von Sörve.

Auf Grund der vorgelegten Tatsachen kann man über die Geschichte der Halbinsel vorläufig folgendes sagen. Während der Glazialzeit wurde im mittleren Sörve in der Richtung NW-SO Geschiebelehm in beträchtlicher Menge angehäuft und in grossen Zügen die Morphologie der Zentralerhöhung ausgebildet. Es ist anzunehmen, dass der schon abgelagerte Geschiebelehm später bei einem neuen Vorstoss des Eisrandes teilweise umgeformt wurde, wodurch für die Meeresabrasion im NW und O der Zentralerhöhung günstige Bedingungen geschaffen wurden. Zu gleicher Zeit wurden wahrscheinlich in W-Sörve westlich von der Zentralerhöhung die in NO-SW-Richtung verlaufenden marginalen flachen Moränenwälle als Endmoränen aufgeschüttet. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die Zentralerhöhung hauptsächlich aus dem Geschiebelehm resp. aus Moräne besteht (vergl. Hausen 1913a, p. 33—34, 1913b, p. 92). Nachdem der Verfasser den petrographischen Charakter der Zentralerhöhung festgestellt hatte (1929), wurde von A. L u h a (1934, pp. 589, 489, 550, 658) auch für die Zentralerhöhung von Saaremaa festgestellt, dass auch diese grösstenteils aus Geschiebelehm aufgebaut ist, nicht aber aus glazifluvialen Grus- und Sandablagerungen. Ob und in welchem Masse in Sörve glazifluviale Sedimente abgelagert wurden, ist schwer zu entscheiden, weil Sörve nach dem Rückzuge des Inlandeises vollständig vom Baltischen Eisstausee überflutet war und zur Zeit der nächstjüngeren Stadien der Ostsee stark von der Meerestätigkeit angegriffen wurde. Es kann sein, dass die Grus- und Sandablagerungen an den Rändern der Zentralerhöhung teils glazifluviale Bildungen sind.

Über die Meeresoberfläche erhob sich Sörve zur *Ancylus*-Zeit (siehe Fig. 5), vielleicht aber schon zur *Yoldia*-Zeit, und bildete eine kleine Insel (vergl. Ramsay 1929, p. 151). Die

*Ancylus*-Strandbildungen findet man jetzt in Ost-Sörve in einer Höhe von 20—21 m, in West-Sörve in einer Höhe von 23—24 m. Zu dieser Zeit entstanden folgende schon oben genannte Strandbildungen (kursiv sind die Höhen der alten Strandlinien angegeben, welche durch Nivellierung festgestellt worden sind): obere Terrasse von Lööpöllu (23,47—25,61, VI 23,13 resp. 25,05, VI 23,75 resp. 24,21), Dünen von Kargi (23,47—25,61, III 24,27), Strandwälle von Kargi (23,47), Dünen von Siplase (21,34), Terrasse von Siplase (19,20—21,34), Dünen von Hänga (21,34), der obere Teil der Terrasse von Ost-Sörve bei Hänga (21, 34), Terrasse bei Mäebe (19, 20—21, 34, VII 20, 32, V 20, 52), Terrasse bei Mässa (21, 34), Strandwälle bei Viieristi (23, 47), Strandwälle von Koltsi (23, 47). Im Süd-Westen der Insel befanden sich zur *Ancylus*-Zeit einige grosse Lagunen, der jetzige Koltsi-See bildete noch eine offene, kleine Bucht. Zu *Ancylus*-Strandbildungen werden alle Strandbildungen im nord-westlichen Teile der Zentralerhöhung zwischen 23 und 25 m gezählt, doch sieht man dort sehr gut, dass die betreffenden Strandbildungen in zwei Niveaus ausgebildet, also metachron sind. Es ist möglich, dass die betreffenden höheren Strandbildungen schon vor der *Ancylus*-Zeit entstanden sind, — vielleicht sind es Strandbildungen aus der *Yoldia*-Zeit.

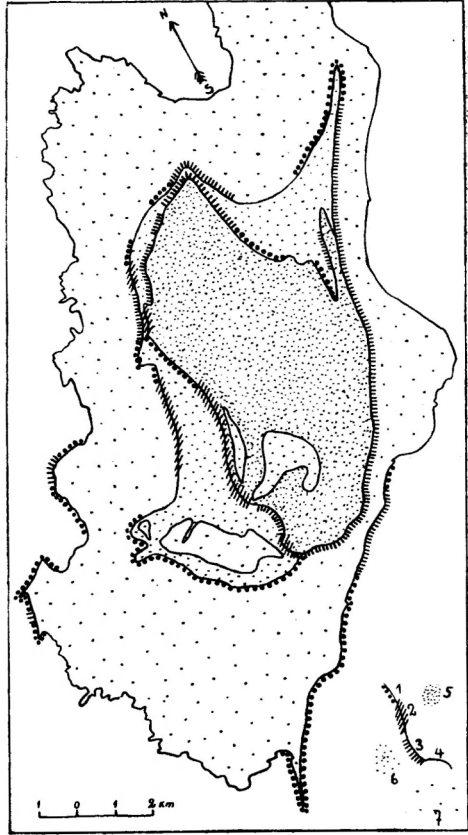


Fig. 5. Die Sörve-Insel zur *Ancylus*-Zeit (5) und zur *Litorina I*-Zeit (6) verglichen mit der heutigen Halbinsel (7) Sörve. Strandtöpen: 1 — Strandwallstrand, 2 — Dünenstrand, 3 — Terrassenstrand, 4 — Flachstrand.

Inwieweit die Insel von Sörve nach der *Ancylus*-Transgression sich über die Meeresoberfläche erhoben hatte, dazu fehlen bisher alle Angaben.

Sehr deutlich sind die Strandbildungen der *Litorina*-Zeit ausgebildet. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die zur *Litorina*-Zeit entstandenen Strandbildungen sich auf zwei Niveaus verteilen. Diejenigen des höheren Niveaus bezeichne ich als *Litorina I*-Strandbildungen, welche vielleicht synchron mit dem L I-Niveau auf der Karelischen Landenge (Hyypä 1932) sind, die niedrigeren bezeichne ich als *Litorina II*-Strandbildungen (= L II nach Hyypä). Die Strandbildungen von L I liegen in Ost-Sörve in einer Höhe von 14 m, in West-Sörve von 15—17 m. Zu dieser Zeit entstanden von der Terrasse von Ost-Sörve: die obere Terrasse bei Koltsi (13—24), die Terrasse südlich von Torsna (14,94, VI 14,64), die Strandwälle von SW-Sörve (14, 94), die Dünen von Mõisaküla (ca. 16), die Terrasse von Kargi (17,07, III 16,76, VII 16,75), die älteren Dünen von Kaunispä (II 15,44) und die Strandwälle auf der Leeseite der letztgenannten Dünen, die untere Terrasse von Lõpõllu (17,07, IV 15,43 resp. 15,90), vielleicht auch teils die auf der Luvseite der Viieristi-Dünen liegenden Strandwälle und Sandfelder.

Weniger markant ausgebildet sind die, im allgemeinen 2—3 m unter der vorigen Strandfläche liegenden Strandbildungen der L II-Zeit, welche in Ost-Sörve 11—12 m, in West-Sörve 13—14 m über dem Meere liegen. Zur L II-Zeit entstand: teilweise die Terrasse von Ost-Sörve (VIII 12,40), der untere Terrassenteil von Torsna (12,80), der untere Teil der Terrasse bei Hänga (12,80), die Terrasse in den Dünen von Mõisaküla (14,94), teilweise die Terrasse von Kargi (14,94, III 14,06, VIII 13,22), die Strandwälle von Vintri (14,94). Auch zur Zeit der *Litorina*-Stadien war Sörve eine Insel (siehe Fig. 5) mit beträchtlichen Lagunen im westlichen Teile derselben.

Auch die nach der *Litorina*-Zeit entstandenen Strandbildungen sind in Sörve auf vielen Stellen gut entwickelt. So findet man eine Serie von Strandbildungen, welche in Ost-Sörve 9—10 m, in West-Sörve 11—12 m über dem heutigen Meeresniveau liegen (= nach Hyypä T I-Niveau auf der Karelischen Landenge). Zu dieser Zeit wurde die Ausbildung der Terrasse von Ost-Sörve beendet, — es entstand: der untere Teil der Terrasse bei Koltsi (8,53), Mäebe (VIII 10,19), die untere Terrasse von Kargi

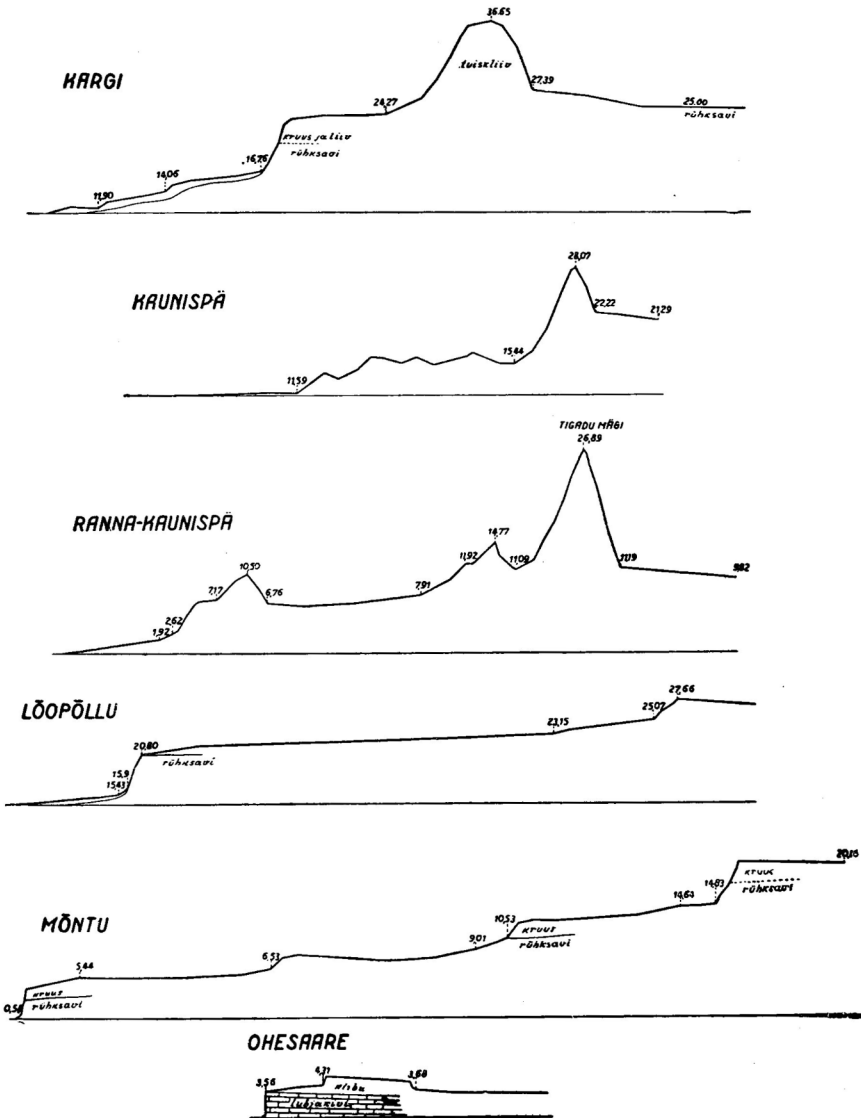


Fig. 6. Einige Nivellierungsprofile aus Sörve.

Längenmasstab 1:5000, Höhenmasstab 1:1000 (siehe Text). Als Anfangspunkte dienten bei den Nivellierungen von Ranna-Kaunispä (I), Möntu (V), Ohesaare (VI), und Mäebe (VIII, fehlt auf der Fig.) die Meeresfläche, bei den Nivellierungen von Kargi (III), N-Kargi (VII, fehlt auf der Fig.) und Kaunispä (II) der Triangulationspunkt 36.27 m, bei der Nivellierung von Lööpöllu der Triangulationspunkt 28.16 m. An den Terrassen ist das Verhältnis von Geschiebelehm (rühksavi) und Grusablagerungen (kruus, liiv) eingetragen.

(III 11,90), die jüngeren Dünen von Kaunispä (II 11,59), die Terrasse von Kaunispä (12,80), die älteren Dünen von Ranna-Kaunispä (I 11,19). Sörve war auch zu dieser Zeit noch Insel, aber zwischen ihr und dem übrigen Saaremaa sind einige kleine Inselchen und Untiefen aufgetaucht (Orviku 1934<sup>b</sup>, p. 381).

Die nächstjüngeren Strandbildungen liegen in Ost-Sörve 5,5—6,5 m, in West-Sörve 7—8 m über dem heutigen Meeresniveau (= nach Hyypä T II-Niveau auf der Karelischen Landenge). Zu dieser Zeit entstanden: ein Teil der Mäebe-Terrasse (6,40, III 6,53, VIII 5,15), ein Teil der Strandwälle von Ost-Sörve (6.40), die jüngeren Dünen von Ranna-Kaunispä (I 7,91, resp. 7,17). Es ist anzunehmen, dass Sörve auch noch zu dieser Zeit eine Insel war.

Ein Teil der Strandbildungen in Sörve liegt noch unterhalb des eben genannten Niveaus, diese sind zu einer Zeit gebildet worden, wo die Meeresoberfläche 4—5 m höher lag als jetzt. Erst zu dieser Zeit oder etwas später entstand die Verbindung mit dem übrigen Saaremaa und von da an ist die ehemalige Insel zur Halbinsel Sörve geworden.

### Angeführte Literatur.

- Hausen, H., 1913<sup>a</sup>: Materialien zur Kenntnis der pleistozänen Bildungen in den Russischen Ostseeländern. Fennia 34.
- Hausen, H., 1913<sup>b</sup>: Über die Entwicklung der Oberflächenformen in den russischen Ostseeländern und angrenzenden Gouvernements in der Quartärzeit. Fennia 34.
- Hoppe, H.-H., 1931: Die Coelolepiden und Acanthodier des Obersilurs der Insel Ösel. Palaeontographica, Bd. LXXVI.
- Hyypä, E., 1932: Die postglazialen Niveaushiftungen auf der Karelischen Landenge. Fennia 56.
- Luhä, A., 1934: Die geomorphologischen Beschreibungen der einzelnen Kirchspiele von Saaremaa in dem Sammelwerk „Saaremaa“, herausgegeben von „Eesti Kirjanduse Selts“, Tartu.
- Orviku, K., 1933: Tuiskliiv, k/ü. Loodus, Tartu.
- 1934<sup>a</sup>: Sörve loodus ja inimene. In dem Sammelwerk „Saaremaa“, herausgegeben von „Eesti Kirjanduse Selts“, Tartu und als Separat mit französischem Resümee abgedruckt in „Tartu Ülikooli Majandus-geograafia Seminari üllitised“ nr. 6.
- 1934<sup>b</sup>: Anseküla pinnaehitus. In dem Sammelwerk „Saaremaa“, herausgegeben von „Eesti Kirjanduse Selts“, Tartu.
- Ramsay, W., 1929: Niveaushiftungen, eisgestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland. Fennia 52.

Abb. 1. Terrasse von Ost-Sörve zwischen Mõntu und Hänga. Besteht nur aus Geschiebelehm.

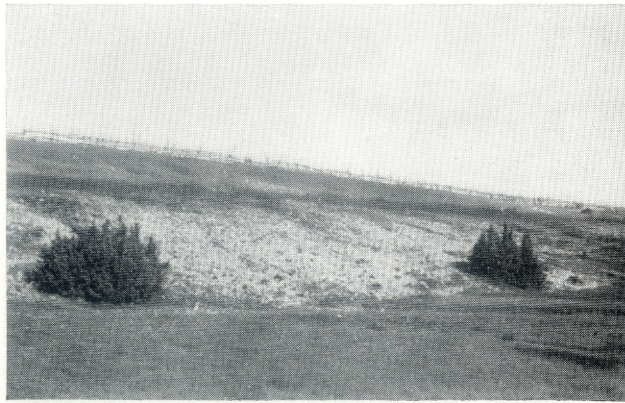


Abb. 2. Terrasse von Ost-Sörve südwestlich von Mäebe. Der obere Teil des Gehänges ist steiler, trocken, mit einer Grasdecke bedeckt, und besteht aus Grusablagerungen. Der untere Teil des Gehänges ist flacher, nass, mit zerrissener Grasdecke und ist aus Geschiebemergel aufgebaut.

Abb. 3. Terrasse von Mäebe nordöstlich vom Dorfe Mäebe. Die Terrasse fängt erst an und ist niedrig und flach.



Taf. II.



Abb. 4. Anhäufung  
d. erratischen Blöcke  
auf der Strandnieder-  
rung bei Looe.

Abb. 5. Die alten  
Grandstrandwälle bei  
Looe.

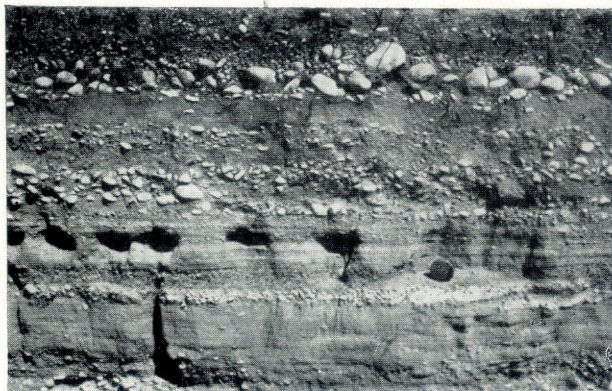


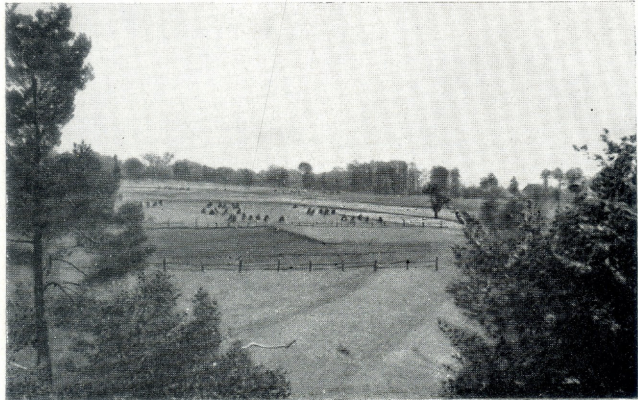
Abb. 6. Geschichteter  
Grus und Sand in der  
Kiesgrube bei Mäbe.

Abb. 7. Die Luvseite der Kaunispä-Dünen. Die Schatten der Bäume geben die vor-malige Bewegungs-richtung der Dünen an.



Abb. 8. Das Sand-gebiet von Kaunispä.

Abb. 9. Die mit Sand bedeckte Ebene von Ost-Sörve zwischen Mõntu und Hänga.



Taf. IV.



Abb. 10. Glintstrand  
bei Ohesaare.

Abb. 11. Grand-  
strandwall-Strand bei  
Loode.



Abb. 12. Geschiebe-  
lehmiger Flachstrand  
(West-Sörve) bei Kau-  
nispä.

Abb. 13. Terrassenstrand bei Mõntu. Nur der obere steile Teil der Terrasse besteht aus Grand- und Sandschichten, der übrige Teil aber aus Geschiebelehm.



Abb. 14. Sandiger Flachstrand bei Kaavi.

Abb. 15. Geschiebelehmiger (Ost-Sörve) Flachstrand bei Kaimri.



# Die quartärgeologische Karte von Sörve.

(K. Orviku 1929.)

## Zeichenerklärung der Hauptkarte.

Die Quartärablagerungen: 1 — Geschiebelehm, 2 — blockreicher Grus, 3 — Kalkstein-Grand, 4 — jüngerer Grus und Sand, 5 — älterer Grus und Sand, 6 — Flugsand, 7 — Torf. Oberflächenformen: 8 — Terrasse, 9 — Strandwälle, 10 — Dünen, 11 — Schwellen. Aufschlüsse: 12 — Kies- und Sandgruben, 13 — Fundstellen der Subfossilien, 14 — Tongrube in den Varven. Strandtypen: *in West-Sörve*: 15 — geschiebelehmiger Flachstrand, 16 — blockreicher grusiger Flachstrand, 17 — Grandstrandwall-Strand, 18 — Glintstrand; *in Ost-Sörve*: 19 — geschiebelehmiger Flachstrand, 20 — sandiger Flachstrand, 9 — Grusstrandwall-Strand, 21 — Terrassenstrand.

## Zeichenerklärung der Deckkarte.

Zur Orientierung sind die Siedelungen, Wege und Felder (punktierte Flächen) eingetragen. Durch die Linien A—B, C—D, E—F sind die Richtungen der in Fig. 1 abgebildeten Profile angegeben. Die durch Linien begrenzten Areale 1, 2, 3 sind auf Fig. 4, 3, 2 als Detailkarten wiedergegeben: 1 — Das Gebiet der Dünen, Strandwälle und Terrassen zwischen Kargi und Rahuste, 2 — Das Gebiet der Terrassen zwischen Mäbe und Mõntu, 3 — Das Gebiet der Strandwälle bei Loode. Die schräggestrichelten Zonen — die Grenzen der Areale der Terrassen (T), der Strandwälle (R), des Flugsandes (L) und der Ebenen (E).

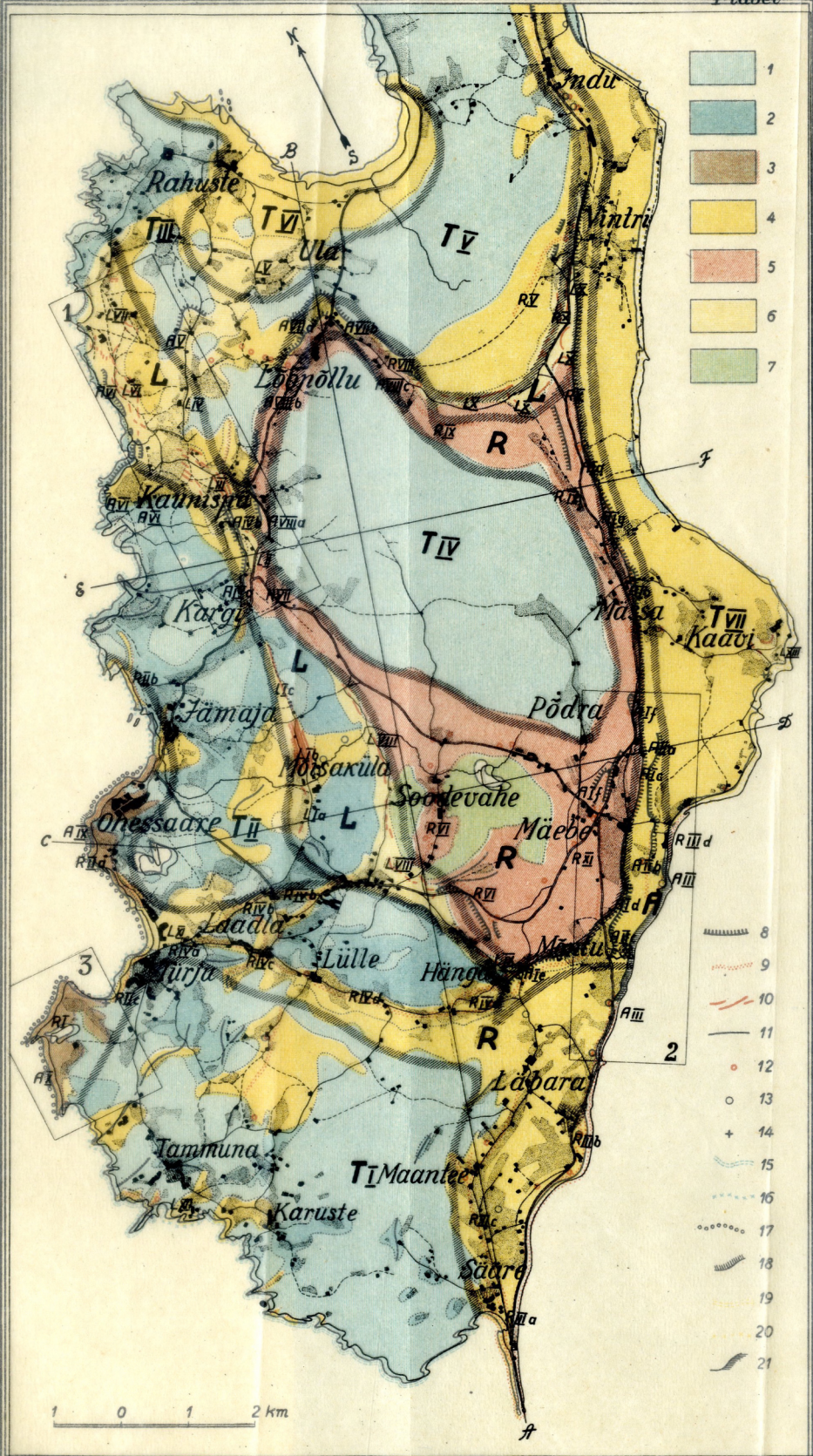
## Die Oberflächenformen.

Terrassen: (A) *in West-Sörve*: A V — Kaunispä, A VI — Ranna-Kaunispä, A IX — Ohesaare, A X — Loode; *in Ost-Sörve*: A I — Terrasse von Ost-Sörve mit Nebenterrassen: a — Koltsi, b — untere Mässa, c — Rüssa, d — Torsna, e — Hänga, f — Mäbe, g — obere Mässa, A II — Mäbe, A III — Mõntu, A IV — Kargi, A VII — untere Lõopõllu, A VIII — obere Lõopõllu.

Strandwallgebiete (R): *in West-Sörve*: R I — Loode, R II — Ohesaare (a) mit Jämaja (b) und Türju (c), R III — SW-Sörve, R VI — Soodevahe, R VIII — Kargi; *in Ost-Sörve*: R III — Ost-Sörve, R V — Vintri-Lõopõllu, R VIII — Lõopõllu, R IX — Koltsi, R X — Viieristi, R XI — Mäbe.

Gebiete des Flugsandes (L): *in West-Sörve*: L I — Dünen von Mõisaküla, L II Dünen von Kargi, L III — Dünen von Kaunispä, L IV — Sandfläche von Kaunispä, L VI — Dünen von Ranna-Kaunispä, L VII Sandfläche von Rahuste, L VIII — Dünen von Siplase, L IX — Dünen von Hänga, LXI — Sandfläche von Türju, L XII — Sandfläche von Karuste; *in Ost-Sörve*: L V — Sandfläche von Ula, L X — Dünen von Viieristi, L XIII — Sandfläche von Kaavi.

Ebenen (E): *in West-Sörve*: E I — Suureveere, E II — Jämaja, E III — Rahuste, E V — Lõopõllu; *in Ost-Sörve*: E IV — die Zentralerhöhung, E VI — Lõpe, E VII — Ost-Sörve.



[Light Blue Box]	1
[Medium Blue Box]	2
[Brown Box]	3
[Yellow Box]	4
[Pink Box]	5
[Light Yellow Box]	6
[Light Green Box]	7

[Dashed Line]	8
[Dotted Line]	9
[Red Line]	10
[Solid Line]	11
[Red Circle]	12
[Black Circle]	13
[Black Cross]	14
[Blue Wavy Line]	15
[Dotted Blue Wavy Line]	16
[Dotted Circle]	17
[Black Wavy Line]	18
[Yellow Wavy Line]	19
[Black Wavy Line]	20
[Black Wavy Line]	21

1 0 1 2 km

EESTI LOODUSTEADUSE ARHIIV

I. SEERIA XI. KÕIDE 2. VIHK

ACTA AD RES NATURAE ESTONICAE PERSCRUTANDAS

EDITA A SOCIETATE REBUS NATURAE INVESTIGANDIS IN  
UNIVERSITATE TARTUENSI CONSTITUTA

SER. I, VOL. XI, FASC. 2

---

---

ÜBER DAS PANDERSCHE ORGAN  
BEI DEN ASAPHIDEN  
DES OSTBALTISCHEN ORDOVICIUMS

VON

P. SIEGFRIED

---

TARTU 1936

K. Mattieseni trükikoda o.-ü., Tartu 1936.

## Einführung.

Das Material zu vorliegender Untersuchung lieferte in der Hauptsache eine Sammlung von Asaphiden aus der Stufe  $B_{III}$  von Iswos am Wolchow, die dem Verfasser von Prof. Dr. A. Öpik — Tartu freundlichst zur Verfügung gestellt wurde, und die im Museum der Estländischen Literarischen Gesellschaft in Tallinn (ehemals Provinzialmuseum in Reval) aufbewahrte Sammlung von A. v. Mickwitz, enthaltend Material aus den Stufen  $B_{II}$  und  $B_{III}$  von Iswos und Obuchowo am Wolchow, Koltchanowo am Sjas, Wassilkowo an der Lawa u. s. w. Vom estländischen Material konnten die Sammlungen des geologischen Instituts der Universität Tartu und des Museums der Estländischen Literarischen Gesellschaft in Tallinn benutzt werden.

Herrn Prof. Dr. A. Öpik, auf dessen Anregung die Untersuchungen über das Pandersche Organ vorgenommen wurden, sei hier für sein freundliches Entgegenkommen in der Bereitstellung des Materials, der photographischen Apparatur des geologischen Instituts und der Literatur, sowie seine Förderung der Arbeit durch verschiedentliche Ratschläge und Hinweise der beste Dank ausgesprochen.

## Präparation des Materials.

Bei der Präparation der Pleuren zwecks Freilegung des Panderschen Organs erwies es sich, dass bei dünnchaligeren Trilobiten und bei solchen, die in dichterem oder kristallinem Kalkstein eingebettet sind, durch Absprengen leicht die Unterseite der Pleuren freigelegt werden kann, wie auch solche Trilobiten öfters im Gestein mit abgesprengten Pleuren gefunden werden. Bei dickschaligeren Trilobiten wie z. B. bei *Asaphus expansus* Dalm. und bei mergeligem Kalkstein als Einbettungsmaterial, wie er sich in der Zone des *Asaphus expansus*  $B_{III_a}$  vorfindet (Lamanski, 1905), sind im zur Verfügung stehenden Material keine Trilobiten mit abgesprengten Pleuren gefunden worden, und das Absprengen gelingt auch bei der Präparation nicht. Bei den Asaphiden aus  $B_{III_a}$  konnte hingegen nach längerem Lagern in seifenhaltigem Wasser mit der Präpariernadel der Kalkstein mehr oder weniger leicht entfernt werden, oder



## Einführung.

Das Material zu vorliegender Untersuchung lieferte in der Hauptsache eine Sammlung von Asaphiden aus der Stufe  $B_{III}$  von Iswos am Wolchow, die dem Verfasser von Prof. Dr. A. Öpik — Tartu freundlichst zur Verfügung gestellt wurde, und die im Museum der Estländischen Literarischen Gesellschaft in Tallinn (ehemals Provinzialmuseum in Reval) aufbewahrte Sammlung von A. v. Mickwitz, enthaltend Material aus den Stufen  $B_{II}$  und  $B_{III}$  von Iswos und Obuchowo am Wolchow, Koltchanowo am Sjas, Wassilkowo an der Lawa u. s. w. Vom estländischen Material konnten die Sammlungen des geologischen Instituts der Universität Tartu und des Museums der Estländischen Literarischen Gesellschaft in Tallinn benutzt werden.

Herrn Prof. Dr. A. Öpik, auf dessen Anregung die Untersuchungen über das Pandersche Organ vorgenommen wurden, sei hier für sein freundliches Entgegenkommen in der Bereitstellung des Materials, der photographischen Apparatur des geologischen Instituts und der Literatur, sowie seine Förderung der Arbeit durch verschiedentliche Ratschläge und Hinweise der beste Dank ausgesprochen.

## Präparation des Materials.

Bei der Präparation der Pleuren zwecks Freilegung des Panderschen Organs erwies es sich, dass bei dünnchaligeren Trilobiten und bei solchen, die in dichterem oder kristallinem Kalkstein eingebettet sind, durch Absprengen leicht die Unterseite der Pleuren freigelegt werden kann, wie auch solche Trilobiten öfters im Gestein mit abgesprengten Pleuren gefunden werden. Bei dickschaligeren Trilobiten wie z. B. bei *Asaphus expansus* Dal m. und bei mergeligem Kalkstein als Einbettungsmaterial, wie er sich in der Zone des *Asaphus expansus*  $B_{III_a}$  vorfindet (L a m a n s k i, 1905), sind im zur Verfügung stehenden Material keine Trilobiten mit abgesprengten Pleuren gefunden worden, und das Absprengen gelingt auch bei der Präparation nicht. Bei den Asaphiden aus  $B_{III_a}$  konnte hingegen nach längerem Lagern in seifenhaltigem Wasser mit der Präpariernadel der Kalkstein mehr oder weniger leicht entfernt werden, oder

auch in besonders günstigen Fällen durch anhaltendes Waschen mit einer harten Bürste der Pleurenumschlag freigelegt werden. Dünnschliffe konnten wegen des vielfach mergeligen Einbettungsmaterials nicht hergestellt werden, der Pleurenquerschnitt konnte daher nur in Anschliffen beobachtet werden. Die photographische Aufnahme zweier Anschliffe (Taf. X Fig. 4 u. 5) übernahm freundlicher Weise Herr Prof. A. Ö p i k.

### **Bisherige Mitteilungen über das Pandersche Organ.**

Im Jahre 1857 machte Dr. A. v. Volborth der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg die Mitteilung über die von P a n d e r 1855 gemachte Entdeckung von Organen bei *Asaphus expansus*, „die wohl mit den Füßen der Trilobiten in naher Beziehung gewesen sein möchten.“ (Verh. d. russ.-kais. Min. Ges. z. St. Petersburg 1857—58, S. 168). Volborth erläutert die Lage dieser Organe, die beiderseits symmetrisch verteilt auf dem Umschlag der Pleuren und des Kopfschildes zu finden sind, wo sie auf der zur Pleurenhöhle gerichteten inneren Seite des Umschlags als kleine Vertiefungen erscheinen und auf der äusseren, nach der Bauchseite gerichteten Seite „kleine Knötchen“ bilden, und definiert sie schliesslich, indem er sagt: sie „sind indessen nicht sowohl einfache Höckerchen, als längliche Spalten der Schale, welche von ungleich dicken wulstigen Rändern umgeben sind.“

In der Folgezeit sind verschiedentlich Deutungsversuche der Panderschen Organe unternommen worden, ohne jedoch dass genügend beschreibende Darstellungen gegeben worden wären.

Eichwald (1860) nennt die Panderschen Organe und bildet sie ab bei *Asaphus Schlotheimii* (= *Asaphus lepidurus* Nieszk.). Billings (1870) beschreibt sie mit einer Abbildung genauer bei *Asaphus platycephalus* und erwähnt ebenso ihr Vorkommen bei *Asaphus* (= *Ogygites*) *canadensis* und *Asaphus megistos* (= *Isotelus maximus*). In B a r r a n d e's grossem Werk (1872) findet sich eine Beschreibung und Abbildung der Panderschen Organe nur bei *Ogygia* (= *Hemigyraspis*) *desiderata*. Brögger beobachtete die Panderschen Organe bei *Niobe* (1882) und untersuchte sie bei *Ptychopyge angustifrons* (1886).

Erst Friedrich Schmidt gibt in seiner „Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten“, Abteilung V, 1898—1906 ausführlichere beschreibende Darstellungen des Panderschen Organs bei den einzelnen ostbaltischen Gattungen der Asaphiden.

## Beschreibung des Panderschen Organs.

### Gen. *Asaphus* Brongn. in den Stufen B<sub>II</sub>—B<sub>III</sub>.

Für die Gattung *Asaphus* Brongn. sens. str. gelten folgende von Schmidts Ausführungen (Rev. V 2, S. 12 u. 13): „Die Unterseite des inneren Teils der Pleuren ebenso wie die Unterseite der Rhachis erscheint bei unseren fossilen Formen offen, an der äusseren Hälfte des äusseren Teils ist sie aber von einer dünnen, durch Terrassenlinien quergestreiften Duplikatur der oberen Schale bedeckt. Die innere Begrenzung dieser Schale springt vorn in einer kurzen, hinten in einer längen Spitze vor und verläuft in der Mitte ziemlich vertikal (s. die beistehende Fig. 12)“ (Fig. 1). „Im vorderen Teil dieser Schale sehen wir nun, das schon von Volborth beschriebene Pandersche Organ, dessen vergrösserte Darstellung wir hier nach dem Originalexemplar in Fig. 11 beifügen.“ „Das Pandersche Organ besteht nun bei *Asaphus* sens. str. in einer lippenförmigen nach hinten gewandten Erhebung, die an der Unterseite unter der am Rande angeschwollenen Lippe einen bogenförmigen (der Bogen nach vorn offen) feinen Spalt freilässt.“

Als ein gutes Merkmal für die Unterscheidung der einzelnen Gattungen erkennt Schmidt die innere Grenze des Pleurenumschlags. Bei *Asaphus* sens. str. bezeichnet er ihren Verlauf als „ziemlich vertikal“ oder an anderen Stellen (Rev. V 2, S. 86, V 3, S. 2) als konkav, was den tatsächlichen Verhältnissen wohl genauer entspricht.

Es erweist sich nun, dass die innere Grenze des Pleurenumschlags und mit ihr die Ausbildungsform des Panderschen Organs innerhalb der Gattung *Asaphus* sens. str. nicht unwesentlichen Abweichungen unterliegt.

Von *Asaphus expansus* Dalm. sagt Schmidt bei der Beschreibung der Pleuren (Rev. V 2, S. 27): „Das konkave Ende des Umschlags und die Panderschen Organe entsprechen vollkommen den Textfiguren 11 und 12“. Diese Figuren stellen die Panderschen Organe an einem *Asaphus*, den Schmidt mit „vermutlich Eichwaldi“ bezeichnet, dar, nach dem Originalexemplar von Volborth. Für *Asaphus expansus* selbst wird jedoch von Schmidt keine Abbildung der Unterseite der Pleuren gegeben. Bei der Untersuchung von 45 Pleuren bei 14 Exemplaren der Art *Asaphus expansus* aus B<sub>III<sub>a</sub></sub> vom Wolchow ergaben sich folgende von der Schmidtschen Darstellung abweichende Verhältnisse.

Die innere Grenze der Duplikatur zeigt deutlich vorne die „kurze Spitze“. Zur Mitte zu nimmt sie jedoch nicht den vertikalen oder konkaven Verlauf, sondern wendet sich in einem Bogen um etwa  $90^\circ$ , verläuft schräg zum vorderen Pleurenrande auf das äussere Ende der Pleure zu und bildet hier bereits die „lippenförmige Erhebung“ des Panderschen Organs. Hierauf wendet sich der Randsaum zurück und verläuft zuerst der Lippe parallel, auf diese Weise den bogenförmigen Spalt freilassend. Etwa auf der Höhe des vorderen Bogens nimmt der Randsaum in einem leichten Bogen die Richtung



Fig. 1. Nach Schmidt, Rev. V 2, S. 13, Fig. 12. Unterseite einer Pleure von *Asaphus* mit dem Grenzrand der Duplikatur und dem Panderschen Organ.

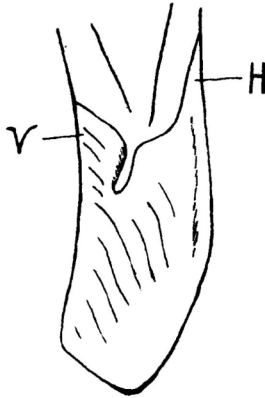


Fig. 2. Schematisches Bild der Unterseite einer rechten Pleure von *Asaphus expansus*. V — vordere, „kurze Spitze“, H — hintere, „lange Spitze“.

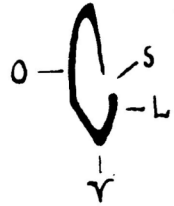


Fig. 3. Querschnitt durch eine rechte Pleure von *Asaphus expansus* in der Höhe des Panderschen Organs. O — Oberseite, V — Vorderrand, L — Lippe, S — Spaltöffnung.

auf den hinteren Pleurenrand, erreicht diesen jedoch nicht, sondern wendet sich an ihm entlang und bildet hinten die „lange Spitze“, die analog der Oberseite die Versteifung des hinteren Pleurenrandes bildet (Fig. 2; Taf. I, Fig. 4—8).

Der Grenzrand verläuft in der Mitte also nicht vertikal, sondern von der vorderen und der hinteren Spitze an den Rändern der Pleure geht je eine Grenzlinie schräg auf das äussere Ende der Pleure zu. Wo sie sich schneiden müssten, treffen sie auf das Ende der Spaltöffnung des Panderschen Organs und setzen sich in den Rändern der Spaltöffnung fort. Das Pandersche Organ weist hier demnach keine

rings von der Schale umgebene Spaltöffnung in der Duplikatur der Pleure auf, sondern eine Einbuchtung des inneren Randes der Duplikatur, die sich zu einem schmalen Spalt auszieht.

Folgende besondere Verhältnisse des Randes bestätigen diesen Bau.

Die Lippe, d. i. der ganze vordere Teil am inneren Rande der Duplikatur, erhebt sich bedeutend über die Fläche der Pleurenunterseite (Fig. 3). Die Steigung nimmt vom Vorderrand der Pleure bis zum Spalt zu, der Lippenrand rundet sich in einem festen Saume nach innen ab. Die Gegenseite, der hintere Teil der Duplikatur, setzt

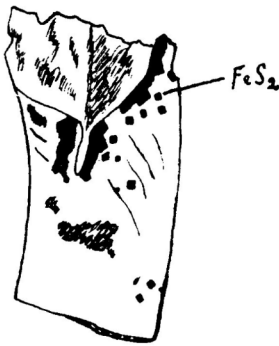


Fig. 4. Unterseite einer Pleure eines *Asaphus expansus* mit Pyritabscheidungen.

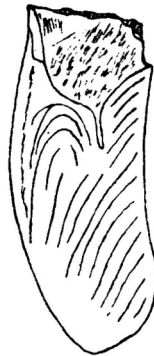


Fig. 5. Unterseite einer Pleure eines *Asaphus expansus* mit den Terrassenlinien (gezeichnet nach dem Stück auf Taf. I, Fig. 4).

sich flach in der Ebene der ganzen Pleurenunterseite fort, und der Randsaum, sowohl am Spalt des Panderschen Organs als auch weiter im Inneren, bildet eine äusserst dünne Schale, die im Präparat als weisser Grenzstreifen erscheint (Taf. I, Fig. 6 u. 7). Hier mag die Kalkschale in eine weichere Membran übergegangen sein.

Öfters findet sich an diesem Randsaum Schwefelkies in einzelnen sehr kleinen Kristallen abgeschieden oder mitunter in feiner Verteilung den Randsaum begleitend (Fig. 4; Taf. I, Fig. 6 u. 7), wodurch die Begrenzung der Schale besonders deutlich markiert wird. Auf die Entstehung von  $\text{FeS}_2$  bei der Verwesung der Weichteile weist Ö p i k (1929) hin, die Abscheidung fand vor allem am inneren festen Rande der Schale statt.

Die Terrassenlinien auf dem vorderen, lippenförmigen Teil sind stark und ausserordentlich grob ausgebildet und verlaufen fast quer zur Pleurenlänge. Auf dem ganzen Abschnitt bis zum Ende der Spaltöffnung finden sich meist vier deutliche Terrassenlinien, weiter zum Pleurenrande zu werden sie feiner und stehen dichter nebeneinander. Auf dem hinteren, glatten Teil sind die Terrassenlinien sehr fein und verlaufen schräg vom Hinterrand der Pleure zum inneren Schalenrand. Hier lässt sich ein deutliches Umbiegen der Linien feststellen, die dann den flachen Rand der Spaltöffnung entlanglaufen (Fig. 5; Taf. I, Fig. 4).

Die gleichen Verhältnisse wie bei den Pleuren finden wir auch bei der freien Wange. Auch hier biegt der innere Grenzrand der Duplikatur zur Spaltöffnung des Panderschen Organs ein, wo er den angeschwollenen Rand der Lippe bildet. Nach vorne setzt sich der Grenzrand in einer vertikalen Linie fort, so dass hier von einer „kurzen Spitze“ nicht recht die Rede sein kann. Zum hinteren Rande der Wange zu ist die „lange Spitze“ wie bei den Pleuren ausgebildet (Taf. I, Fig. 2).

Am Pygidium verläuft der innere Grenzrand der Duplikatur vertikal, d. h. mehr oder weniger parallel zum Aussenrand des Pygidiums. Die Panderschen Organe fehlen am Pygidium vollständig (Taf. I, Fig. 3).

Bei den einzelnen Pleuren findet man den leicht bogenförmigen Spalt des Panderschen Organs meist genau im vorderen Drittel der Pleurenbreite, so dass der Abstand vom Hinterrand der Pleure doppelt so gross ist wie der vom Vorderrand. Die Längsrichtung ist dem vorderen Pleurenrand nicht ganz parallel, sondern schräg zu diesem, so dass das äussere Ende des Spalts dem vorderen Pleurenrande näher ist als das innere.

Bei *Asaphus lepidurus* N i e s z k sind die Verhältnisse der Pleurenduplikatur ganz die gleichen wie bei *Asaphus expansus*. Auch hier geht der Grenzrand der Duplikatur in den Spalt des Panderschen Organs über, und erhebt sich die Lippe am vorderen Rand der Pleure deutlich über den ebenen hinteren Teil (Taf. II, Fig. 1—4).

Dasselbe gilt für *Asaphus raniceps* D a l m.. Hier ist als Unterschied gegenüber den beiden vorhergenannten Arten festzustellen, dass der innere Grenzrand der Duplikatur deutlich vertikal verläuft und demnach bei der Einbuchtung zum Spalt des Panderschen Or-

gans sowohl wie beim Übergang in die hintere lange Spitze sich um fast volle  $90^\circ$  wendet (Taf. II, Fig. 6).

Von *Asaphus raniceps* var. *Lamanskii* Schm. konnte nur ein kleines, zusammengerolltes Exemplar aus der Mickwitz'schen Sammlung von Obuchowo am Wolchow untersucht werden. Die Präparation einer ganzen Pleurenunterseite gelang nur in Bruchstücken, aus denen jedoch festgestellt werden konnte, dass die Verhältnisse des inneren Grenzrandes denen der obengenannten Arten im allgemeinen gleichen, nur scheinen die Grenzränder der Duplikatur von den Pleurenrändern zur Spaltöffnung mehr geradlinig zu verlaufen und nicht in einer Bogenlinie wie bei den erstgenannten Arten (Taf. II, Fig. 5).

Von der Gattung *Asaphus* sens. str. sind es die vier genannten Arten, *A. expansus*, *A. lepidurus*, *A. raniceps*, und *A. raniceps* var. *Lamanskii*, die den oben beschriebenen Bau der Pleurenduplikatur aufweisen. Die übrigen Arten, soweit sie untersucht werden konnten, zeigen einen festen, leicht konkaven Grenzrand der Duplikatur, und die Spaltöffnungen der Panderschen Organe stehen mit ihm nicht in Verbindung, sondern sind ringsum von der Schale umschlossen, wie Schmidt es auch angibt.

Die Zusammengehörigkeit dieser vier Arten wird auch schon von Schmidt besonders hervorgehoben. Er fasst diese vier ältesten Asaphiden, die in seiner Stufe  $B_{2b}$  ( $B_{II\gamma}$ — $B_{III\beta}$ , Lamanski) die „Alleinherrschaft“ haben, zur „Gruppe des *Asaphus expansus*“ zusammen, von der er sagt (Rev. V 2, S. 20): „Sie besteht gegenwärtig aus vier Formen, die augenscheinlich untereinander in genetischem Zusammenhange stehen“. Neben dem gemeinsamen Kennzeichen der verhältnismässig kleinen, vom Hinterrande des Kopfschildes weiter abstehenden Augen käme dieser Zusammenhang somit noch besonders zum Ausdruck durch den von den übrigen Asaphiden abweichenden Bau der Pleurenunterseite.

### Gen. *Onchometopus* Schm.

An diese Gruppe des *Asaphus expansus* schliesst sich nun auch dem Bau der Pleurenunterseite nach die in der Stufe  $B_{II\beta-\gamma}$  vorkommende Gattung *Onchometopus* Schm. an. Schmidt hat sie zuerst noch (1901) als Subgenus bezeichnet, indem er die grosse Übereinstimmung seiner Art *Onchometopus Volborthi* mit *Asaphus expansus* hervorhob. Von der Pleurenunterseite sagt er allerdings (Rev. V 2, S. 84): „Es ist mir nicht gelungen, etwas den Panderschen

Organen Entsprechendes auf der Unterseite der Pleuren zu finden, da entsprechende Präparierversuche nicht gelangen.“

Bei einem gut erhaltenen Exemplar von *Onchometopus Volborthi* von Obuchowo am Wolchow (Taf. II, Fig. 8) gelang es nun einige Pleuren abzupräparieren und ihre Unterseite freizulegen (Taf. II, Fig. 7). Die Übereinstimmung mit *Asaphus expansus* ist hier offensichtlich, der Grenzrand der Duplikatur geht deutlich in den Rand der Öffnung des Panderschen Organs über, die hier allerdings kaum noch als Spaltöffnung bezeichnet werden kann, sondern eine breitere Einbuchtung bildet.

### Gen. *Asaphus* Brongn. in den Stufen B<sub>III</sub> - D<sub>2</sub>.

Die in den jüngeren Stufen des Ordoviciums vorkommenden Arten der Gattung *Asaphus* sens. str. zeigen eine der Schmid'schen Beschreibung mehr entsprechende Ausbildung der Pleurenunterseite, indem die Öffnungen der Panderschen Organe in keiner Weise mit der offenen Unterseite der Pleuren in Verbindung treten, sondern ringsum von der Schale der Duplikatur umgeben sind.

Als „vermutlich *Asaphus Eichwaldi* Schm.“ bezeichnet Schmidt das Original Exemplar von Volborth (Volborth 1863, Taf. I Fig. 1) und gibt selbst in seiner Revision (V 2, Taf. I, Fig. 13 u. 14) Abbildungen der Pleurenunterseite eines *Asaphus Eichwaldi*, den er allerdings nur mit dem dahintergestellten Fragezeichen zu dieser Art zählt. Ein mit der Schmid'schen Beschreibung gut übereinstimmendes Exemplar eines *Asaphus Eichwaldi* aus dem Vaginatenskalk von Kunda lag der vorliegenden Untersuchung vor. An ihm ist die Unterseite der dritten, fünften, sechsten und siebenten rechten Pleure als Abdruck im Steinkern mit teilweise erhaltener Schale gut zu sehen (Taf. II, Fig. 10). Der Grenzrand der Duplikatur ist bei der dritten Pleure deutlich konkav. Die Öffnungen des Panderschen Organs erscheinen als schmale, in leichter Schräglage zum vorderen Pleurenrande stehende Spalten, die hier nicht bogenförmig, sondern geradlinig verlaufen. Auffallend ist, dass ihre Länge von den vorderen zu den hinteren Pleuren zunimmt, wodurch, wie es bei dem vorliegenden Exemplar deutlich zu sehen ist, die Spaltöffnung auf der siebenten Pleure doppelt so lang ist, wie die auf der dritten. Die Öffnung durchbohrt die Schale der Duplikatur nicht senkrecht, sondern von innen nach hinten und aussen, so dass sie an der Pleurenunterseite, wie Schmidt es angibt, unter der lippenförmigen

Erhebung hervortritt. Die lippenförmige Erhebung ist hier im Steinkern als stärkere Vertiefung leicht festzustellen.

Mit der Volborth'schen Originalabbildung lässt sich das vorliegende Exemplar wohl in Übereinstimmung bringen. Auch bei Volborth erscheinen die Spaltöffnungen auf den letzten Pleuren länger als auf den ersten, wenn auch der Unterschied nicht so gross ist, wie beim vorliegenden Exemplar. Die gebogene Form, in der die Spaltöffnungen bei Volborth erscheinen, ist wohl dadurch zu erklären, dass beim Volborth'schen Exemplar die Aussenseite der Duplikatur vorliegt, auf der eben der angeschwollene Rand der lippenförmigen Erhebung bogenförmig hervortritt, während wir es bei uns mit der Innenseite der Duplikatur zu tun haben.

Die Identifizierung mit Schmidts Abbildungen der Pleuren des *Asaphus Eichwaldi*? (Rev. V 2, Taf. I, Fig. 13 u. 14) ist schwieriger, da die Anschwellung des Lippenrandes hier besonders stark erscheint, doch ist eine Übereinstimmung immerhin wahrscheinlich.

*Asaphus Kowalewskii* Lawr. aus der Oolithenzone C<sub>1a</sub> (Taf. II, Fig. 9) weist verhältnismässig grosse, länglich ovale Öffnungen der Panderschen Organe auf, die ebenfalls nach hinten gerichtet sind und auf den ersten Pleuren kleiner sind als auf den letzten. Der innere Grenzrand der Duplikatur bei den einzelnen Pleuren ist mehr oder weniger konkav.

Dasselbe gilt für die anderen Arten des Echinospaeritenkalks C<sub>1a</sub>—β: *Asaphus cornutus* P and. als starkschalige Form hat grosse, ovale Öffnungen der Panderschen Organe, die lippenförmige Erhebung tritt stark hervor (Taf. III, Fig. 2). *Asaphus laevis* Schm. weist eine schwächere Ausbildung derselben Verhältnisse auf, entsprechend der zarteren Schale.

Von *Asaphus platyurus* var. *laticauda* Schm. liegt ein Exemplar vor, bei dem an der siebenten und achten Pleure die Innenseite der Duplikatur zu sehen ist, wo die Öffnungen der Panderschen Organe am längsten gestreckt, spaltförmig erscheinen, die lippenförmige Erhebung bildet von der Innenseite gesehen eine Grube von beträchtlicher Tiefe. Die vierte bis sechste Pleure ist von ihrer Unterseite als Abdruck im Stein zu sehen, mit den kürzeren (z. T. beschädigten) Öffnungen der Panderschen Organe und den schräg verlaufenden Terrassenlinien (Taf. III, Fig. 1).

Die Asaphiden der Baukalkzone C<sub>1γ</sub> *Asaphus devexus* Eichw. und *Asaphus ornatus* Pom p. haben eine fast ebene Pleurenduplikatur ohne deutliche lippenförmige Erhebung. Bei *Asaphus devexus*

ist die Öffnung des Panderschen Organs auf der ersten Pleure fast kreisrund, auf der zweiten länglich oval, während sie auf der achten Pleure wieder einen langen Spalt darstellt (Taf. III, Fig. 3). Bei *Asaphus ornatus* liessen sich auf den Pleuren kleine länglich ovale Öffnungen der Panderschen Organe feststellen.

*Asaphus Robergii* Wim. aus der Kukruse-Stufe C<sub>2</sub> hat verhältnismässig grosse länglich ovale Öffnungen der Panderschen Organe, wie sie auch bei dem von Wiman (1907) abgebildeten Exemplar (Taf. V, Fig. 4) zu sehen sind, ohne jedoch erwähnt zu werden.

Für *Asaphus Nieszkowskii* mut. *Itferensis* Schm. gibt Schmidt eine Abbildung des Pleurenumschlags mit den Panderschen Organen (Rev. V 2, Taf. XII, Fig. 27). Die leichte lippenförmige Erhebung zeigt an ihrem hinteren Rande die Spaltöffnung, die bei genauerer Betrachtung wiederum auf der letzten Pleure am längsten erscheint.

### Gen. *Isotelus* De Kay.

Von der Gattung *Isotelus* De Kay aus den oberen Stufen des estländischen Ordoviciums E und F<sub>1</sub> gibt Schmidt folgende Beschreibung der Pleuren (Rev. V 2, S. 86): „Die Pleuren des Thorax enden quer abgeschnitten. An ihrem Umschlag erkennt man (Textfig. 53) je einen rundlichen Tuberkel, im Abdruck natürlich als Grube erscheinend, der dem Panderschen Organ bei *Asaphus* entspricht, aber, soviel sich im Abdruck erkennen lässt, durchaus geschlossen ist, jedenfalls ist keine Spalte da. Die Grenzlinie des Umschlags nach innen (S. 13, Textfig. 11, 12) verläuft durchaus vertikal, nicht konkav wie bei *Asaphus* und lässt nur einen kurzen Vorsprung an der hinteren Seite erkennen.“

Den Beobachtungen Schmidts lag offenbar Eichwalds Original des *Isotelus remigium* Eichw. zu Grunde, das er auch in seiner Textfigur 53 abbildet. Hier sind die Panderschen Organe nur als Abdruck zu sehen, wodurch wohl eine einwandfreie Beobachtung verhindert wurde. Zudem hat Schmidt in den weiteren Lieferungen seiner Revision der Asaphiden überall seinen Standpunkt in der Lieferung II über die Ausbildung des Panderschen Organs revidiert, ohne allerdings irgendwo darauf einen Hinweis zu geben. Während er nämlich in der Lieferung II die Volborth'sche Darstellung des Spaltencharakters der Panderschen Organe nur für *Asaphus* sens. str. gelten lässt und für die übrigen Asaphiden mit

Brögger einen undurchbohrten Höcker beim Panderschen Organ annimmt, spricht er in den späteren Lieferungen bei den anderen Gattungen auch von Öffnungen der Panderschen Organe, worauf noch bei der Besprechung der weiteren Gattungen zurückzukommen sein wird.

Von der Gattung *Isotelus* sind im estländischen Ordovicium vollständige Exemplare ausserordentlich selten und standen bei den vorliegenden Untersuchungen nicht zur Verfügung, wohl finden sich aber öfters Bruchstücke, wie besonders Glabellen, Hypostome, Pygidien und auch einzelne Pleuren. Aus der Stufe  $F_1$  liegen hier zwei Bruchstücke von Pleuren eines *Isotelus platyrhachis* Steinh. vor, die den Bau der Pleurenunterseite erkennen lassen. Beim ersten Stück (Taf. III, Fig. 4) ist die Schale der Pleurenduplikatur weggesprengt, man sieht den Abdruck ihrer Innenfläche auf der Gesteinsmasse als eine vollkommen ebene Fläche, auf deren vorderem Drittel die Öffnung des Panderschen Organs fast kreisrund mit einem Durchmesser von 2 mm liegt, hier auf dem Abdruck als Höcker von Gesteinsmasse erscheinend, die die Öffnung in der Schale ausfüllte. Das zweite Stück (Taf. III, Fig. 5) zeigt den hinteren Teil der Pleurenduplikatur mit der langen Spitze, die im Bogen zum inneren Grenzrand der Duplikatur führt. Die Öffnung des Panderschen Organs ist nur zum Teil zu sehen, deutlich ist jedoch ein Umbiegen der Schale in die Öffnung hinein festzustellen, so dass der eigentliche Randsaum der Öffnung ins Innere der Pleure verlagert ist. Auch an zwei weiteren Pleuren von *Isotelus* konnten die gleichen Verhältnisse wenn auch in undeutlicher Erhaltung beobachtet werden.

Es liegen hier demnach den Schmid'schen Angaben widersprechende Beobachtungen vor. Von einem Tuberkel auf dem Pleurenumschlag ist bei *Isotelus platyrhachis* nichts zu bemerken, eine Öffnung beim Panderschen Organ ist jedenfalls vorhanden. Dieses gibt auch Raymond (1920) an bei Besprechung der Panderschen Organe bei *Isotelus gigas* De Kay (seine Fig. 28). Der innere Grenzrand der Duplikatur geht am hinteren Pleurenrande in eine längere Spitze über (Taf. III, Fig. 5) und bildet nicht „nur einen kurzen Vorsprung“.

Auch bei *Isotelus remigium* Eichw. aus der Stufe E konnte die Öffnung des Panderschen Organs sowohl auf der Pleurenduplikatur im Präparat (Taf. IV, Fig. 1) als auch auf dem Querschnitt durch die Pleure im Anschliff (Taf. X, Fig. 4) einwandfrei nachge-

wiesen werden. Hier ist auch im Gegensatz zu *Isotelus platyrhachis* der Tuberkel auf dem Umschlag wenn auch nicht stark so doch deutlich ausgebildet (Taf. IV, Fig. 1.).

### Gen. *Niobe* Ang.

Von der Gattung *Niobe* Ang. gibt Brögger (1882) eine Beschreibung der Panderschen Organe bei *Niobe emarginula* Ang., indem er sagt (S. 69): „... sie sind an dieser Art ganz klein und bilden eine fast kreisrunde oder schräg elliptische Durchbohrung des Umschlags an einem Punkt, welcher ungefähr  $\frac{3}{4}$  der Breite der Pleuren von der Achse gerechnet und  $\frac{3}{4}$  des Längsschnittes derselben von dem Hinterrand jeder Pleura gerechnet gelegen ist.“

Diese Beschreibung von Brögger konnte bei einem Exemplar von *Niobe frontalis* Dal m. aus dem Glaukonitkalk (B<sub>IIβ</sub>) voll bestätigt gefunden werden (Taf. IV, Fig. 3). Hinzuzufügen wäre noch, dass etwa vom vorderen Drittel der inneren Grenze des Umschlags aus, über die Öffnung des Panderschen Organs bis zur vorderen, äusseren Ecke der Pleure eine Falte über die Fläche des Pleurenumschlags läuft, die dadurch zustandekommt, dass der von dieser Linie nach vorne gelegene Teil höher liegt als die übrige Fläche des Pleurenumschlags, was der lippenförmigen Erhebung bei *Asaphus* sens. str. entsprechen würde. Der innere Grenzrand des Umschlags zieht sich am Hinterrande der Pleure in eine lange Spitze aus und verläuft sonst vertikal, d. i. quer zur Pleurenlänge mit einer leichten Einbuchtung an der Stelle des Ansatzes der Falte. Die Terrassenlinien auf dem Pleurenumschlag folgen zuerst dem inneren Grenzrand und verlaufen weiter im wesentlichen quer zur Pleurenlänge. Auf den einzelnen Pleuren ist hier kein Unterschied in der Grösse oder Form der Öffnungen des Panderschen Organs zu bemerken.

### Gen. *Ptychopyge* Ang.

Für die Gattung *Ptychopyge* Angelin gibt Schmidt (Rev. V 3) ausführliche Darstellungen der Verhältnisse des Pleurenumschlags und der Panderschen Organe, die auch gute Charaktermerkmale für die Trennung der Untergattungen *Pseudasaphus* Schmidt, *Pseudobasilicus* Reed (*Basilicus* Salter) und *Ptychopyge* sens. str. Angelin abgeben. Hier auch stellt Schmidt, im Gegensatz zu seinen Angaben in der Lieferung II der Asaphiden, fest, dass auch bei der ganzen Gattung *Ptychopyge* die Panderschen Organe mit

Öffnungen in der Schale des Pleurenumschlags verbunden sind, demzufolge die Darstellung Bröggers (1886), der bei *Ptychopyge* einen undurchbohrten Höcker beim Panderschen Organ zu finden glaubte, sich als irrtümlich erweist.

Die allgemeinen Angaben für die Gattung *Ptychopyge* lauten bei Schmidt (Rev. V 3, S. 2): „Die innere Begrenzung des Umschlags der Thoraxpleuren bildet bei allen zur Gattung *Ptychopyge* gehörenden Arten einen konvexen Bogen, während dieser bei *Asaphus* sens. str. (s. dort Textfig. 11 u. 12) stets konkav war. Die Panderschen Organe sind stets vorhanden, bilden aber meist nicht längliche Erhöhungen mit bogenförmiger Spalte wie bei *Asaphus* sens. str., sondern kleine runde Höcker, deren feine Durchbohrung an der Hinterseite der Spitze oft nur schwer zu konstatieren ist.“

Zu dieser Beschreibung ist nichts weiter hinzuzufügen, genauere Einzelheiten ergeben sich bei der Betrachtung der Untergattungen und der einzelnen Arten.

Kennzeichnend für die Untergattung *Pseudasaphus* Schm. innerhalb der Gattung *Ptychopyge* ist die nach Schmidt „mässig konvexe“ innere Grenze des Pleurenumschlags.

Die im estländischen Vaginatenkalk B<sub>III</sub> $\beta$ - $\gamma$  vorkommende Art *Pseudasaphus globifrons* Eichw. findet sich dazwischen in gut erhaltenem Zustande (Taf. V, Fig. 1) und auch die Unterseite der Pleuren ist öfters der Beobachtung gut zugänglich. Schmidt gibt von ihr zwei Abbildungen (Rev. V 3, Taf. I, Fig. 9 u. 10), die die Verhältnisse der Pleurenunterseite gut erkennen lassen, und auf die sich seine ausführliche Darstellung gründet (Rev. V 3, S. 8): „Der Umschlag des äusseren Pleurenteils verhält sich ganz analog wie wir es bei *Asaphus* sens. str. in *Asaphiden* Lief. I, p. 13, F. 11, 12 dargestellt haben, nur haben wir statt des konkaven Innenrandes der Umschlagslamelle einen etwas konvexen (F. 9, 10) bogenförmigen Innenrand. Am hinteren Rande der Lamelle verläuft ein linearer Fortsatz bis in die Nähe des Fulcrum, der an seinem Beginn mit dem konvexen Innenrand einen spitzen Winkel bildet. Die Oberfläche zeigt feine, von aussen und hinten nach innen und vorne verlaufende Terrassenlinien. Die Panderschen Organe erscheinen ganz (F. 9, 10) ähnlich ausgebildet wie bei *Asaphus* sens. str., nur ist die entsprechende Erhöhung etwas kürzer und die feine Spaltenöffnung an ihrem hinteren steilen Abhang noch schwerer wahrzunehmen, doch können wir sie sowohl von aussen als von innen gesehen konstatieren. Wäre sie nicht vorhanden, so müsste die Erhöhung oder im anderen Falle

die Vertiefung immer rein hervortreten. Wir sehen aber anstelle der Spalte in beiden Fällen immer einen Rest von Gestein bei sonst ganz freigelegter Oberfläche und konnten auch in einzelnen Fällen die ringförmige Umgebung der Spalte (F. 9) konstatieren.“

Hier sei ein Bruchstück der Art abgebildet (Taf. V, Fig. 2), das 5 Pleuren der linken Seite von unten gesehen in vierfacher Vergrößerung zeigt, für deren Verhältnisse die Schmid'sche Beschreibung ebenfalls genau zutrifft. Der mässig konvexe innere Grenzrand des Umschlags bildet mit dem linearen Fortsatz am Hinterrand der Pleure einen spitzen Winkel. Die schräg verlaufenden Terrassenlinien biegen innen zu einem dem Grenzrand parallelen Verlauf um. Bei den Panderschen Organen erkennt man z. T. den Randsaum der Öffnung (besonders auf den Pleuren, wo der Höcker abgebrochen ist), die Spaltöffnung selbst erscheint vom Gestein ausgefüllt.

Die ganzen Panderschen Organe sind im Verhältnis zu denen bei *Asaphus* sens. str. kleiner, ein geringes Zunehmen der Länge der Spaltöffnung von der ersten zur letzten Pleure ist festzustellen. Ihre Lage ist von der Mitte der Pleurenbreite nur wenig nach vorne gerückt.

Auf der freien Wange entspricht die Lage der Panderschen Organe z. T. der auf den Pleuren, z. T. konnte jedoch bei einigen der untersuchten Exemplare festgestellt werden, dass auf der Wange die Öffnung des Panderschen Organs mit der offenen Unterseite in Verbindung steht, indem der innere Grenzrand des Umschlags auf das Pandersche Organ zu umbiegt und sich in dem Randsaum seiner Öffnung fortsetzt, so dass hier eine tiefe Einbuchtung im Grenzrand entsteht. Die Terrassenlinien machen diese Biegung mit und umziehen die Einbuchtung. (Vgl. Fig. 12b; Taf. IX, Fig. 1.) Diese Ausbildung wäre also analog der auf der Wange und den Pleuren bei der Gruppe des *Asaphus expansus*. Es ist jedoch zu bemerken, dass beim selben Exemplar, bei dem auf der Wange die genannte Einbuchtung ausgebildet ist, auf den Pleuren der Grenzrand in gewöhnlicher Weise im konvexen Bogen verläuft und vom Panderschen Organ noch durch ein beträchtliches Stück Schale getrennt bleibt. Bei anderen Exemplaren derselben Art konnte wieder auch auf der Wange die Schale mit ihren Terrassenlinien zwischen der Öffnung des Panderschen Organs und dem inneren Grenzrand des Umschlags nachgewiesen werden.

(Dieselbe Ausbildung einer Einbuchtung im Grenzrand des Wangenumschlags konnte bei einem Exemplar von *Asaphus ornatus*

beobachtet werden, allerdings in nicht eindeutiger Weise, da es nur ein teilweise beschädigter Abdruck im Stein war.)

Die Verhältnisse bei *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh. sind denen der vorigen Art sehr ähnlich, wie schon Schmidt sie beschreibt und abbildet (Rev. V 3, Taf. II, Fig. 2). Ein schönes Exemplar dieser Art aus der Kukruse-Stufe C<sub>2</sub> befindet sich im geologischen Museum der Universität Tartu und ist von Öpik (1927) beschrieben und abgebildet worden. Die Pleuren desselben Exemplars finden sich hier auf Taf. IV, Fig. 4 in stärkerer Vergrößerung. Man sieht von ihnen die Innenseite des Umschlags, auf der die Öffnungen der Panderschen Organe und ihr Randsaum besonders deutlich hervortreten. Der Höcker scheint hier noch schwächer ausgebildet zu sein als bei der vorigen Art.

Auch bei der Untergattung *Pseudobasilicus* Reed (*Basilicus* Salt.) sind die Verhältnisse der Pleurenunterseite von Schmidt ausführlich behandelt worden. Als Kennzeichen für die Untergattung gibt er hier die „stark konvexe, bogenförmige“ innere Grenze des Pleurenumschlags an, die Panderschen Organe sind als „ganz kleine spitze Tuberkel mit schwer wahrnehmbarer feiner Öffnung auf der hinteren Seite“ ausgebildet.

Von *Pseudobasilicus Lawrowi* (Schm.) aus dem Echinospaeritenkalk (C<sub>1</sub>) bildet Schmidt ein Exemplar ab (Rev. V 3, Taf. IV, Fig. 6), bei dem drei Pleuren von der Unterseite zu sehen sind, die die Grenze des Umschlags und die Panderschen Organe zeigt und für die die gleiche Beschreibung wie bei der ganzen Untergattung gegeben wird.

Das von Schmidt abgebildete Exemplar von *Pseudobasilicus kuckersianus* (Schm.) (Rev. V 3, Taf. IV, Fig. 8) zeigt dieselben Verhältnisse nur undeutlich. Bei der Beschreibung erwähnt Schmidt noch den geradlinigen spitzen Sporn längs dem hinteren Rande der Pleure, der etwa bis zum Fulcrum verläuft und mit dem stark konvexen bogenförmigen Vorsprung eine „scharfe Einbucht“ in der Grenze des Umschlags veranlasst. Diese Ausbildung des inneren Grenzrandes des Umschlags konnte bei zwei einzelnen im estländischen Brennschiefer (C<sub>2</sub>) gefundenen Pleuren, die wohl derselben Art angehören, bestätigt gefunden werden (Taf. VI, Fig. 1). Hier ist auch der ausserordentlich kleine Höcker des Panderschen Organs deutlich, der genau in der Mitte der Pleurenbreite gelegen ist und die feine ovale Öffnung aufweist, die im Längsdurchmesser etwa  $\frac{1}{4}$  mm misst.

Bei der Untergattung *Ptychopyge* Ang. sens. str. ist „der Pleurenumschlag am inneren Rande spitzwinklig oder stumpf vorspringend“ (Schmidt, Rev. V 3, S. 4).

Die Art *Ptychopyge angustifrons* Dal m., die auch Brögger (1886) bei seinen Untersuchungen des Panderschen Organs vorgelegen hat, findet bei Schmidt folgende Beschreibung ihrer Pleurenunterseite (Rev. V 3, S. 36): „Der Umschlag der Pleuren zeigt feine, von hinten nach vorn und aussen (= innen \*) gehende Querstreifen, die sich am inneren Ende des Umschlags anfangs nach aussen (= innen \*) krümmen und dann winklig umbiegen, so dass der Umschlag hier in einem spitzen Winkel vorspringt, der durch eine tiefe Einbucht von dem hinteren Fortsatz des Umschlags getrennt ist, der sich noch etwas an dessen Hinterrande fortzieht. Die Panderschen Organe erscheinen auf dem Umschlag von aussen gesehen als kurze Höcker, die auf ihrer hinteren Seite unter der Spitze eine feine Öffnung zeigen. Diese lässt sich bei genauerer Untersuchung auch auf dem Abdruck in der Tiefe der entsprechenden Grube erkennen. Ich habe viele Exemplare aus den verschiedenen Gruppen von *Ptychopyge* Ang. untersucht und immer ist es mir gelungen die Öffnung ausfindig zu machen. Allerdings ist sie an *P. angustifrons* am schwersten zu erkennen und daher auch die abweichende Deutung von Brögger (Asaph. hypost. p. 73, F. 42) erklärlich. Ich habe bei Abdrücken die Stelle der Öffnung immer mit Gesteinsmasse erfüllt gesehen.“

Diese Darstellung passt in allen Einzelheiten auf die untersuchten Exemplare von *Ptychopyge angustifrons* aus dem Expansuskalk (B<sub>III<sub>a</sub></sub>) vom Wolchow (Taf. VI, Fig. 2). Der Abdruck der Pleurenunterseiten im Stein zeigt ausserdem deutlich, dass die Höcker der Panderschen Organe, die hier als trichterförmige, nach hinten gerichtete Vertiefungen erscheinen, von der ersten bis zur letzten Pleure an Grösse bedeutend zunehmen (Taf. VI, Fig. 5). Auf der Schale des Umschlags selbst lässt sich der Randsaum der länglichen Öffnungen nachweisen, an der Hinterseite des Höckers verläuft eine leichte Furche auf der Pleurenebene in der Längsrichtung der Pleure (Taf. VI, Fig. 3 u. 4).

Die Öffnung des Panderschen Organs konnte auch auf einem Querschliff durch die Pleuren beobachtet werden (Taf. X, Fig. 5). Hier sieht man deutlich die nach hinten gerichtete Öffnung unter-

---

\*) Offenbar ein Versehen bei Schmidt.

halb des Höckers, der Randsaum der Öffnung stellt eine auffallende Verdickung der Schale des Umschlags dar. Die höchste Stelle des Höckers liegt mehr proximal auf der Pleure.

Bei den anderen Arten der Untergattung *Ptychopyge* sens. str. sind die Verhältnisse ganz ähnlich, so bei *Ptychopyge cincta* Brögger, von der Schmidt sie auch kurz beschreibt und abbildet (Rev. V 3, Taf. VIII, Fig. 7). Ebenso nennt Schmidt die Panderschen Organe bei *Ptychopyge truncata* var. *Bröggeri* Schm. (Rev. V 3, Taf. VI, Fig. 6-b) und bei *Ptychopyge Plautini* Schm.

### Gen. *Megalaspis* Ang.

Die Gattung *Megalaspis* Angelin bietet für die Untersuchung der Pleurenunterseite ihrer Arten keine günstigen Verhältnisse. Erstens finden sich im estländischen Ordovicium selten Exemplare mit erhaltenem Thorax, ausserdem bietet der dichte, harte Glaukonitkalk, in dem sie meist eingebettet sind, der Präparation grösseren Widerstand, ebenso lässt er sich schlecht von der Schale absprengen.

So teilt auch Schmidt (Rev. V 4) mit, dass ihm die Beobachtung des Pleurenumschlags nur bei *Megalaspis polyphemus* und *Megalaspis hyorhina* gelang, von letzterer Art gibt er auch eine Abbildung mit vier z. T. abgesprengten Pleuren (seine Textfig. 1).

Schmidts Beschreibung von *Megalaspis hyorhina* Herz. v. Leucht. lautet (Rev. V 4, S. 34): „Der Umschlag zeigt eine feine fast vertikale Terrassenzeichnung und wohl ausgebildete Pandersche Organe, die auf seiner Oberfläche als deutliche Querspalten nach aussen münden. Er endet in einer vertikalen Linie wie bei *Isotelus* und einigen *Asaphi*, von deren unterem Ende ein schmaler Fortsatz nach der Innenseite der Pleure verläuft.“ Es ist nicht recht ersichtlich, was Schmidt mit der Bezeichnung „Querspalten“ ausdrücken wollte, jedenfalls erscheinen die Spalten auch auf seiner Abbildung in normaler Lage in der Richtung der Pleurenlänge mit leichter Schrägneigung zum vorderen Pleurenrande.

Bei vorliegender Arbeit wurde ein Exemplar aus dem Glaukonitkalk untersucht, das A. v. Mickwitz mit „*Megalaspis extenuata?*“ bezeichnet hat, das aber offensichtlich zu *Megalaspis hyorhina* gehört und zwar zu Schmidts var. *Stacyi*. Es ist ein überaus grosses Pygidium von 9 cm Länge und 11 cm Breite, woran sich die rechte Seite von sieben Thoraxgliedern schliesst (Taf. VII, Fig. 1). Die Unterseite einer Pleure gelang es durch Abschleifen, langsame Behandlung mit Salzsäure und Präparation mit der Nadel teilweise

freizulegen (Taf. VII, Fig. 3). Hier sind die Terrassenlinien ziemlich grob ausgebildet und verlaufen nicht vertikal, sondern, wie bei den meisten Asaphiden, von aussen und hinten nach innen und vorne. Der innere Grenzrand des Umschlags verläuft, wie S c h m i d t es angibt, vertikal und bildet hinten einen Fortsatz am Pleurenrande. Der vordere Teil der Pleure ist fortgebrochen, vom Panderschen Organ sieht man nur einen Teil einer grossen länglich ovalen Öffnung.

Die achte Pleure der rechten Seite, die von ihrer oberen Seite freigelegt wurde, weist einen auffallenden Bau ihres Vorderrandes auf. Der Rand verläuft in einem leicht konkaven Bogen, welcher von einer deutlichen Ausbuchtung nach vorne unterbrochen wird. Von aussen kommend steigt der Bogen allmählich zur Ausbuchtung an, nach innen wendet er sich steiler wieder zurück (Taf. VII, Fig. 2). Die Lage dieser Ausbuchtung auf der Höhe der Pleure entspricht ungefähr der des Panderschen Organs auf ihrem Umschlag. Auch im abgesprengten Stück war der Abdruck der Ausbuchtung deutlich zu sehen, doch war es leider nur bei dieser einen Pleure möglich, den Vorderrand zu beobachten. Es scheint unzweifelhaft, dass diese Ausbuchtung des Vorderrandes der Pleure beim Einrollen des Trilobiten zu den Panderschen Organen in Beziehung treten musste.

Von *Megalaspis acuticauda* A n g. lag ein Exemplar der var. *typica* S c h m. vom Wolchow der Untersuchung vor. Die kleinen Pleuren weisen den für die Gattung typischen vertikalen Grenzrand des Umschlags auf, das Pandersche Organ erscheint als kleiner, ziemlich hoher Höcker im vorderen Drittel der Pleurenbreite, der an seiner Hinterseite einen feinen mit Gestein erfüllten Spalt zeigt, dessen Randsaum deutlich nachzuweisen ist. Die Terrassenlinien sind am äusseren Ende des Umschlags ausserordentlich fein und kaum festzustellen (Taf. VII, Fig. 4).

#### **Gen. *Ogygiocaris* A n g.**

Die Gattung *Ogygiocaris* A n g. ist im ostbaltischen Ordoviciun sehr selten anzutreffen. S c h m i d t (Rev. V 3) beschreibt anhand von zwei Exemplaren aus den Stufen C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub> *Ogygiocaris (Ogygia) dilatata* (B r ü n n) als seine var. *Panderi* und var. *Plautini*. Doch sind die Stücke soweit unvollständig erhalten, dass sich über die Pleuren nichts aussagen lässt.

#### **Gen. *Hemigraspis* R a y m.**

Von den im ostbaltischen Gebiet nicht vertretenen Gattungen der Asaphiden wird, soweit festzustellen es möglich war, nur noch

bei der Gattung *Hemigyaspis* Raym. von Barrande (1872) eine Darstellung der Pleurenunterseite und der Panderschen Organe gegeben. Barrande's Beobachtungen gründen sich auf *Hemigyaspis (Ogygia) desiderata* (Barr.), bei welcher Art er eine runde Öffnung („perforation ronde“) von 1 mm im Durchmesser in der Entfernung von ungefähr 2 oder 3 mm vom oberen Rande der Duplikatur bei den einzelnen Pleuren feststellt. (Syst. silur. S. 55, Pl. 4, Fig. 1.) Von Höckern oder Erhebungen auf dem Pleenumschlag erwähnt Barrande nichts, der Grenzrand der Duplikatur verläuft auf seiner Abbildung in einem stark konkaven Bogen.

### Zusammenfassung.

Zusammenfassend stellt sich bei den untersuchten Gattungen der Asaphiden der Bau der Pleurenunterseite folgendermassen dar. (Vgl. Fig. 6).

Gen. *Asaphus* Brongn. sens. str.:

1. Gruppe des *Asaphus expansus*: Der Grenzrand des Pleenumschlags steht mit der bogenförmigen Spaltöffnung des Panderschen Organs in Verbindung, indem er in den Randsaum der Spaltöffnung übergeht. Dadurch stellt sich die Öffnung des Panderschen Organs als Einbuchtung im Grenzrand dar. Die lippenförmige Erhebung ist stark ausgebildet und nimmt den ganzen vorderen Teil des Umschlags bis zur Spaltöffnung ein.

2. Übrige *Asaphi* sens. str.: Der Grenzrand des Umschlags verläuft geradlinig bis konkav. Die Öffnung des Panderschen Organs ist schmal spaltförmig bis oval. Die lippenförmige Erhebung meist deutlich ausgebildet (am schwächsten bei *A. deverus* und *A. ornatus*).

Gen. *Onchometopus* Schm.: wie bei der Gruppe des *A. expansus*.

Gen. *Isotelus* De Kay: Der Grenzrand des Umschlags geradlinig. Die Öffnung des Panderschen Organs gross, fast kreisrund. Ein Höcker vorhanden (bei *I. remigium*) oder fehlend (*I. platyrhachis*).

Gen. *Niobe* Ang.: Der Grenzrand des Umschlags mit leichter Einbuchtung. Die Öffnung des Panderschen Organs klein, fast kreisrund. Die Erhebung des vorderen Teils deutlich als Stufe über der übrigen Pleurenfläche liegend, durch eine schräg über den Umschlag laufende Falte von dieser getrennt.

Gen. *Ptychopyge* Ang.:

Subgen. *Pseudasaphus* Schm.: Der Grenzrand des Umschlags mässig konvex. Die Öffnung des Panderschen Organs spaltförmig,



Gruppe des  
*Asaphus expansus*



*Onchometopus*



*Asaphus sens. str.*



*Megalaspis*



*Niobe*



*Isotelus*



*Pseudasaphus*



*Pseudobasilicus*



*Ptychopyge sens. str.*

Fig. 6. Schematische Darstellung der Pleurenunterseite bei den einzelnen Gattungen der ostbaltischen Asaphiden (Pleuren der rechten Seite).

die lippenförmige Erhebung erstreckt sich nicht auf den ganzen vorderen Teil des Umschlags, sondern bildet nur einen kleinen länglichen Höcker.

*Subgen. Pseudobasilicus* Reed: Der Grenzrand des Umschlags stark konvex. Die Panderschen Organe als sehr kleine Tuberkel mit feiner Durchbohrung in der Mitte der Pleurenbreite gelegen.

*Subgen. Ptychopyge* Ang. sens. str.: Der Grenzrand des Umschlags spitzwinklig vorspringend. Die Panderschen Organe bilden kleine runde Höcker mit dahinterliegender Furche in der Pleurenebene, ihre Öffnungen sehr fein, oval.

*Gen. Megalaspis* Ang.: Der Grenzrand des Umschlags geradlinig. Das Pandersche Organ als starker kurzer Höcker, mit länglich ovaler Spaltöffnung.

### Deutung des Panderschen Organs.

Um zur Frage der Bedeutung der Panderschen Organe zu kommen, seien hier noch einige Bemerkungen über die Verhältnisse der Pleurenunterseite bei einigen anderen Trilobitenfamilien vorausgeschickt.

Es herrscht bisher offenbar die Ansicht, dass die Panderschen Organe nur den Asaphiden zukommen, wie es auch Raymond (1920) ausspricht. Doch sagt schon Volborth zum Schluss seiner ersten Mitteilung über Panders Entdeckung (1857, S. 170): „Panders hat diese Organe ausser bei *Asaphus expansus* auch bei *Calymene Blumenbachii* gefunden, ich habe Gleiches und Ähnliches auch bei *Illaenus* und *Amphion* gefunden und hege die Überzeugung, dass sie ein wesentliches Attribut aller Trilobiten ausmachen.“ Weiter wird allerdings weder von Volborth noch von anderen Autoren über diese Beobachtungen etwas mitgeteilt.

Bei *Calymene* und *Amphion* konnten die Verhältnisse der Pleurenunterseite nicht nachgeprüft werden, da das nicht sehr reichlich vorhandene Material wegen des Erhaltungszustands der einzelnen Exemplare einer Untersuchung oder Präparation bisher nicht zugänglich war.

### Die Pleurenunterseite bei Illaeniden.

Die Illaeniden, die im ostbaltischen Gebiet mit der Gattung *Illaenus* Dal m. (Taf. VIII, Fig. 1) sehr stark vertreten sind, scheinen bisher auf den Bau ihrer Pleurenunterseite hin nicht untersucht

worden zu sein, da sich in der Literatur keine Hinweise darauf finden lassen. Bei zwei Arten der ostbaltischen Illaenen gelang es, die Pleuren von ihrer Unterseite freizulegen, so dass der Bau ihres Umschlags erkennbar wurde.

*Illaenus Esmarkii* Schloth. aus der Zone des *Asaphus expansus* BIII<sub>a</sub> von Iswos am Wolchow bot der Präparation durch die Einbettung im mergeligen Kalkstein dieser Zone besonders günstige Verhältnisse. Durch Absprengen und längeres Waschen mit einer feinen Bürste konnte der Umschlag einiger Pleuren, die in ihrer Breite 2,5 mm messen, vollständig von dem ihm anhaftenden Gestein befreit werden (Taf. VIII, Fig. 2). Der Umschlag erscheint als ganz glatte Fläche, nur in der Mitte treten einige sehr zarte und undichte Terrassenlinien auf, in der Richtung von hinten und aussen nach vorne und innen, ohne jedoch die Ränder der Pleure zu erreichen, am inneren Grenzrand des Umschlags werden sie dichter. Der innere Grenzrand des Umschlags nimmt folgenden Verlauf: vom Vorderrand der Pleure ausgehend, geradlinig, fast senkrecht zur Pleurenlänge bis etwa zur Pleurenmitte. Hier wendet er sich um 90°, bildet eine kleine Einbuchtung im Umschlag und verläuft darauf in einem konkaven Bogen nach innen und hinten, am Hinterrand der Pleure einen langen Fortsatz bildend. Die auf diese Weise im vorderen Teil des Umschlags an seinem Grenzrand gebildete rechtwinklige Ecke ist zu einem überaus stark ausgebildeten Höcker angeschwollen, der sich von vorn allmählich erhebt und nach hinten senkrecht zur offenen Unterseite der Pleure abfällt. (Fig. 7a.)

Von *Illaenus chudleighensis* Holm aus dem Echinospaeritenkalk Estlands konnte eine einzeln liegende Pleure von ihrer Unterseite freigelegt werden (Taf. VIII, Fig. 3). Der Umschlag erscheint glatt, sein innerer Grenzrand bildet eine tiefe keilförmige Bucht, indem der vordere Teil einen langen Fortsatz am Vorderrand der Pleure bildet und ebenso an ihrem Hinterrand ein langer Fortsatz sich noch weiter nach innen zieht. Der vordere Teil des Umschlags ist an seinem Grenzrand im Inneren der Bucht, kurz vor der Umbiegung, wiederum zu einem ausserordentlich stark ausgebildeten, steilen Höcker erhoben. (Fig. 7b.)

Da die Illaeniden zu den Trilobiten mit gut ausgeprägtem Einrollungsvermögen gehören und in eingerolltem Zustand eine fest geschlossene Kugel darstellen, darf man wohl annehmen, dass der Höcker auf ihrer Pleurenunterseite für das Zustandekommen der eingerollten Form von wesentlicher Bedeutung war, indem er das Über-

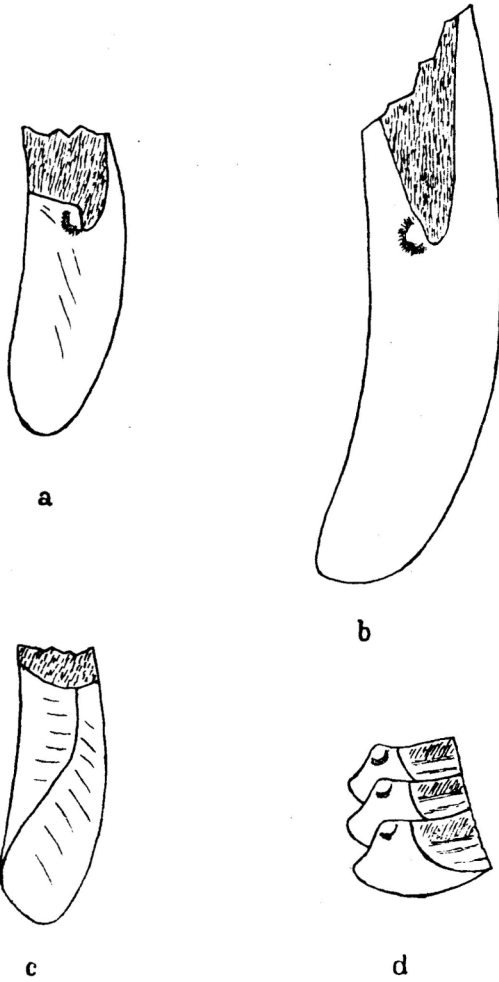


Fig. 7. Unterseite einer Pleure der rechten Seite von a — *Iliaenus Esmarkii* Schloth. (vgl. Taf. VIII, 2). b — *Iliaenus chudleighensis* Holm (vgl. Taf. VIII, 3). c — Unterseite einer Pleure der rechten Seite von *Nileus Armadillo* Dalm. (nach Schmidt). d — Unterseite dreier Pleuren der rechten Seite von *Acaste Downingiae* Murch. (nach Salter).

schieben der Pleuren verhinderte und so auch an den Seiten einen festen Verschluss des Panzers gewährleistete.

Vergleicht man die Unterseite der beiden beschriebenen Pleuren von *Illaenus Esmarkii* und *Illaenus chudleighensis* mit der Pleurenunterseite von *Asaphus expansus*, so könnte die lippenförmige Erhebung bei *Asaphus* dem Höcker bei *Illaenus* gleichgesetzt werden, und ebenso die spaltförmige Einbuchtung als Öffnung des Panderschen Organs bei *Asaphus* der Einbuchtung im Grenzrand des Umschlags bei *Illaenus*. Es erscheint demnach nicht ungerechtfertigt, auch bei den Illaeniden von einem Panderschen Organ auf der Pleurenunterseite zu sprechen, wie Volborth es erwähnte.

### Die Pleurenunterseite bei Symphysuriden.

Die Familie *Symphysuridae* Poulsen ist im Ostbaltischen Gebiet durch die Gattung *Nileus* Dalm. vertreten, von der im russischen Teil des Gebiets nur die Art *Nileus Armadillo* Dalm. in den Stufen B<sub>IIβ</sub> bis B<sub>IIIα</sub> vorkommt (Volborth 1863, Schmidt 1904).

Schmidt (1904 u. 1907) stellt die Gattung *Nileus* noch zur Familie Asaphidae, weist aber gleichzeitig auf die Merkmale hin, durch die sie sich von den „typischen Gliedern der Familie“ unterscheidet. Besonders ausführlich behandelt er den Bau der Pleuren bei *Nileus Armadillo*, von deren Unterseite er folgende genaue Darstellung gibt (Rev. V 3, S. 66): „Der Umschlag der Pleuren reicht beim Fehlen der inneren Pleurenteile fast bis zu den Artikulationspunkten der Rhachis herein, die auf der unteren Seite besonders deutlich zu sehen sind. Der Umschlag endet in einer vertikalen Linie, auf seiner Fläche ist keine Spur von Panderschen Organen zu erkennen, die nur den echten Asaphiden zukommen. Die Fläche des Umschlags zeichnet sich aber durch ihre besondere Skulptur aus, indem sie von einer, von innen und hinten nach aussen und vorn verlaufenden diagonalen Rippe durchschnitten wird, welche die Grenze der beim Einrollen freiliegenden Pleurenenden bezeichnet.“ (Fig. 7c.)

Die Struktur des Pleurenumschlags weist einiges den Asaphiden Ähnliche auf. Die diagonale Rippe bei *Nileus* lässt sich gut mit der Falte auf dem Pleurenumschlag bei *Niobe* vergleichen und ebenso wohl auch mit der kürzeren Furche hinter dem Höcker des Panderschen Organs bei *Ptychopyge* sens. str. Damit ist auch schon eine Beziehung zur lippenförmigen Erhebung des Panderschen Organs gegeben. Die Bedeutung der Rippe bei *Nileus* für das Ein-

rollen scheint offensichtlich zu sein, mit der gleichen Funktion wäre demnach auch die lippenförmige Erhebung des Panderschen Organs in Zusammenhang zu bringen.

### Die Pleurenunterseite bei Phacopiden.

Ein weiteres Beispiel für eine Einrichtung zur Sicherung des Verschlusses bei der Einrollung ist bei *Salter* (1864—83) zu finden, der die Verhältnisse bei den Pleuren von *Phacops (Acaste) Downingiae* *Murch.* folgendermassen beschreibt (S. 26): „Each pleura is bent forward at its end, which is notched somewhat deeply, and on the under side of each, in front of this notch, is placed a tubercle. When the animal was in the act of rolling up, the tubercle served as a buttres to prevent the posterior ring from being pushed too far forward; the tail too, has similar tubercles on its anterior edge“ (Fig. 7d.).

Auch hier lässt sich der Tuberkel an der Pleurenunterseite von *Acaste* mit der lippenförmigen Erhebung bei den Asaphiden oder mit dem Höcker bei den Illaeniden vergleichen. Der von *Salter* am Vorderende des Schwanzschildes genannte Tuberkel kann allerdings nicht beim Einrollen als Sicherung gegen eine zu weite Überschiebung gedient haben, da das Pygidium bei der eingerollten Form zu unterst gelegen ist und mithin keinen Widerstand einem folgenden Gliede zu bieten braucht.

Eine an den Pleuren von *Chasmops Odini* *Eichw.* aus der Kukruse-Stufe C<sub>2</sub> angestellte Untersuchung konnte keine entsprechenden Tuberkel feststellen. Die Pleurenduplikatur verläuft hier nur in einem schmalen Saum längs dem äusseren und hinteren Rande der Pleuren. Die Beobachtung war jedoch durch die schlechte Erhaltung des Stücks beeinträchtigt.

Herrn Professor *Öpik* gelang es an einem Exemplar von *Phacops latifrons* *Bronn.* aus dem Eifeler Devon einige Pleuren abzusprenge und bei diesen ebenfalls eine Einrichtung zur Sicherung des Verschlusses beim Einrollen festzustellen. Das Stück wurde von ihm in freundlicher Weise dem Verfasser zur Verfügung gestellt.

Die Pleurenunterseite weist hier in ihrem vorderen Drittel eine wulstartige Erhebung auf, die in einem leichten Bogen der Pleure ihrer Länge nach aufliegt. Nicht weit vom äusseren Ende der Pleure verdickt sich diese Wulst sehr bedeutend und bietet der beim Einrollen bis hierher vorgeschobenen nächsten Pleure einen sicheren Halt. (Taf. X, Fig. 3; Textfig. 8.) Eine Öffnung konnte hier nicht festgestellt werden.

### Die Pleurenunterseite bei Proetiden.

Die ersten Beobachtungen über den Bau der Pleurenunterseite bei Proetiden wurden von Professor Ö p i k gemacht. Für seine Mitteilung hierüber und die Überlassung des diesbezüglichen Materials sei Herrn Professor Ö p i k auch an dieser Stelle der beste Dank ausgesprochen.

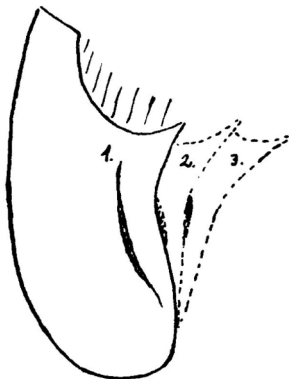


Fig. 8. Unterseite einer Pleure der linken Seite von *Phacops latifrons* (1.). Die nächste Pleure, die durch diese bei der Einrollung zum grössten Teil verdeckt ist (2.) und die darauffolgende Pleure (3.) sind angedeutet. (Vgl. Taf. X, Fig. 3.)

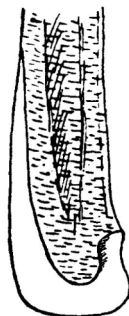


Fig. 9. Unterseite einer Pleure der linken Seite von *Proetus concinnus*. (Vgl. Taf. X, Fig. 1.)

Bei *Proetus concinnus* D a l m. aus der Stufe J des Gotlandiums der Insel Saaremaa (Oesel) zeigt die Pleurenunterseite eine Duplikatur der Schale, die als ziemlich breiter Saum den Rand der Pleure begleitet. (Taf. X, Fig. 1; Textfig. 9.) Den Hinterrand der Pleure entlang verschmälert sich der Saum nach innen zu (vergleichbar der „hinteren langen Spitze“ bei *Asaphus*), am Vorderrand reicht er nur wenig hinauf, er bricht hier bald ab, indem er eine lippenförmige Erhebung bildet, die in hohem Masse der bei *Asaphus expansus* ähnelt. Bei einem eingerollten Exemplar, wie sie häufig zu finden sind, waren die bis zu dieser Erhebung untereinander geschobenen Pleuren deutlich zu erkennen, wodurch die Bedeutung der lippenförmigen Erhebung als Sicherung gegen ein Überschieben der Pleuren offensichtlich zu Tage trat.

Eine Reihe von isolierten Pleuren aus der Stufe  $F_1$  des oberen Ordoviciums Estlands, die wohl der von S c h m i d t (Rev. IV, 1894)

in dieser Stufe genannten Art *Proetus ramisulcatus* N i e s z k. angehören, weisen ganz entsprechende Verhältnisse der Pleurenunterseite auf (Taf. X, Fig. 2.), nur erscheint die lippenförmige Erhebung hier mehr zur Mitte der Pleurenunterseite gerückt.

Von einigen Proetiden aus Gotland, überaus kleinen Formen, die fast durchweg eingerollt zu finden sind, gelang es ebenfalls einige Pleuren abzappräparieren und von ihrer Unterseite freizulegen. Die Ausbildung der Duplikatur entspricht hier im wesentlichen der bei *Proetus concinnus*, so bei *Otarion elegantulus* und bei *Phaetonides regulosus*.

### Bisherige Deutungsversuche.

Über die Bedeutung des Panderschen Organs sind im Laufe der Zeit sehr verschiedene Ansichten geäußert worden.

In der ersten von Volborth 1857 gemachten Mitteilung über die Entdeckung des Panderschen Organs glaubt Volborth hier Einlenkungsstellen für fussartige Organe sehen zu müssen. Auch im Anhang seiner Arbeit „Über die mit glatten Rumpfgliedern versehenen russischen Trilobiten“ (1863) stellt Volborth die Beziehungen der Panderschen Organe zu den Füßen der Trilobiten ausser Zweifel. Derselben Auffassung waren auch Eichwald (1860), Billings (1870) und Barrande (1872).

Seit dem genauen Bekanntwerden der Trilobitengliedmassen fallen diese Deutungen von selbst fort.

Woodward (1870) bezeichnet die Panderschen Organe als „fulcral points“, eine Deutung, die schon von Brögger (1886) und ebenso von Raymond (1920) wegen ihrer Lage ausserhalb der Artikulationsstellen der Pleuren abgelehnt wird.

Brögger (1886) sieht im Panderschen Organ nur eine äussere Cristenbildung, welcher an der Innenseite der Duplikatur Muskeleindrücke entsprechen. Er stützt sich hierbei auf seine Beobachtungen an *Ptychopyge angustifrons*, wo er das Pandersche Organ als undurchbohrten Höcker feststellen zu können glaubte. Wie oben ausgeführt, muss es sich hier um einen Irrtum Bröggers handeln, dem die Beobachtungen Schmidts und die der vorliegenden Untersuchung entgegenstehen. (Vgl. Taf. X, Fig. 5; u. Textfig. 11.)

In neuerer Zeit hat Raymond (1920) Deutungsversuche unternommen. Er will in den Panderschen Organen innere Kiemen oder aber Giftdrüsen sehen.

Bei der Deutung der Öffnungen der Panderschen Organe als Öffnungen für innere Kiemen geht R a y m o n d von der Annahme aus, dass die Trilobiten mit der Entstehung der Insekten im Zusammenhang stehen und weist den Asaphiden das Bestreben zu einer amphibischen Lebensweise zu. Dieser Deutungsversuch scheint jedoch reichlich gezwungen zu sein. Den Asaphiden lässt sich ihre marine Lebensweise nicht absprechen, das Gestein, in dem sie eingebettet sind, weist unzweifelhaft auf küstenferne Ablagerungen in beträchtlicher Tiefe (vgl. Ö p i k 1927 u. 1930). Es liegt keine Veranlassung vor, Atmungsorgane als äussere Anhänge, die in das Gebiet der durch die Beine verursachten Wasserströmung hineinragten (vgl. R i c h t e r 1926), durch den Begriff innerer Kiemen zu ersetzen. Die ausserordentlich kleinen Öffnungen der Panderschen Organe bei *Pseudobasilicus kuckersianus* und *Ptychopyge angustifrons* würden sich auch kaum als Öffnungen innerer Kiemen eignen.

Die Deutung der Öffnungen der Panderschen Organe als Öffnungen von Giftdrüsen bezeichnet R a y m o n d als „less radical“, doch scheint sie auch sehr unwahrscheinlich zu sein. Auf die Unstimmigkeit beim Vergleich mit den immer dorsal gelegenen foramina repugnatoria der Diplopoden weist Raymond selbst hin. Schliesslich führt er aus (S. 91): „One would expect poison glands to lie at the bases of fangs, and so they do in specialized animals like chilopods and scorpions, but the trilobites may have had the less effective method of pouring out the poison from numerous glands. The purpose may have been merely to paralyze the brachiopod or pelecypod which was incautious enough to open its shell in proximity to the asaphid.“

Es ist nicht anzunehmen, dass der geöffnete Brachiopode nun hübsch abwarten würde bis der Trilobit sich mit seinem ganzen Körper über ihn legt und dann seine wenig wirkungsvolle Methode der Giftauusscheidung in Anwendung bringt, er würde vielmehr schon beim ersten Annähern des Trilobiten seine Schalen schliessen. Denkbar, wenn auch ebenso wenig wahrscheinlich, wäre es eher, dass durch das Gift des Trilobiten die Schliessmuskeln eines geschlossenen Brachiopoden gelähmt würden und er auf diese Weise gezwungen wäre seine Schalen zu öffnen. Auch beim Verzicht auf die lebenden Brachiopoden als Nahrung werden die Trilobiten nicht an Nahrungsmangel gelitten haben und auch nicht zur Beschaffung der Nahrung Giftapparate benötigt haben. Mit Hilfe ihrer Kauladen konnten sie Nahrung verschiedenster Art aufnehmen, und es „war kein lebendes Fleisch zu zäh, um nicht von den Kauladen der acht

Kieferfüsse eines Trilobiten auch frisch zerstückelt zu werden“ (Richter 1923).

Besondere Beachtung verdienen bei der Erklärung der Bedeutung der Panderschen Organe zwei gleichlautende Äusserungen, die von Volborth und von Schmidt getan werden. Volborth (1863) erwähnt neben seinen Ausführungen noch, dass der vordere wulstige Rand des Panderschen Organs „die Grenze angibt, über welche hinaus die Verschiebung der Pleurensitzen bei der Kontraktion nicht stattfinden konnte.“ Schmidt enthält sich eines Urteils über die Bedeutung des Panderschen Organs, fügt aber doch hinzu (Rev. V 2, S. 13): „Eine praktische Bedeutung bei der Zusammenkuglung mögen die Organe besessen haben, da sie, wie man in Taf. I, Fig. 14 sieht, die Überschiebung der Pleuren übereinander verhindern.“

### **Deutung nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen.**

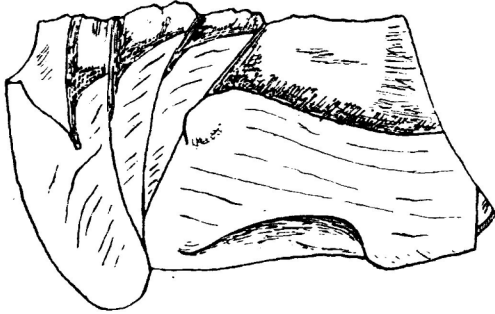
Für die Beurteilung der Bedeutung des Panderschen Organs scheint es wesentlich, in dem Begriff dieses Organs eine Trennung vorzunehmen, insofern als die lippenförmige Erhebung resp. der Höcker getrennt zu betrachten ist von der Öffnung des Panderschen Organs.

#### **Die Erhebung resp. der Höcker.**

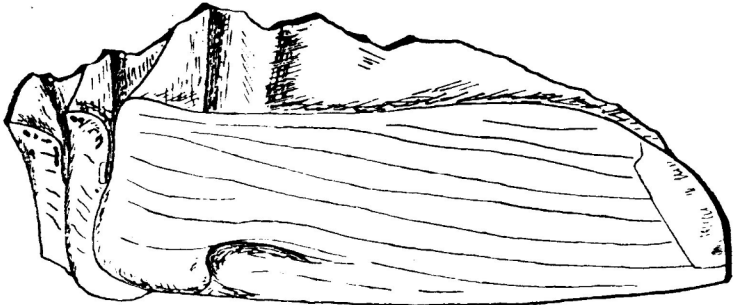
Die Erhebung auf dem Umschlag der Pleuren in allen ihren verschiedenen Ausbildungsformen wäre als Einrichtung für einen Sperrmechanismus beim Einrollen der Trilobiten zu deuten, indem sie die Aufgabe hat, die Überschiebung der Pleuren zu verhindern und einen festen Verschluss zu ermöglichen. (Vgl. Volborth u. Schmidt).

Diese Erhebung findet sich auch bei Formen mit gut ausgebildetem Einrollungsvermögen besonders ausgebildet. Unter den Asaphiden ist es gerade *Asaphus expansus*, der im Bau seines Panzers eine Reihe von Einrichtungen aufweist, die auf einen besonders festen Verschluss im eingerollten Zustande hinweisen. Dazu gehören z. B. die Gruben an den Hinterecken der freien Wangen und der Höcker an der Vorderecke des Pygidiums, der in sie hineinfasst (Taf. I, Fig. 1). Ebenso ist hier auch die lippenförmige Erhebung am Pleurenumschlag besonders stark und eigentümlich ausgebildet. Die schräge Lage ihres Hinterrandes (an dem entlang auch die spaltförmige Öffnung schräg auf der Pleure liegt) weist ebenfalls auf

die Verhältnisse im eingerollten Zustande hin, wo die Pleuren sich schräg überschneiden müssen, da sie an der Rhachis noch nebeneinander, an ihren Enden aber übereinander liegen. Auch das Vorhandensein der Erhebungen auf dem Umschlag der freien Wänge und der Pleuren und ihr Fehlen am Pygidium wird durch das Ein-



a.



b.

Fig. 10. *Asaphus expansus* Dal m. a. — Unterseite der freien Wange und der drei ersten Pleuren der linken Seite unterinandergeschoben (vgl. Taf. I, Fig. 2). b. — Unterseite der siebenten und achten Pleure und des Pygidiums der rechten Seite. (vgl. Taf. I, Fig. 3).

rollen erklärt: das Pygidium nahm die unterste Lage bei den übereinandergeschobenen Teilen ein, brauchte daher auf seiner Unterseite keine Erhebung als Greifzahn, sein vorderer Rand schob sich mit seiner Gleitfläche bis zur Erhebung auf der letzten Pleure, worauf diese zur nächsten Pleure geschoben wurde und so fort bis zur Wange (Taf. I, Fig. 2 u. 3; Textfig. 10).

Es liegt also ein gewisser Sperrmechanismus vor, indem die scharnierartig zusammengeschobenen Pleuren dank einem Greifzahn, der Erhebung, zu einem festen Verschluss verbunden werden.

Die gleiche Ausbildung der Erhebung finden wir bei *Onchometopus*, der dank der Rinne am Umschlag seines Kopfschildes ebenfalls eingerollt eine besonders fest verschlossene Form annehmen konnte. Bei den übrigen *Asaphi* sens. str. gewährleistet die mehr oder weniger stark ausgebildete lippenförmige Erhebung ein sicheres Einrollen.

Bei *Niobe* ist die Erhebung als grössere höher gelegene Fläche auf dem vorderen Teil des Umschlags ausgebildet, die durch die Falte von der übrigen Pleurenfläche sich abhebt. Dadurch erhält beim Einrollen der Vorderrand der dahinterliegenden Pleure einen festen Halt.

*Ptychopyge* sens. str. weist einen deutlichen Höcker als Greifzahn auf, dessen Wirkung durch die dahinterliegende Furche wohl noch erhöht wurde.

Ebenso zeigt *Megalaspis* einen verhältnismässig stark ausgeprägten Höcker. Hier würde für die Festigkeit beim Einrollen noch besonders die in einem Fall (bei *Megalaspis hyorhina*) beobachtete Ausbuchtung des Vorderrandes der Pleure beitragen, die beim Einrollen hinter den Höcker in die Öffnung hineingreifen musste.

Bei den genannten Gattungen der Asaphiden wäre nach der Ausbildung der Erhebung auf ihrem Pleurenumschlag ein gutes Einrollungsvermögen zu erwarten, und dieses ist ihnen wohl auch zuzuweisen. Ihnen gleichgestellt wären die Illaeniden mit ihrem starken Höcker als Greifzahn, Nileus, dessen diagonaler Rippe eine gleiche Bedeutung zugemessen werden muss, und ebenso wohl viele Phacopiden und die Proetiden.

Nach der vertikalen Verbreitung gehören diese Asaphiden mit dem gut ausgeprägten Einrollungsvermögen vorwiegend in die Stufen B<sub>II</sub> und B<sub>III</sub>, weniger in die Stufe C<sub>1</sub>.

Die jüngeren Gattungen, *Pseudobasilicus* (C<sub>1</sub>—C<sub>2</sub>) und *Isotelus* (E—F<sub>1</sub>) scheinen nicht derartige die eingerollte Form besonders sichernde Einrichtungen besessen zu haben. Jedenfalls wird der äusserst kleine Tuberkel bei *Pseudobasilicus kuckersianus* für das Einrollen kaum von Bedeutung gewesen sein, und *Isotelus platyrhachis* zeigt einen ganz ebenen Pleurenumschlag. Dieses dürfte ein Hinweis auf veränderte Umweltverhältnisse oder eine andere Lebensweise sein.

Eine Übergangstellung scheint *Pseudasaphus* einzunehmen, der im Vaginatenskalk BIII mit der Art *Pseudasaphus globifrons* auftritt, die schon verhältnismässig kleine, schwache Höcker auf dem Pleurenumschlag aufweist, und in der Kukruse-Stufe C<sub>2</sub> bei den grossen Formen von *Pseudasaphus tecticaudatus* ganz schwache Erhebungen besitzt.

### Die Öffnung.

Die Öffnung des Panderschen Organs hat eine vom Höcker getrennte Deutung zu erfahren.

Das Vorhandensein der Öffnungen konnte, z. T. in Übereinstimmung mit den Angaben bei Schmidt, bei allen untersuchten Gattungen der ostbaltischen Asaphiden auf der freigelegten Duplikatur mit blossem Auge oder mit der Lupe festgestellt werden, wobei sie sich ihrer Lage nach immer dicht hinter der höchsten Stelle der Erhebung befanden mit der Öffnungsrichtung nach hinten gewandt. Diese Verhältnisse bestätigen ebenfalls eine Reihe von Querschliffen durch die Pleuren, von denen einige in Fig. 11 wiedergegeben sind. (Vgl. auch Taf. X, Fig. 4 u. 5.)

Auf eine Anregung von Prof. Öpik hin, der die Möglichkeit eines Zusammenhanges der Panderschen Organe mit Ausscheidungsorganen der Trilobiten aussprach, wurden die Angaben über diesbezügliche Verhältnisse bei den lebenden Crustaceen verfolgt, und es scheint tatsächlich vieles dafür zu sprechen, die Öffnungen der Panderschen Organe als Austrittsöffnungen von Segmentalorganen anzusehen, wie sie ursprünglich bei den Anneliden ausgebildet sind.

Unter den lebenden Arthropoden nimmt *Peripatus* (Protracheaten) eine Mittelstellung zwischen Anneliden und Arthropoden ein, indem er noch typische Segmentalorgane besitzt. Als Exkretionsorgan der Crustaceen dient die Antennendrüse oder die Maxillandrüse, die ihrem Bau nach ebenfalls an die Segmentalorgane der Anneliden erinnert (Hertwig) und als einziger noch funktionierender Teil eines früher segmental angeordneten Exkretionssystems angesehen wird (K. Zimmer). Als Reste segmentaler Nephridialorgane werden auch die als Nephrozyten vorkommenden Speichernieren aufgefasst, die bei *Bathynella natans* (Anaspidacea) paarweise in jedem Körpersegment liegen. Die Maxillandrüse bei *Bathynella* mündet in einer spaltförmigen Öffnung an der Aussenseite der Maxille.

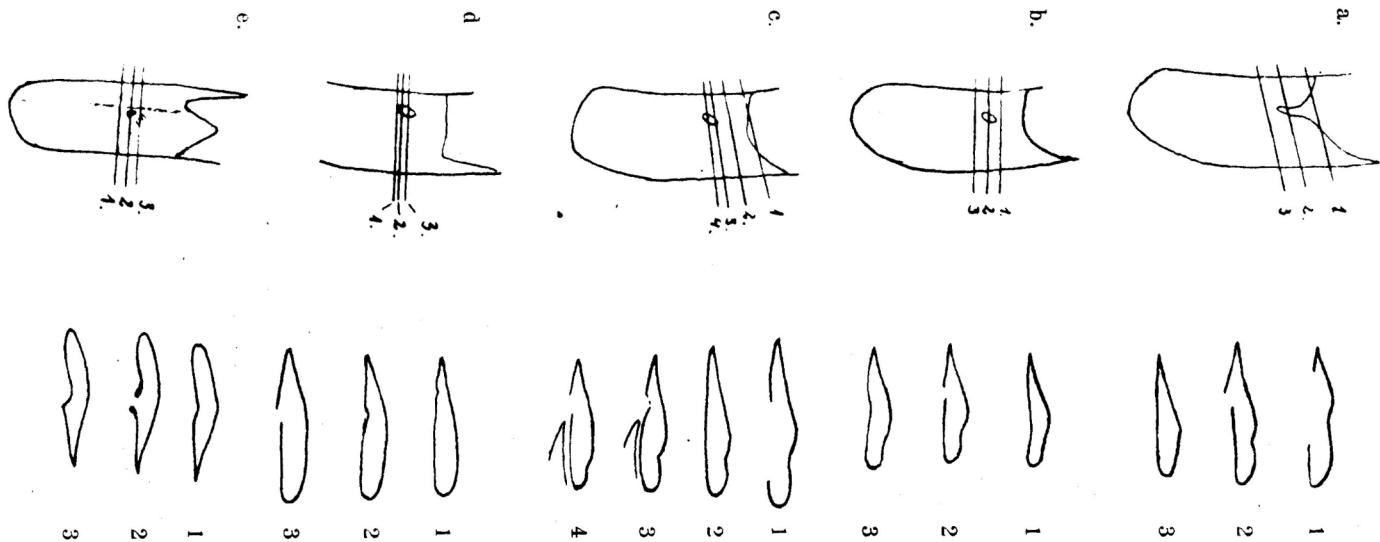


Fig. 11. Schlibfbilder von Querschnitten durch Pleuren.

- a. — *Asaphus expansus*  
 b. — *Asaphus cornutus*  
 c. — *Isotelus remigium*  
 d. — *Pseudasaphus globifrons*  
 e. — *Ptychopyge angustifrons*.

In seinen Untersuchungen über die Antennendrüse der Crustaceen kommt C. Grobben (1880) zum Resultat, dass die Harnorgane sämtlicher Crustaceen nach demselben Typus gebaut sind. Betreff die Ausmündung der Drüsen macht er folgende Feststellungen: bei den Larven von *Estheria* und *Branchipus* liegt die Mündung hinter dem Kieferhaken der zweiten Antenne, ebenso ist es bei den Copepoden. Bei *Gammarus marinus* mündet der Harnleiter in der Spitze der zweiten Antenne, bei *Mysis* auf dem Basalglied der zweiten Antenne „an einem kleinen konischen Höcker“. Ebenso schliesslich unter den Decapoden findet Grobben bei *Palaemon* und *Astacus* die Ausmündung ventral an der Spitze eines kurzen Kegels der zweiten Antenne.

Schliesslich stellt W. Giesbrecht (Lang 1913) fest, dass die Maxillarniere bei *Phyllopora* und *Cladocera*, sowie die Antennen-niere bei *Ostracoda* in der Duplikatur der Schale gelegen ist. die Mündung findet sich an der inneren Schalenwand, oft am Ende eines Zapfens oder eines „Nephridialanhangs“ (Conchostraca).

Die Trilobiten als fossile Crustaceen könnten sehr wohl die Gruppe repräsentieren, die die segmental angeordneten Exkretionsorgane besitzt, deren äussere Mündungen in den Öffnungen der Panderschen Organe zu sehen wären. Die Lage dieser Mündungen am Hinterrande der Erhebung der Pleurenunterseite würde dann den Verhältnissen bei den lebenden Crustaceen entsprechen.

Die Öffnungen sind wohl von verschiedener Grösse, haben aber immer eine mehr oder weniger langgestreckte Form. Bei einigen Arten durchbrachen sie die Schale der Pleurenduplikatur (die meisten *Asaphiden*), bei anderen mündeten sie an ihrem Grenzrande (Gruppe des *Asaphus expansus*, *Onchometopus*, *Illaenidae*), oder noch weiter in der weichen Membran der „offenen“ Unterseite der Pleuren. Die Verschiedenartigkeit der Form und Grösse dieser Öffnungen auf den einzelnen Pleuren ein und desselben Exemplars (besonders deutlich z. B. bei *Asaphus Eichwaldi*, *Asaphus devereuxi*, *Ptychopyge angustifrons*) könnte auf eine Differenzierung der Organe in den einzelnen Segmenten hinweisen, die vielleicht teilweise zur Zurückbildung der Organe führte.

Beim Einrollen der Trilobiten wurden diese Öffnungen von der jeweils dahinterstehenden Pleure mehr oder weniger fest verschlossen. Dieses braucht jedoch kein Gegenbeweis gegen ihr Vorhandensein

als Austrittsöffnungen von inneren Organen zu sein, da ja beim Einrollen auch andere Organe in ihrer Funktion gehindert wurden, z. B. durch Einschluss von Mund und After des Verdauungstrakts. Der eingerollte Zustand konnte eben nur von kürzerer Dauer sein und diente vor allem dem augenblicklichen Schutz.

### Gefässabdrücke.

Bei einigen Exemplaren der untersuchten Asaphiden konnten an der freien Wange Gefässtränge beobachtet werden, die zwischen der Oberschale und dem Umschlag der freien Wange gelegen, auf der Schale als leichte Wülste zu bemerken sind.

Bei einem *Pseudasaphus tecticaudatus* (Taf. VIII, Fig. 4) sieht man auf der linken Wange ausserhalb des Auges eine Wulst, die in der Richtung vom äusseren Rande schräg nach innen zum Hinterrand der Wange verläuft. Sie beginnt in zwei feineren Strängen, die sich zum starken Hauptstrang vereinigen. Parallel zu diesem Hauptstrang lassen sich zur Hinterecke der Wange zu noch zwei bis drei schwächere Stränge unterscheiden. Im Zwischenraum zwischen dem Hauptstrang und dem Auge sind wieder einige leichtere Wülste zu sehen, die von aussen radial auf das Auge zu verlaufen, etwa senkrecht zur Richtung des Hauptstranges (Fig. 12a).

Ein anderes Stück, das den Umschlag der freien Wange eines *Pseudasaphus globifrons* aufweist (Taf. IX, Fig. 1), zeigt auch hier eine starke Wulst, die als Strang vom äusseren Rande nach innen und hinten verläuft. Sie reicht bis zum inneren Grenzrand des Umschlags und schneidet ihn etwas weiter nach innen von der Öffnung des Panderschen Organs. Diese Öffnung erscheint hier (wie oben erwähnt) nicht von der Schale umgeben, sondern steht mit der offenen Unterseite des Kopfschildes in Verbindung, bildet also eine Einbuchtung des inneren Grenzrandes des Umschlags. Bei dieser Wulst lässt sich keine Gabelung in zwei Äste feststellen. Sie erscheint nur als kurzer starker Strang. Senkrecht zu ihm sind wiederum in der Richtung radial auf das Auge zu einige leichtere Wülste wahrnehmbar (Fig. 12b).

Ein besonders deutliches Bild ergibt sich bei *Ptychopyge angustifrons*. Hier ist bei einem Exemplar der Abdruck der Unterseite mit dem Umschlag der Wangen und der Pleuren im weichen mergeligen Gestein sehr gut erhalten (Taf. IX, Fig. 2, vgl. auch Taf. VI, Fig. 2 u. 5). Ebenso wie bei *Pseudasaphus globifrons* muss

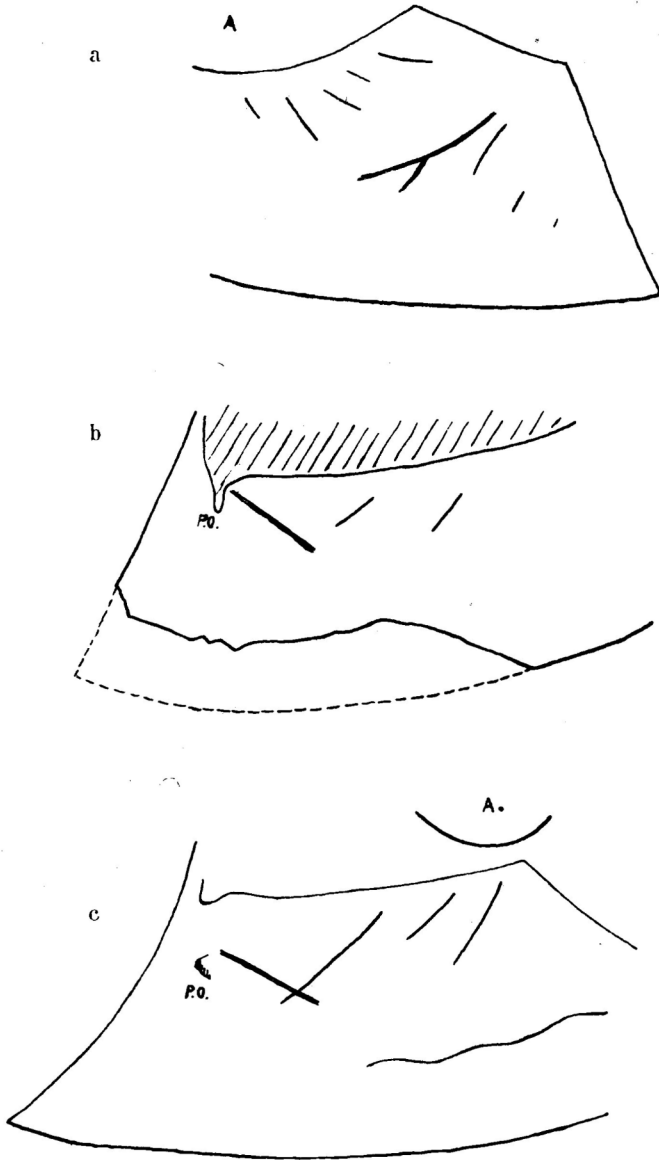


Fig. 12. Schematische Darstellung des Verlaufs der Gefässtränge auf der freien Wange nach Taf. VIII, Fig. 4 u. Taf. IX, Fig. 1 u. 2. A — Lage des Auges, P. O. — Pandersches Organ.

a. — *Pseudasaphus tecticaudatus*, Oberseite der linken Wange.

b. — *Pseudasaphus globifrons*, Umschlag der linken Wange.

c. — *Ptychopyge angustifrons*, Abdruck des Umschlags der rechten Wange.

hier unter dem Umschlag der Wange ein starker Gefässtrang liegen, der auf dem Umschlag als Wulst und im Abdruck als Furche erscheint. Der Verlauf ist der gleiche, wie bei *Pseudasaphus globifrons*, zwischen der Öffnung des Panderschen Organs und dem inneren Grenzrand des Umschlags verliert sich die Furche. Drei radial auf das Auge zulaufende Linien sind als leichte Furchen gleichfalls zu erkennen, die Hinterste von ihnen kreuzt den Hauptstrang in einem Winkel von etwa 60°. Eine weitere deutlich ausgeprägte Furche läuft in einer unregelmässigen Wellenlinie im vorderen Teil des Wangenumschlags in gleicher Richtung mit den Terrassenlinien etwa parallel dem Aussenrand der Wange. (Fig. 12c.)

Derartige verästelte Gefässtränge auf der Trilobitenwange werden von Jaekel (1901) als Leberschläuche gedeutet. Analog den Verhältnissen bei *Limulus* unterscheidet Jaekel auf der Trilobitenwange zwei Hauptstämme, die zu dem in der Glabella anzunehmenden Darm führen, und in die vielfach verzweigte feine Kanäle einmünden. Lindström (1901) deutet ebenfalls in Analogie zu *Limulus* die gleichen verzweigten Kanäle als Blutgefässe, die zum zentralen Teil des Blutkreislaufs in der Glabella führen. In der Glabella sieht Lindström ausser dem Raum für das Zentrum des Blutkreislaufs vor allem den Raum für eine starke Muskelgruppe (1901, S. 19), nicht wie es heute feststeht, den Vormagen. So ist der Deutung Jaekels der Vorzug zu geben, wie es unter anderen auch Raymond (1920) tut. Trotzdem ist aber das Vorhandensein von stärkeren Blutgefässen in den Wangen, die sich in der Schale abdrücken und so auf der Aussenseite der Schale als Wülste zutage treten, nicht auszuschliessen, und dieses scheint hier bei *Pseudasaphus* und *Ptychopyge* gleichfalls vorzuliegen. Die radial auf das Auge zu und damit zur Glabella verlaufenden Gefässtränge würden den Leberschläuchen im Sinne Jaekels entsprechen, während der quer dazu liegende starke Gefässtrang, der bei *Pseudasaphus globifrons* und *P. tecticaudatus* den gleichen Verlauf nimmt, ebenso wie auch bei *Ptychopyge angustifrons*, als Blutgefäss zu deuten wäre. Die Endigung dieses Blutgefässes in der Nähe der Austrittöffnung des Panderschen Organs könnte auf das Vorhandensein einer dort belegenen Drüse, die nach obigem eine Exkretionsdrüse sein müsste, hinweisen. Der bei *Ptychopyge angustifrons* dem Aussenrand der Wange parallel laufende Strang wäre ebenfalls als Abdruck eines Blutgefässes zu deuten.

## Literatur über das Pandersche Organ.

- A. v. Volborth, 1857, in Verhandlungen der Russ. Kais. Min. Gesellsch. zu St. Petersburg.
- A. v. Volborth, 1863, „Über die mit glatten Rumpfgliedern versehenen russischen Trilobiten“.
- E. v. Eichwald, 1860, *Lethaea Rossica*.
- E. Billings, 1870, „Note on some specimens of Lower Silurian Trilobites“.  
— *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, vol. 26.
- H. Woodward, 1870, „Note on the Palpus and other Appendages of *Asaphus* from the Trenton Limestone“. — *Ibid.*
- Barrande, 1872, „Système silurien du Centre de la Bohême“, *Suppl. au Vol. I*.
- W. C. Brögger, 1882, „Die Silurischen Etagen 2 und 3“.
- W. C. Brögger, 1866, „Über die Ausbildung des Hypostomes bei einigen skandinavischen Asaphiden“. — *Svenska Vet. Akad. Bih. till Hndl.*, Bd. 11 Nr. 3.
- Fr. Schmidt, 1898—1906, „Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten“, *Abt. V*.  
Lief. I. *Mém. Acad. Imp. Sc. St. Petersburg. ser. 8*, Bd. VI, Nr. 1. 1898.  
Lief. II. *ibid.* Bd. XII, Nr. 8, 1901.  
Lief. III. *ibid.* Bd. XIV, Nr. 10, 1904.  
Lief. IV, *ibid.* Bd. XIX, Nr. 10, 1906.
- P. E. Raymond, 1920, „The Appendages, Anatomy, and Relationships of Trilobites“. — *Mem. Connect. Acad. Vol. VII*.
- A. Öpik, 1927, „Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C<sub>2</sub>-)Stufe in Eesti. II.“  
— *Act. et Com. Univ. Tart. A XII. 3*.

### Weitere benutzte Literatur.

- Fr. Schmidt, „Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten“.  
1881, *Abt. I. Mém. Acad. Imp. Sc. St. Petersburg. Bd. XXX*, Nr. 1.  
1885, *Abt. II. ibid. Bd. XXXIII*, Nr. 1.  
1894, *Abt. IV. ibid. Bd. XLII*, Nr. 5.  
1907, *Abt. VI. ibid. Bd. XX*, Nr. 8.
- G. Holm, 1886, „*Iliaeniden*“. *Rev. d. ostb. sil. Tril. v. F. Schmidt Abt. III*.  
— *Mém. Acad. Imp. Sc. St. Petersburg, VII. Ser. Bd. XXXIII*, Nr. 8.
- W. Lamansky, 1905, „Die ältesten silurischen Schichten Russlands (Etage B)“.
- H. Bekker, 1921, „The Kuckers stage of the Ordovician Rocks of NE Estonia“.

- A. Öpik, 1925, „Beiträge zur Kenntnis der Kukuruse-(C<sub>2</sub>-)Stufe in Eesti, I.“ Act. et Com. Univ. Tart. A VIII, 5.
- A. Öpik, 1928, „Beiträge zur Kenntnis der Kukuruse-(C<sub>2</sub>- C<sub>3</sub>-)Stufe in Eesti, III“, Act. et Com. Univ. Tart. A XIII, 11.
- A. Öpik, 1929, „Über Muskelhaftstellen der Glabella von *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh. und über die Funktion der Fazialsutur“. — Sitzungsber. d. Natf. Ges. b. d. Univ. Tart. Bd. 35, H. 3—4.
- A. Öpik, 1930, I, „Beiträge zur Kenntnis der Kukuruse-(C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>) Stufe in Eesti IV“, Act. et Com. Univ. Tart. A XIX, 2.
- A. Öpik, 1930, II, „Brachiopoda Protremata der estländischen ordovizischen Kukuruse-Stufe“, S. 12—19 u. Tabelle. Act. et Com. Univ. Tart. A XVII, 1.
- C. Wiman, 1907, „Studien über das nordbaltische Silurgebiet II“. — Bull. of the Geol. Inst. of Upsala, Vol. VIII.
- E. Warburg, 1925, „The Trilobites of the Leptaena Limestone in Dalarne“. Chr. Poulsen, 1927, „The Cambrian, Ozarkian and Canadian faunas of Northwest Greenland“.
- Salter, 1864—83, „A Monograph of British Trilobites“.
- G. Lindström, 1901, „Researches on the visual organs of the Trilobites“. — Kgl. Svensk. Vet. Ak. Handl. Bd. 34, Nr. 8.
- I. F. Pompeckj, 1892, „Bemerkungen über das Einrollungsvermögen der Trilobiten“. — Jahresh. d. Ver. f. Vaterl. Naturk. Württemberg, 48. Jahrg.
- O. Jaekel, 1901, „Über die Organisation der Trilobiten“. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 53.
- R. Richter, 1919, „Vom Bau und Leben der Trilobiten I“. — „Senckenbergiana“ I, 6.
- R. Richter, 1920, „Vom Bau und Leben der Trilobiten II“, „Senckenbergiana“ II, 1.
- R. Richter, 1923, „Vom Bau und Leben der Trilobiten III, IV“ Palaeont. Hungarica Vol. 1.
- R. Richter, 1925, „Vom Bau und Leben der Trilobiten V“, Zentralbl. f. Min.
- R. Richter, 1926, „Vom Bau und Leben der Trilobiten VI“, Zoolog. Anz. Bd. LXV, 11/12.
- R. Richter, 1922, „Über einen Fall äusserster Rückbildung des schizochroalen Trilobitenauges“. — Zentralbl. f. Min. Nr. 11.
- R. & E. Richter, 1918, „Von unseren Trilobiten II“, 47. Ber. d. Senck. Nat. Ges.
- R. & E. Richter, 1924—32, „Unterlagen zum Fossilium Catalogus, Trilobitae I—VI“. — „Senckenbergiana“.
- A. Born, 1919, „Zur Organisation der Trilobiten“. — „Senckenbergiana“ Bd. 1, Nr. 5.
- F. Broili, 1930, „Weitere Funde von Trilobiten mit Gliedmassen aus dem Rheinischen Unterdevon.“ Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 64, Abt. B.
- C. D. Walcott, 1894, „Note on some appendages of the trilobites“. — Proc. of the Biolog. Soc. of Washington. Vol. IX.
- C. D. Walcott, 1908, „Cambrian Geology and Paleontology, Nr. 2 Cambrian Trilobites“. — Smithsonian Misc. Coll. vol. LIII.
- P. E. Raymond, 1910, „Notes on Ordovician Trilobites II, IV“ Ann. Carn. Mus. Vol. VII, Nr. 1.

- P. E. Raymond and I. E. Narraway, 1910, „Notes on Ordovician Tri-lobites III“. Ann. Carn. Mus. Vol. VII, Nr. 1.
- P. E. Raymond and I. E. Narraway, 1908, „Notes on Ordovician Tri-lobites: Illaenidae“. Ann. Carn. Mus. Vol. IV.
- T. Kobayashi, 1934, „The Cambro-Ordovician Formations and Faunas of South-Chosen“. Journ. of the Fac. of Sc. Sect. II, Vol. III, Part 8.
- F. R. C. Reed, 1930, „A Review of the Asaphidae“. Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. 10, Vol. V.
- J. Walther, 1919, „Allgemeine Paläontologie I, II, III“.
- E. Dacqué, 1921, Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere.
- R. Hertwig, 1923, Lehrbuch der Zoologie.
- Kükenthal, 1926/27, Handbuch der Zoologie III, 1 H. K. Zimmer, Crustaceen.
- C. Grobben, 1880, „Die Antennendrüse der Crustaceen“. Arb. a. d. Zool. Inst. d. Univ. Wien u. d. Zool. Stat. i. Triest, Bd. 3.
- A. Lang, 1913, Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere: W. Giesbrecht: Crustacea.
-

### **Erklärung der Tafeln.**

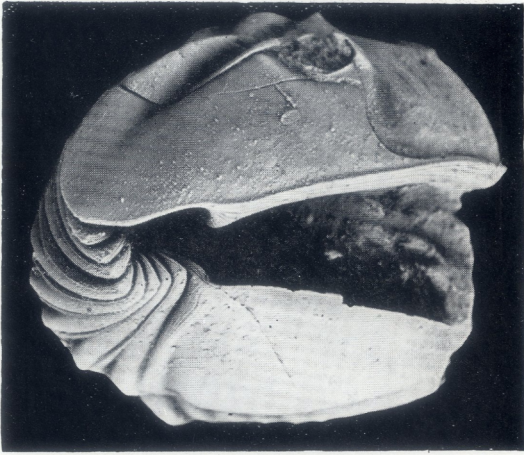
Abkürzungen: Mus. Tartu — Geologisches Museum der Universität Tartu.

Mus. Tall. — Museum der Estländischen Literarischen Gesellschaft in Tallinn (Provinzialmuseum in Reval.).

Die Aufnahmen sind unter Leitung des Herrn Prof. A. Ö p i k im Geologischen Institut der Universität Tartu ausgeführt worden. Die Objekte wurden mit Chlorammonium vorwiegend nach der M a t e r n'schen Methode bestäubt.

## Tafel I.

- Fig. 1—8. *Asaphus expansus* Dalm. vom Wolchow (Isвос und Obuchowo).
- Fig. 1. Unvollständig eingerolltes Exemplar von Isвос am Wolchow, 2 × vergr., coll. Mickwitz, Mus. Tall.
- Fig. 2. Unterseite der freien Wange und der drei ersten Pleuren der linken Seite untereinandergeschoben, 4 × vergr. (Vgl. Textfig. 10a.)
- Fig. 3. Unterseite der 7. und 8. Pleure und des Pygidiums der rechten Seite, 4 × vergr. (Vgl. Textfig. 10b.)
- Fig. 4. Unterseite einer Pleure (dritte) der linken Seite mit den Terrassenlinien, 4 × vergr. (Vgl. Textfig. 5.)
- Fig. 5. Unterseite einer Pleure der rechten Seite. Der vordere Teil der Grenze des Umschlags bildet die über die Pleurenebene erhobene Lippe (der Grenzrand des hinteren Teils ist z. T. beschädigt), 4 × vergr.
- Fig. 6. Unterseite eines Teils einer Pleure (fünfte) der rechten Seite mit pyritisiertem Grenzrand des Umschlags an der hinteren Spitze, 4 × vergr.
- Fig. 7. Unterseite eines Teils einer Pleure (sechste) der rechten Seite mit dem dünnen (= weissen) Grenzrand des Umschlags und Pyritkristallen, 4 × vergr.
- Fig. 8. Unterseite zweier Pleuren der linken Seite, 4 × vergr.



1.



4.

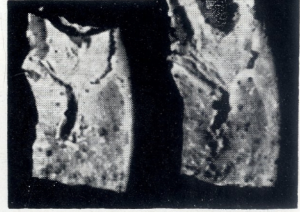


5.



2.

3.



6.

7.



8.

Tafel II.



## Tafel II.

Fig. 1—4. *Asaphus lepidurus* Nieszk. von Iswos am Wolchow.

Fig. 1. Unterseite zweier untereinandergeschobener Pleuren der linken Seite  
4 × vergr.

Fig. 2. Unterseite einer linken Wange mit dem Umschlag und dem Panderschen Organ, 4 × vergr.

Fig. 3. Unterseite einer Pleure (vierte) der rechten Seite, 4 × vergr. Die Terrassenlinien auf der Lippe, vorne, (Bruchstück) sind grob, im hinteren Teil fein und bogenförmig.

Fig. 4. Unterseite eines Teils einer Pleure (dritte) der rechten Seite mit dem Panderschen Organ, 4 × vergr.

Fig. 5. *Asaphus raniceps* v. r. *Lamanskiü* Sch m. Obuchowo am Wolchow. Unterseite einer Pleure (fünfte) der linken Seite (in Bruchstücken) 4 × vergr. Man erkennt am Hinterrand der Pleure (links) die lange Spitze mit dem geradlinigen Grenzrand des Umschlags. Die Lippe im vorderen Teil ist deutlich. Die Öffnung des Panderschen Organs fällt in die Bruchlinie.

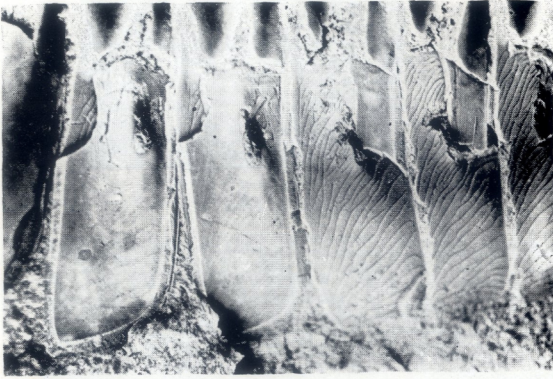
Fig. 6. *Asaphus raniceps* Dal m. Iswos am Wolchow. Unterseite eines Teils zweier Pleuren der rechten Seite mit dem Grenzrand des Umschlags und den Panderschen Organen, 4 × vergr.

Fig. 7. Vierte Pleure der rechten Seite von *Onchometopus Volborthi* Sch m. (Fig. 8) von der Unterseite, 4 × vergr. Die Ecke der Lippe im vorderen Teil ist fortgebrochen, darunter eine Toneisensteinkonkretion (Oolith).

Fig. 8. *Onchometopus Volborthi* Sch m. Obuchowo am Wolchow. Nat. Grösse. Coll. Mickwitz, Mus. Tall.  
Grösse. coll. Mickwitz, Mus. Tall.

Fig. 9. *Asaphus Kowalewskü* Law r. Tallinn C<sub>1</sub> coll. Mickwitz, Mus. Tall. Die Pleuren der rechten Seite 3,7 × vergr. Die Unterseite der 1. bis 5. Pleure als Abdruck im Stein mit teilweiser Erhaltung der Schale des Umschlags weist die ovalen Öffnungen der Panderschen Organe auf.

Fig. 10. *Asaphus Eichwaldi* Sch m., Kunda B<sub>111</sub> coll. Mickwitz, Mus. Tall. Die Pleuren der rechten Seite 3,7 × vergr. Man sieht die Unterseite der 3., 5., 6. und 7. Pleure als Abdruck im Stein mit den spaltförmigen Öffnungen der Panderschen Organe.



1.



4.



2.

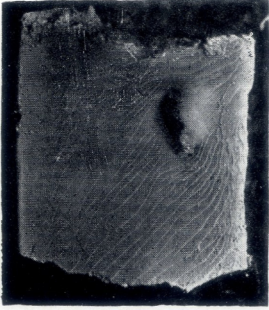


5.



3.

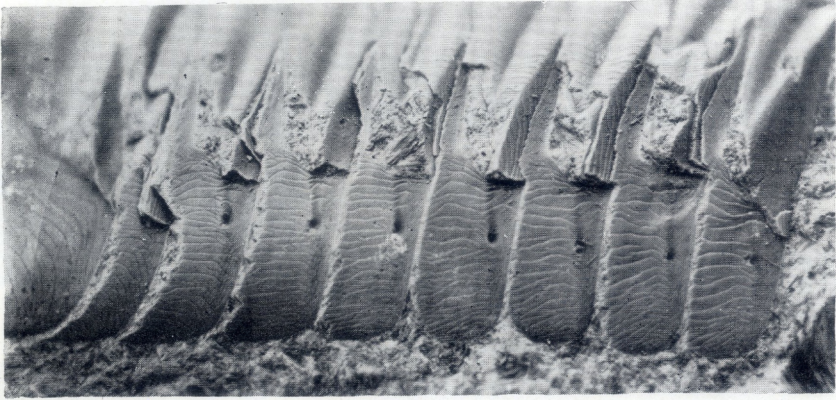
Tafel IV.



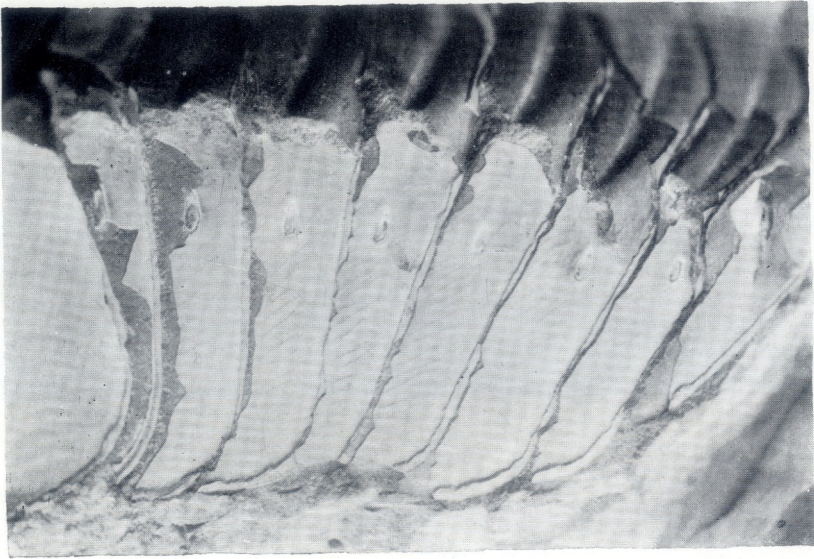
1.



2.



3.



4.

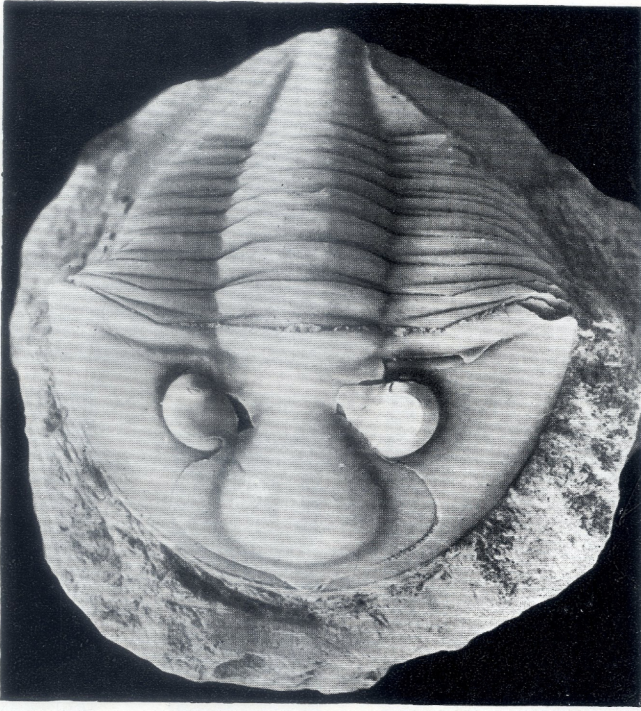
#### Tafel IV.

- Fig. 1. *Isotelus remigium* Eichw. Rakvere (E). Unterseite einer Pleure der linken Seite 5  $\times$  vergr.
- Fig. 2. *Niobe frontalis* Dalm. Isvos am Wolchow, nat. Größe, coll. Mickwitz, Mus. Tall.
- Fig. 3. *Niobe frontalis* Dalm. Paldiski B<sub>11</sub>, coll. Heinrichson, Mus. Tartu. Die Pleuren der rechten Seite 4  $\times$  vergr. Man sieht den Abdruck der Unterseite der 1. bis 8. Pleure im Stein mit den Panderschen Organen und der diagonalen Falte.
- Fig. 4. *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh. Kohtla C<sub>2</sub>, Mus. Tartu (cf. Öpik 1927, Taf. V). Die Pleuren der rechten Seite 2  $\times$  vergr. Man sieht die Innenseite des Pleurenumschlags.

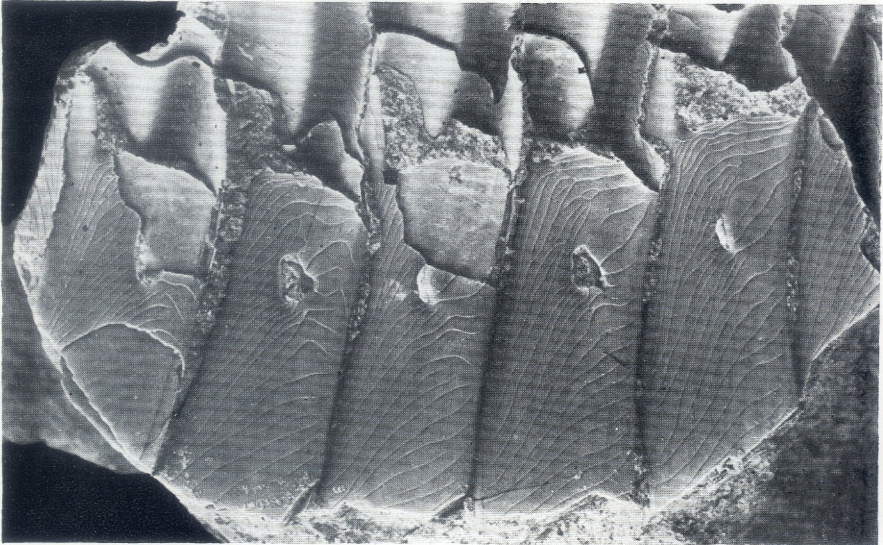
## Tafel V.

Fig. 1. *Pseudasaphus globifrons* Eichw. Tallinn B<sub>III</sub>. 2 × vergr. Coll. Mickwitz, Mus. Tall.

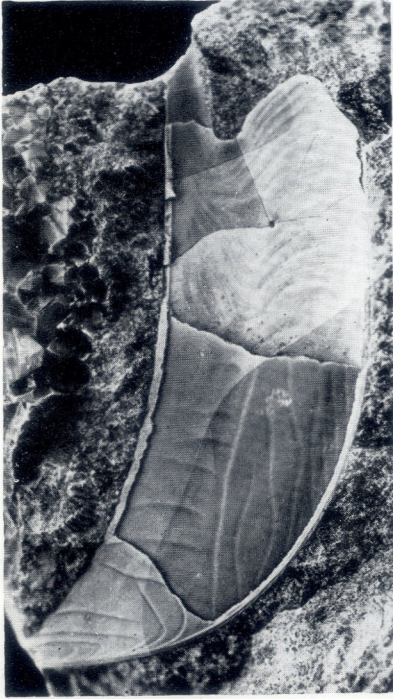
Fig. 2. *Pseudasaphus globifrons* Eichw. Iru B<sub>III</sub>. Mus. Tartu.  
Bruchstück mit Teilen der 3. bis 7. Pleure der linken Seite von der Unterseite, 4 × vergr.



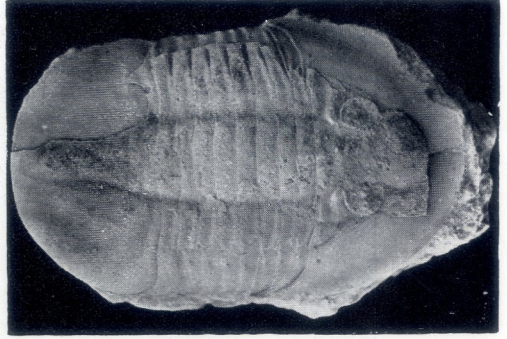
1.



2.



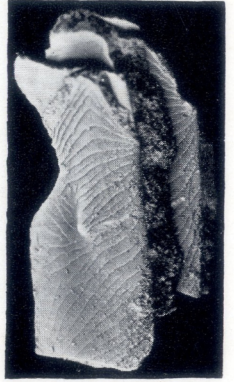
1.



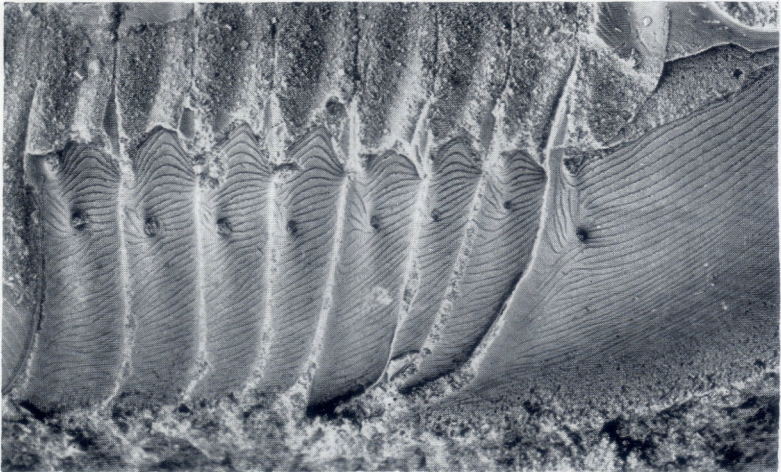
2.



3.



4.



5.

## Tafel VI.

- Fig. 1. *Pseudobasilicus kuckersianus* (Schm.) Eine einzelne Pleure der rechten Seite, 4 × vergr. Man sieht am Pleurenende die obere Schale, darauf den Steinkern des Pleureninneren und schliesslich die Innenseite des Pleurenumschlags mit dem Panderschen Organ.
- Fig. 2. *Ptychopyge angustifrons* Dal m. Godowa am Wolchow. Nat. Größe coll. Mickwitz, Mus. Tall.
- Fig. 3 u. 4. *Ptychopyge angustifrons* Dal m. Teile zweier Pleuren der linken Seite von der Unterseite, 5 × vergr.
- Fig. 5. *Ptychopyge angustifrons* Dal m. Rechte Seite desselben Exemplars wie Fig. 2, 4 × vergr.  
Man sieht die Unterseite der Wange und der sieben Pleuren als Abdruck im Stein. Die Öffnungen der Panderschen Organe sind mit Gesteinsmasse erfüllt.

## Tafel VII.

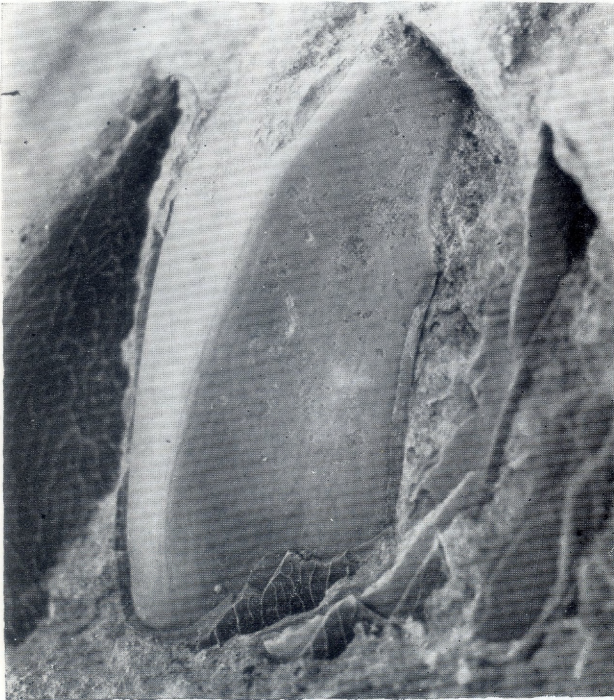
- Fig. 1. *Megalaspis hyorhina* var. *Stacyi* Sch m. Tallinn B<sub>11</sub>. 1,4 × verkleinert, coll. Mickwitz, Mus. Tall.
- Fig. 2. *Megalaspis hyorhina* var. *Stacyi* Sch m. 8. Pleure der rechten Seite desselben Exemplars wie Fig. 1, 3,5 × vergr. Man sieht den Steinkern der Pleurenoberseite und den Vorderrand der Pleure mit der Ausbuchtung.
- Fig. 3. *Megalaspis hyorhina* var. *Stacyi* Sch m. 2. Pleure der rechten Seite desselben Exemplars wie Fig. 1, 4 × vergr. Man sieht einen Teil des Pleurenumschlags und der Öffnung des Panderschen Organs.
- Fig. 4. *Megalaspis acuticauda* A n g. 4. Pleure der rechten Seite von der Unterseite gesehen, 5 × vergr., der Höcker des Panderschen Organs ist direkt über der Bruchlinie undeutlich zu sehen.



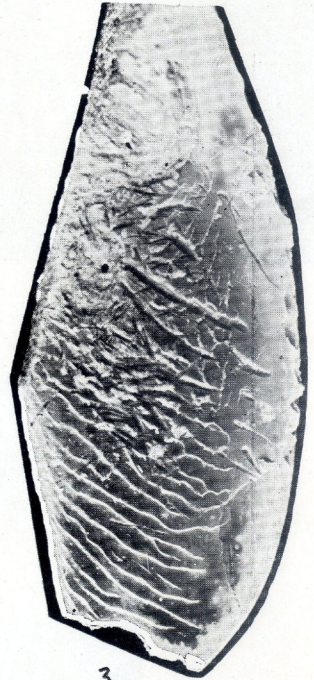
1.



4.

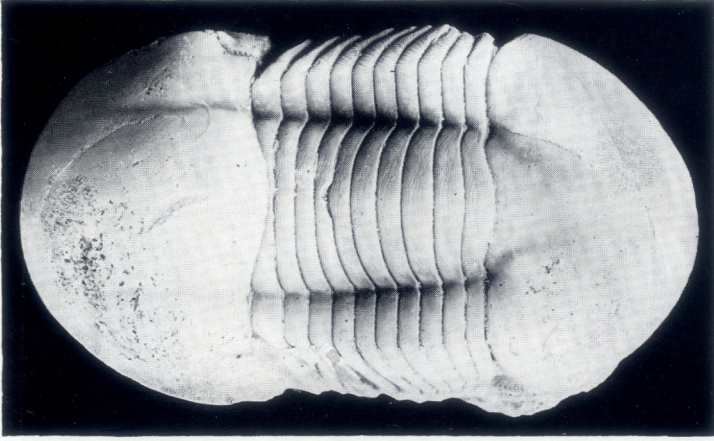


2.

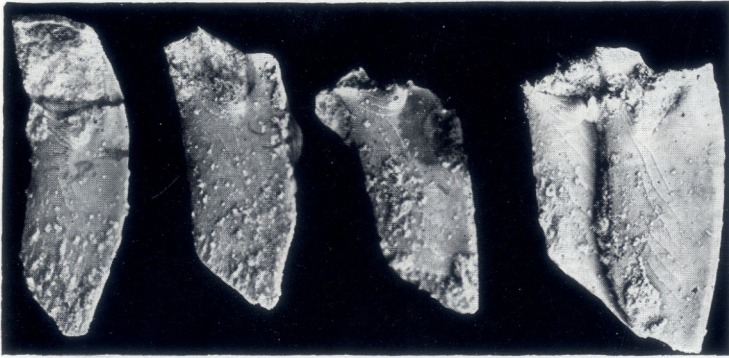


3.

Tafel VIII.



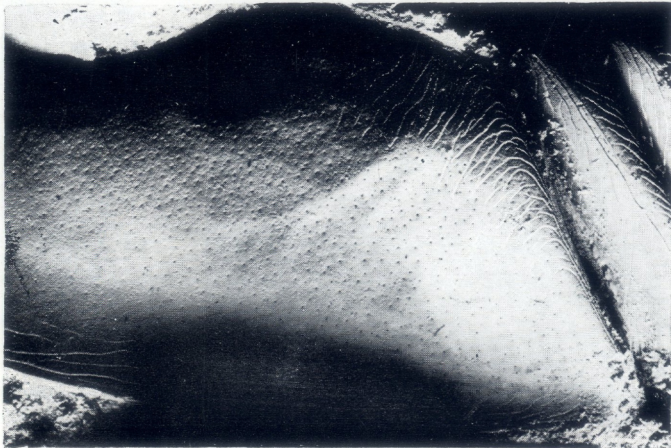
1.



2.



3.



4.

### Tafel VIII.

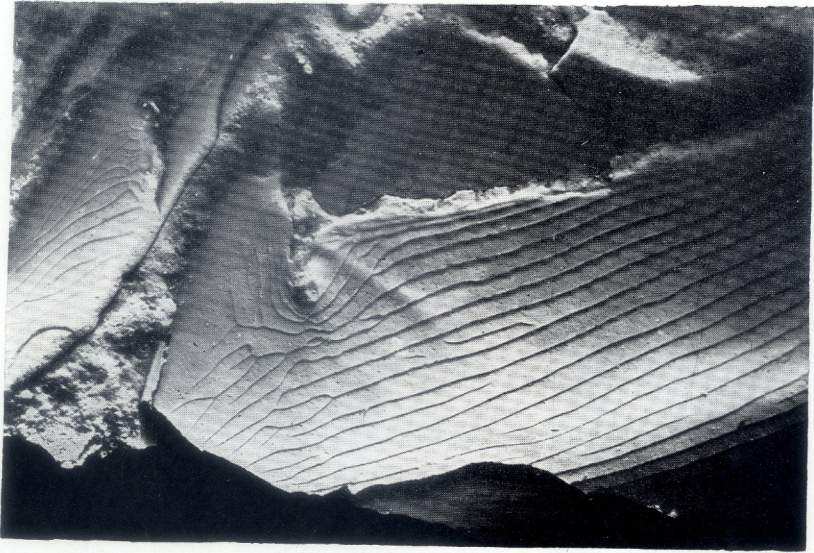
- Fig. 1. *Iliaenus Dalmani* (V o l b.) C<sub>1</sub>, 2 × vergr., coll. Orviku, Mus. Tartu.
- Fig. 2. *Iliaenus Esmarkii* Schloth. Isvos am Wolchow, coll. Mickwitz, Mus. Tall.  
6. bis 10. Pleure der rechten Seite, 5 × vergr. Man sieht den Umschlag der Pleuren und ihren inneren Grenzrand (Vgl. Textfig. 7a).
- Fig. 3. *Iliaenus hudleighensis* H o l m. Pühajõe C<sub>1</sub>, coll. Orviku, Mus. Tartu.  
Eine einzeln liegende Pleure der rechten Seite von der Unterseite gesehen, 5 × vergr. (Vgl. Textfig. 7b.)
- Fig. 4. *Pseudosaphus tecticaudatus* Stein h. Tallinn C<sub>1</sub>, coll. Öpik.  
Freie Wange der linken Seite, 6 × vergr. (Vgl. Textfig. 12a).

## Tafel IX.

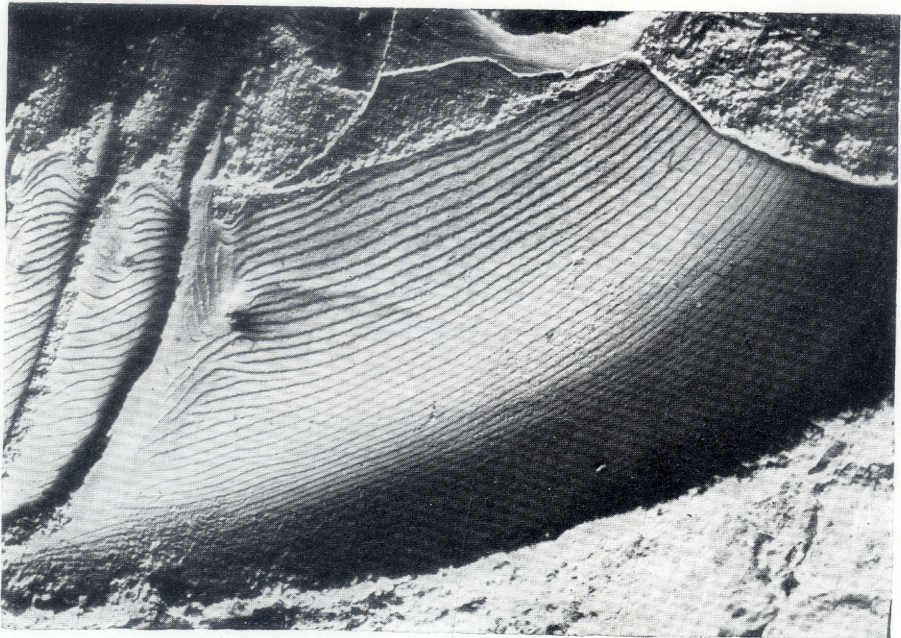
Fig. 1. *Pseudasaphus globifrons* Eichw. Rannamõis C<sub>1</sub>, Mus. Tall.

Umschlag der linken Seite des Kopfschildes, 6 × vergr. (Vgl. Textfig. 12b.)

Fig. 2. *Ptychopyge angustifrons* Dal m. Godowa am Wolchow, coll. Mickwitz, Mus. Tall. (dasselbe Exemplar wie Taf. VI, Fig. 2). Abdruck des Umschlags der rechten Seite des Kopfschildes im Stein 5 × vergr. (Vgl. Textfig. 12c).



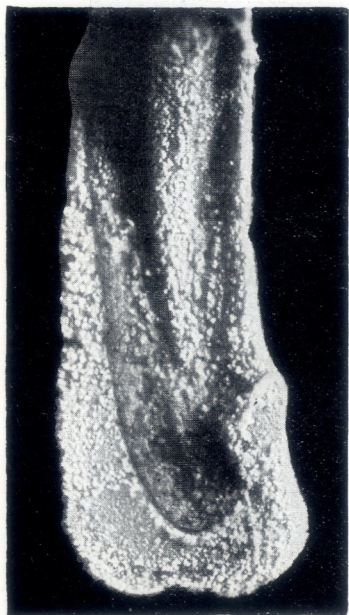
1.



2.

Photo P. S.

Tafel X.



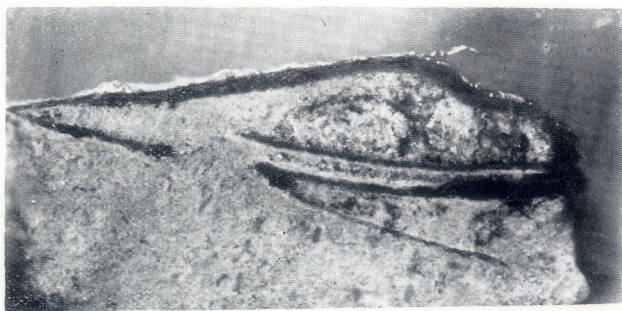
1.



2.



3.



4.



5.

## Tafel X.

- Fig. 1. *Proetus concinnus* Dal m. Saaremaa (Oesel) J. Unterseite einer Pleure der linken Seite 15  $\times$  vergr. (Vgl. Textfig. 9.)
- Fig. 2. *Proetus ramisulcatus* Niesz k. (?) F<sub>1</sub>. Das Ende einer Pleure der rechten Seite von der Unterseite gesehen. Der obere Teil der lippenförmigen Erhebung ist abgebrochen. 15  $\times$  vergr.
- Fig. 3. *Phacops latifrons* Bron n. Gerolstein, Eifel, Unt. Calceola-Schicht. Unterseite einer Pleure der linken Seite 15  $\times$  vergr. (Vgl. Textfig. 8.)
- Fig. 4. *Isotelus remigium* Eich w. Rakvere, E. Anschliff einer Pleure der linken Seite im Querschnitt. Darunter der vordere Teil der dahinterstehenden Pleure, der vor der Öffnung des Panderschen Organs liegt. 14  $\times$  vergr. (Vgl. Textfig. 11c.)
- Fig. 5. *Ptychopyge angustifrons* Dal m. Godowa am Wolchow, coll. Mickwitz, Mus. Tall.  
Anschliff eines verdrückten Exemplars, der einige Pleuren der rechten Seite im Querschnitt zeigt. Bei einer Pleure ist die nach hinten gerichtete Öffnung des Panderschen Organs und an ihrem Rande die Verdickung der Schale der Duplikatur zu sehen. 14  $\times$  vergr. (Vgl. Textfig. 11e.)

## Inhalt.

	S.
Einführung . . . . .	23
Präparation des Materials . . . . .	23
Bisherige Mitteilungen über das Pandersche Organ . . . . .	24
<b>Beschreibung des Panderschen Organs . . . . .</b>	<b>25</b>
Gen. <i>Asaphus</i> Brongn. in den Stufen B <sub>II</sub> —B <sub>III</sub> . . . . .	25
Gen. <i>Onchometopus</i> Schm. . . . .	29
Gen. <i>Asaphus</i> Brongn. in den Stufen B <sub>III</sub> —D <sub>2</sub> . . . . .	30
Gen. <i>Isotelus</i> De Kay . . . . .	32
Gen. <i>Niobe</i> Ang. . . . .	34
Gen. <i>Ptychopyge</i> Ang. . . . .	34
Gen. <i>Megalaspis</i> Ang. . . . .	39
Gen. <i>Ogygiocaris</i> Ang. . . . .	40
Gen. <i>Hemigyraspis</i> Raym. . . . .	40
Zusammenfassung . . . . .	41
<b>Deutung des Panderschen Organs . . . . .</b>	<b>43</b>
Die Pleurenunterseite bei Illaeniden . . . . .	43
"      "      "  Symphysuriden . . . . .	46
"      "      "  Phacopiden . . . . .	47
"      "      "  Proetiden . . . . .	48
Bisherige Deutungsversuche . . . . .	49
Deutung nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen: . . . . .	51
Die Erhebung resp. der Höcker . . . . .	51
Die Öffnung . . . . .	54
Gefässabdrücke . . . . .	57
Literaturverzeichnis . . . . .	60
Erklärung der Tafeln . . . . .	63