

Beitrag zur Kenntniss
der
Quartär- und Silurbildungen
der Ostbaltischen Provinzen
Russlands.

Vorläufige Bericht
von
Doctor Gerhard Holm
aus **Upsala.**

Aus den Verhandl. der Kaiserl. Mineralog. Gesellschaft, neue Serie,
Bd. 22, (1885), besonders abgedruckt.

TTÜ GEOLOGIA INSTITUUT
RAAMATUKOGU

Nr. 5460

Bericht über geologische Reisen in Ehistland, Nord Livland und im St.-Petersburger Gouvernement ¹⁾ in den Jahren 1883 und 1884.

von

Doctor **Gerhard Holm** aus Upsala.

Im Frühling des Jahres 1883 trat ich von Schweden aus eine ausländische Reise an. Mein Zweck war die Silur- und Quartärbildungen, mit deren Studium ich seit vielen Jahren mich in Schweden beschäftigt hatte, in den Nachbarländern kennen zu lernen, und ihre Beziehung zu den entsprechenden schwedischen Bildungen eingehend zu verfolgen. Durch die grosse, ausserordentliche Freundlichkeit und Güte des Herrn Akademiker Friedr. Schmidt wurde es mir vergönnt den ganzen Sommer 1883 unter seiner so lehrreichen, interessanten und ausgezeichneten Führung auf Ehistland und Nord Livland zu verwenden. Diese Provinzen, sowohl das Festland als die Inseln, wurden von uns in allen Richtungen durchkreuzt, und die wichtigsten Steinbrüche und Quartäraufschlüsse mir von meinem lebenswür-

¹⁾ Diese Arbeit erscheint gleichzeitig in russischer Sprache in den Nachrichten des geologischen Comité, in dessen Auftrag und mit dessen Mitteln die Untersuchungen des Verfasser's z. Th. ausgeführt wurden.

digen Führer gezeigt. Die Resultate unserer mehr als 4 Monate ununterbrochen fortgesetzten Reisen waren nicht unbedeutend. Da aber ein fortgesetztes Studium besonders der Quartärbildungen im oestlichen Ehistland, welchen Theil wir im Sommer 1883 nur flüchtig bereist hatten, sehr wünschenswerth war, nahm ich mit Dankbarkeit das Angebot an, auch im jetzt vergangenen Sommer 1884 eine Zeit lang in Ehistland als Begleiter und Gehülfe des Akademikers Schmidt mich an dessen Untersuchungen im Auftrage des Geologischen Comité zu betheiligen.

Ich will im folgenden, kurzen, vorläufigen Bericht versuchen, die wichtigsten Resultate unserer sämmtlichen zweijährigen Reisen zusammen zu fassen und besonders die Vergleichung der Ostbaltischen Ablagerungen mit den Schwedischen vor den Augen zu halten. Ich hoffe später eine ausführlichere Darstellung von einem Theil der Ehistländischen Quartärbildungen, besonders von den Grandrücken (Åsar), mit Karten und Profilen geben zu können.

I. Kambrische und Unter Silurische Bildungen.

Ich gebe hier zuerst eine Serie von genauen Messungen, von einem Theil der Kambrischen und untersten Unter Silurischen Schichten, die ich von Narva bis Baltischport in Ehistland vorgenommen habe, um eine sichere Vorstellung der Tiefe, und der Beschaffenheit des Kambrisch-Silurischen Meeres, und der Schwankungen des Meeresbodens, dieser Zeiten bekommen zu können.

a) Profile.

1. **Narva.** Das steile Ufer der Narova an der Eisenbahnbrücke. Echinosphäritenkalk. Stark dolomitischer Kalk, mehr oder weniger roth gefärbt. Ohne Versteinerungen 3,00 Met. +

Obere Linsenschicht. Grauer Kalk mit Thon-
eisenlinsen 0,30—0,40 Met.

Vaginatenkalk. Grauer dolomitischer Kalk mit
mehroderweniger undeutlichen oderschlecht
erhaltenen Vaginatn Orthoceren 4,00 Met.

Die Grenze nicht scharf.

Untere Linsenschicht. Grauer Kalk mit Thon-
eisenlinsen. Der obere Theil ist stark mer-
gelartig, leicht zerfallend 0,30 Met.

Glaukonitkalk. Grauer und rother Kalk, zu-
weilen dolomitisch, mit kleinen, grünen
Glaukonitkörnen, in dickeren Bänken oder
dünnere Schichten mit Zwischenschichten
von rothem Mergel 3,35 Met.

Glaukonitsand. Die obere Hälfte roth, mergel-
artig, mit Lamellen von rothem Schiefer, reich
an Glaukonit. Die untere Hälfte stark
sandig, in den unterliegenden Sand über-
gehend, rein grün. Die Grenze ist oft scharf
durch eine Schicht von linsenförmigen Kon-
kretionen eines rothbraunen dichten etwas
bituminösen Kalks die Dictyonema fla-
belliforme *Eichw.* einschliessen. 0,15—0,20 Met.

Sand und Sandstein.

a) Rother fester Sand oder Sandstein, dis-
kordant geschichtet, mit abgeriebenen
Obolenfragmenten (2,60 Met.).

b) Konglomerat mit Bruchstücken von ro-
them Sandstein, bald auskeilend.

c) Weisser, weicher Sandstein, nach unten zu mit rothen kugeligen Sandkonkretionen (1,16 Met. +-) 4,20 Met. +-

2. **Peuthof.** Profil am Glint.

Echinosphäritenkalk	}	4,00 Met. +-
Die Grenze nicht scharf		
Obere Linsenschicht	}	
Vaginatenkalk		4,00 Met.
Untere Linsenschicht		0,75 Met.
Glaukonitkalk		2,00 Met. +-

3. **Sackhof.** Profil am Glint.

Echinosphäritenkalk.

Grauer Kalk	0,50 Met. +-
Die Grenze nicht scharf, da die Thoneisenlinsen allmählich aufhören.	
Obere Linsenschicht. Rauchgrauer Kalk mit Thoneisenlinsen	2,00 Met.
Vaginatenkalk. Grauer Kalk. Die unteren Schichten enthalten kleine Glaukonitkörner.	3,80 Met.
Untere Linsenschicht. Rauchgrauer Kalk, mit grossen Thoneisenlinsen	0,40 Met.
Glaukonitkalk. Grauer, etwas krystallinischer Kalk in Bänken und Schichten mit Zwischenschichten von graugrünen Mergel, reich an Glaukonitkörnern. Die Mergelschichten nehmen in Häufigkeit und Dicke nach unten zu	3,55 Met.

Glaukonitsand. An der unteren Grenze eine Schicht von kleinen, unregelmässigen Knollen von dichtem Antraconit einschliessend	1,2 Met.
Dictyonemaschiefer. Schwarzer Alaunschiefer mit untergeordneten kleinen Schichten und Knollen von Antraconit. In dem unteren Theile kommt Dictyonema in dichtem, schieferigem Antraconit vor.	2,60 Met.
Die Grenze nicht scharf, da hier Schiefer- und Sandsteinschichten wechsellagern.	
Sandstein.	
a) Weiss mit dünnen Schichten von schwarzem Schiefer (2,00 Met.).	
b) Diskordant geschichtet mit Unguliten, oberst Schmidtia, unterst Obolus ohne eine scharfe Grenze zwischen ihnen (1,30 M.).	
c) Loserer, feinkörniger ohne Obolen (10,00 Met. +)	13,30 Met. +

4. Asserin. Profil am Glint.

Echinosphäritenkalk	} 6,00 Met. +
Obere Linsenschicht	
Vaginatenkalk. Dünngeschichteter grünlichgrauer Kalk, reich an mergeligen Zwischenschichten, aber zuweilen 0,5 Met. dicke Bänke bildend	4,00 Met.
Untere Linsenschicht. Von gewöhnlichem Aussehen	0,50 Met.

Glaukonitkalk.

a) Feste Bänke (2,40 Met.).

b) Blau-grüner Lehm mit Konkretionen von
stark glaukonithaltigen Kalk (0,20 Met.). 2,60 Met.

Glaukonitsand. Sehr lose, lehmig.

Schwarzer Schiefer.

Sandstein.

Sand, weisser mit dünnen Schieferschichten

Sand mit Obolen

Sandstein.

Blauer Thon.

5. Jaggowallscher Wasserfall.

Obere Linsenschicht. Grauer Kalk mit *Orthoceras Barrandei Dew.* 0,30 Met. +

Vaginatenskalk. Die oberste Schicht noch mit *Orthoceras vaginatum Schloth.* und *Atrypa nucella Dalm.* Grauer, heller Kalk, oben dickere Bänke, unten dünnere Schichten bildend. Er schliesst unregelmässige Hohlräume, mit Kalkspathdrusen ein 3,20 Met.

Untere Linsenschicht. Rauchgrauer stark mergliger Kalk mit grossen, flachen Thoneisenlinsen 0,20 Met.

Glaukonitkalk in mehr oder weniger dicken Bänken und Schichten. Der obere Theil hauptsächlich aus Kalkbänken bestehend, der mittlere mehr dünn geschichtet mit dicken Zwischenschichten von hellgrünem lehmigem Mergel 3,10 Met.

Glaukonitsand. Lehmig oder mergelig, beinahe nur aus Glaukonitkörnchen bestehend, sehr weich oder mit etwas festeren Partien. 0,80 Met.

Dictyonemaschiefer. Schwarzer fester, dickschiefriger Schiefer 0,40 Met. +

6. **Reval.** Profil bei der Gelegenheit der Canalisation des Domes von Ingenieur A. Mickwitz aufgenommen.

Glaukonitkalk 3,70 Met. +

Glaukonitsand 1,06 Met.

Dictyonemaschiefer 4,40 Met.

Sandstein 6,40 Met. +

7. **Reval. Lacksberg.** Profil in einem Bach.

Obere Linsenschicht. Grauer Kalk mit Thoneisenlinsen 0,30 Met. +

Die Grenzfläche sehr scharf.

Vaginatenskalk. Hellgrauer Kalk. Die Schichtfläche nach unten sehr scharf, gewöhnlich konglomeratartig mit grossen schwarzen Phosforitknollen 0,60 Met.

Untere Linsenschicht fehlt ganz und gar.

Glaukonitkalk. Der oberste mit dem Vaginatenskalk zusammen gewachsene Theil konglomeratisch mit unregelmässigen Phosforitknollen.

8. **Leetz.** Profil am Glint in der Nähe von Leppiko.

Echinosphäritenkalk. Grauer harter Kalk in dickeren Bänken oder in dünneren Schichten 1,12 Met. +

Obere Linsenschicht. Rauchgrauer Kalk mit kleinen Thoneisenlinsen, nur zwei Schichten (0,16 + 0,12 Met.)	0,28 Met.
«Vaginatenkalk». Kalksandstein, theilweis breccien- oder konglomeratartig mit eingeschlossenen Bruchstücken von sandigem Kalke und schwarzen Phosforitknollen. Oberst und unterst ist er mehr sandsteinartig, der mittlere Theil dagegen konglomeratisch	0,48 Met.
Die Grenzfläche sehr zackig.	
Glaukonitkalk. Grauer mehr oder weniger glaukonitreicher Kalk in Bänken oder dünneren Schichten und mit Zwischenschichten von graugrünem lehmigem Mergel	1,70 Met.
Glaukonitsand. Mehr oder weniger sandiger oder glaukonit reicher	1,00 Met. +
Dictyonemaschiefer	2,00 Met. +

9. **Packerort.** Profil am Glint bei dem Leuchtthurm.

Glaukonitkalk.

Glaukonitsand nach oben zu reicher an Glaukonit und mergliger, nach unten stark sandig, durch feinem Quartsand, mehr oder weniger fest	5,50 Met.
--	-----------

Dictyonemaschiefer. Braun-schwarzer Alaunschiefer, reich an Dictyonema, dünnblättrig	3,00 Met.
--	-----------

Sandstein.

- a) Die oberste Schicht sehr fest da die Sandkörner durch Schwefelkies verkittet

sind. Die Oberfläche dieser Schicht zeigt ausgezeichnet deutlich Wellenspurten.

b) Ziemlich grober Sand, geschichtet, mit Obolenfragmenten (3,00 Met.).

c) Sandstein mit Schieferlamellen (0,80 M.).

d) Weisser, feiner, loser Sandstein (2,50 Met. +) 6,30 Met. +-

10. **Klein Rogö.** Profil am Strande.

Obere Linsenschicht 0,12 Met. +-

«Vaginatenkalk». Sandiger Kalk, Kalksandstein, Sandstein stark konglomerat- oder breccienartig mit Phosforitknollen. Die Bruchstücke des Konglomerats bestehen aus reinerem etwas sandigem Kalk. Oberst eine 0,09 Met. mächtige Bank von nicht konglomeratartigem, weniger sandigem Kalk. 1,14 Met.

Glaukonitkalk 0,50 Met. +-

b) **Bemerkungen und Vergleichung mit Schweden (Oeland).**

1. Blauer Thon und Ungulitensand. Dass der blaue Thon auch Schichten oder Partien von einer rothbraunen Farbe einschliesst, habe ich früher nicht erwähnt gesehen. Bei Kunda habe ich diesen rothbraunen Thon besonders beobachtet. Er scheint dem obersten Theile anzugehören. In einem Durchschnitt am Wolchow, Staraja Ladoga gegenüber, kamen auch rothbraune Thonschichten mit Sandsteinschichten wechsellagernd unter dem Horizonte mit Obolus Apollinis Eichw. vor. Da der Thon rothbraun ist, hat er besonders was die Farbe angeht, eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Quartären geschichteten glacialen Thon (Hvarfvig lera) und ich glaubte

bei Kunda eine Zeitlang, das ich den letztern vor mir hätte, da ich nicht wusste, dass der Kambrische Thon eine ähnliche Farbe annehmen kann. In dem Museum zu Reval befindet sich von den obersten mit Sandstein wechselnden Partien des blauen Thones (von Chudleigh) stammend ein Fossil, was mit dem von *Linnarsson* aus dem sogenannten Eophytonsandstein von Lugnås in Schweden zu den Seesternen gerechneten übereinstimmt, die später von *Nathorst* für innere Ausfüllungen von Medusen erklärt worden sind. Auch andere Abgüsse auf der unteren Fläche der Sandsteinschichten, die mit solchen aus dem Eophytonsandstein eine grosse Aehnlichkeit haben, sind in denselben Schichten gefunden. Man hat in Folge dessen den blauen Thon mit dem Eophytonsandstein parallelisiren wollen. Da die Abgüsse auf den Schichtflächen, wie *Nathorst* auch gezeigt hat, nur Spuren sind von Thieren die auf dem Strande gekrochen, oder allerlei Resten die von dem Wasser getrieben sind, so können sie eben so wenig als die oben erwähnten inneren Abgüsse von Medusen dazu dienen, Schichten in der Zeit zu parallelisiren. Solche Spuren kommen in vielerlei Ablagerungen vor, wo feine Sandsteinschichten mit Thonschichten wechsellagern, und sind nur Zeichen von einem zeitweilig trocken-gelegenen Ufer. Ich bin geneigt den obersten Theilen wenigsten des blauen Thones ein viel jüngeres Alter zu zuthellen, wie ich gleich zu zeigen versuchen werde.

Bis vor kurzem kannte man in Schweden nur eine Obolusschicht, das sogenannte Oboluskonglomerat in Dalekarlien, welche man möglicherweise mit den Obolusschichten Ebstlands zusammenstellen konnte. Dessen Alter war aber unmöglich genauer zu fixiren, als dass es älter als der Grünsand ist, da es unmittelbar auf dem Urgebirge auflagert. Zu einer genaueren Zeitbestimmung, für den Ebstländischen Ungulitensand konnte es also nicht dienen. Im Sommer 1882 traf ich auf dem nördlichen Theil der Insel Oeland ein Oboluskonglomerat, das mit Sicherheit mit den Ebstländischen Obolusschichten zu parallelisiren ist, und wodurch eine Alterbestimmung möglich wird. Es

besteht aus einer dunklen, kalkigen Grundmasse, welche die Obolen und Bruchstücke von älteren Schichten einschliesst. Dass die Obolen dem jüngeren Bindemittel zugehören, ist vollkommen sicher. Sie scheinen mit dem Ehtländischen Obolus Apollinis *Eichw.* identisch zu sein. Die Bruchstücke, von denen das Konglomerat ganz erfüllt ist, stammen sowohl von den Olenusschichten, sogar den aller obersten, als von den Paraloxydenschichten. Das Konglomerat wird dort von Glaukonitsand überlagert. Ihre Bildung liegt also in der Zeit zwischen dem Absatz der jüngsten Olenusschichten und des Glaukonitsandes. Das Alter des Ehtländischen Ungulitensandes wird also wahrscheinlich auch jünger, als die Olenusschichten sein. Da in Ehtland keine Zeichen einer grösseren Erosion (wie Konglomerate oder eine unregelmässiger Lagerung), weder in dem Ungulitensande oder in dem oberen bekannten Theil des blauen Thones zu finden sind, so darf man vielleicht annehmen, dass ihre Ablagerung ganz ruhig und ununterbrochen stattgefunden hat. Ich will daher als meine Meinung aussprechen, dass der obere Theil wenigstens des blauen Thones von dem Alter der Olenusschichten in Schweden ist. Da der blaue Thon aber, wie die Tiefbohrung in St. Petersburg gezeigt hat, eine so grosse Mächtigkeit hat, so ist wohl zu vermuthen, dass ein Theil auch älter sein dürfte.

2. Dictyonemaschiefer. Wie *Schmidt* erwähnt, hat sich der Dictyonemaschiefer bis Narva vollständig ausgekeilt. An der Grenze zwischen dem Glaukonitsand und Ungulitensand fanden wir dort eine Reihe von kleinen flachen, rothbraunen Kalkkonkretionen, beim Reiben bituminös riechend, die Abdrucke von Dictyonema einschliessen. Zuweilen verschmelzen diese Konkretionen und bilden eine 0,01—0,02 Meter mächtige Schicht. Auch auf Oeland ist von Holst Schiefer mit Dictyonema ein Konglomerat (Oboluskonglomerat?) direkt überlagernd gefunden.

3. Der Glaukonitsand, entspricht vollständig einem ähnlichen Horizont auf dem nördlichen Theil der Insel Oeland. Im mittleren und südlichen Oeland keilt sich dagegen der Ceratopygekalk als einige

festen Bänke und Schichten mit einer eigenthümlichen Trilobitenfauna in den Glaukonitsand ein. Die Ceratopygekalkschichten werden nämlich von Glaukonitsand sowohl unter- als überlagert. Im Glaukonitsande kommt auch dort ein *Obolus* vor.

4. Glaukonitkalk. Die untersten Glaukonitkalkschichten mit *Megalaspis planilimbata* *Ang.* entsprechen, wie es schon von *Linnarsson* und *Schmidt* gezeigt ist, dem schwedischen Glaukonitkalk, wie er überall entwickelt ist. So auch auf der Insel Oeland; aber die Fauna des Glaukonitkalkes ist dort eine viel reichere, als gewöhnlich. Dort treten die Gattungen *Harpes*, *Harpides*, *Symphysurus* und *Schumardia* auf, die nicht in den entsprechenden Schichten Ebstlands gefunden sind.

Die mittleren Schichten des Glaukonitkalkes in Ebstland entsprechen gewiss dem unteren rothen Orthocerenkalk auf Oeland. Für diesen sind besonders charakteristisch grosse Pygidien, einer mit *Megalaspis planilimbata* *Ang.* verwandten Art, ohne oder mit sehr schwachen Rippen an den Seitenlappen und mit dem Rande nur hinten etwas hinaufgebogen. Diese Art kommt auch in Ebstland vor, und ist von *Schmidt* als *Meg. limbata* bezeichnet. Weiter ist *Niobe laeviceps* gemeinschaftlich.

Die obersten Glaukonitkalkschichten dagegen, die in Ebstland wenig entwickelt sind, am Wolchow aber sowohl eine ausserordentliche Mächtigkeit erreichen, als eine reiche Fauna, besonders von Asaphiden, enthalten, scheinen auf der Insel Oeland zu fehlen. An der Grenze zwischen dem unteren rothen und unteren grauen Orthocerenkalk kommt dort eine Schicht vor, die durch Anhäufung von Eisen sehr stark roth gefärbt ist und einen eigenthümlichen, schwach gebogenen, sehr niedrig gekammerten, regulären *Orthoceras* mit glatter Schale häufig enthält. In dieser Schicht scheint auch *Orthoceras vaginatum* anzufangen. Eine entsprechende Schicht habe ich in Ebstland nicht auffinden können. Vielleicht kann sie der unteren Linsenschicht, deren Eisengehalt sich als kleine Thoneisensteinlinsen concentrirt hat, entsprechen.

5. Die untere Linsenschicht fehlt bei Reval, und von dort aus weiter nach Westen, wahrscheinlich durch Denudation. Uebrigens scheint sie sehr konstant zu sein und die Grenze sowohl nach unten, als nach oben scharf. Die petrographische Beschaffenheit ist immer dieselbe. Sie besteht immer aus einem rauchgrauen mehr oder weniger mergeligen Kalk mit grossen flachen gelb-braunen Linsen von Thoneisenstein. Ein für diesen Horizont sehr charakteristischer Trilobit ist *Illænus Esmarki Schloth. Holm.* Zusammen mit den glaukonitischen Asaphusschichten entspricht sie dem Asaphuskalk bei Husbyfjöl in der Provinz Ost Gothland, in Schweden.

6. Vaginatenskalk. Der Vaginatenskalk stimmt vollständig mit dem unteren grauen Orthocerenkalk auf Oeland überein. Die untersten Schichten sind ebenso wie auf Oeland glaukonitisch. Im westlichen Ehsland scheint unter einem Theil der Zeit, da der Vaginatenskalk anderweitig auf dem Meeresboden als Kalk abgelagert wurde, eine Hebung stattgefunden zu haben. Die Vaginatenschichten zeigen sich nämlich dort als eine Strandbildung und es ist eben erwähnt, dass die untere Linsenschicht dort fehlt. Bei Reval sind schon die Vaginatenschichten ganz dünn, etwas sandig und die Grenzfläche zwischen dem Vaginatens- und Glaukonitkalk ist stark konglomeratartig und von abgerundeten dunklen Phosforitknollen bezeichnet. Bei Baltischport und auf der Insel Klein Rogö werden sie von einem Kalksandstein, der theilweise beinahe durch seine ganze Masse sehr stark breccien- oder konglomeratenartig ist und Phosforitknollen führt, ersetzt und noch weiter im Westen scheint der Vaginatenskalk von einem breccienartigen Quarzsandstein vertreten zu sein. Auf der Insel Odensholm liegen wohl die Vaginatenschichten unter dem Spiegel des Meeres, aber am Strande findet man häufig Blöcke von einem feinkörnigen weissgrauen Sandstein mit eingeschlossenen grösseren und kleineren Bruchstücken von einem sandigen Kalkstein und von Glaukonitkalk, die durch die starke Brandung hinaufgeworfen sind. Die Hebung muss daher mit abnehmender Intensität von Westen nach Osten ge-

wirkt haben. Von einer solchen Hebung hat man in Schweden keine Spuren gefunden. Die Schwankungen haben dort bei dem Absatz des Glaukonitsandes und Glaukonitkalkes stattgefunden, da diese Schichten dort zuweilen eine konglomeratische Ausbildung zeigen, und gewöhnlich durch Reichthum an Phosforitknollen charakterisirt sind.

7. Echinosphäritenkalk. Wie Fr. Schmidt gezeigt hat, fängt auch der Echinosphäritenkalk mit einer Schicht an, welche sehr reich an kleinen Thoneisensteinlinsen ist, die obere Linsenschicht. Wo sie typisch entwickelt ist, wie z. B. bei Narva, in der Nähe von Reval, bei Karrol und Kandel nördl. von Wesenberg, schliesst sie eine Fülle von Cephalopoden ein, die eine für diesen Horizont ganz charakteristische Fauna bilden. Die am meisten charakteristischen Arten sind *Orthoceras Barrandei Dew.* (= *O. cylindricum Fr Schmidt*) und *Lituites lituus Montf.*, die dort in ungeheuren Massen von Exemplaren auftreten. Eben dieselben Arten nebst einigen anderen, die auch für die obere Linsenschicht charakteristisch sind, kommen auch auf Oeland vor. Sie charakterisiren ein Paar der aller obersten Schichten des oberen rothen Orthocerenkalkes, eben an der Grenze zu dem oberen Grauen. Wie in Ehistland kommen sie auch auf Oeland massenhaft vor. Auch diese Schichten sind sehr stark roth von Eisen gefärbt und die Schalen der Versteinerungen von einer Kruste von Haematit übergezogen. Diese Schicht mussdaher als eine vorzügliche Leitschicht für Ehistland und Oeland angesehen werden.

Im oberen rothen Orthocerenkalk auf Oeland sind von mir Echinosphäriten gefunden, obgleich sie sehr selten zu sein scheinen.

Eine für den mittleren Theil des oberen rothen Kalkes sehr charakteristische Versteinerung sind die grossen Pygidien von *Asaphus platyurus Ang.* Einige bei Chudleigh im Echinosphäritenkalk (obere Linsenschicht?) vorkommende grossen *Asaphuspygidien* (*A. latisegmentatus Nieszk*) haben mit denjenigen von *Asap. platyurus*

eine grosse Aehnlichkeit und sind wahrscheinlich mit dieser Art zu identificiren.

Ich glaube daher, dass die obere Linsenschicht mit dem oberen, Theil wenigsten des oberen rothen Orthocerenkalkes auf Oeland zu parallelisiren ist. Der Echinosphäritenkalk geht ohne scharfe Grenze in die Linsenschicht über. Er muss mit dem oberen grauen Orthocerenkalk zusammengestellt werden. Als für diese Schichten in Ehstland und auf Oeland gemeinsame Cephalopoden will ich *Trocholites incongruus Eichw.* und *Ancistroceras undulatum Boll.* hervorheben. Der aller oberste Theil des Echinosphäritenkalkes ist dagegen vielleicht mit einem Theil des Chasmops- und Cystideenkalkes Schwedens zu parallelisiren.

Was die übrigen Untersilurischen Schichten angeht, so will ich jetzt nur den zum ersten Mal erfolgten Fund von einem *Trinucleus* in der untersten Lyckholmer Schicht bei Jömper in der Nähe von St. Catharinen, erwähnen. Dieser Fund war in sofern sehr wichtig, als er zeigt, dass die untere Lyckholmer Schicht in einer näheren Beziehung zu den schwedischen *Trinucleus*-Schichten stehen muss.

Auf der anderen Seite hat *Schmidt* gezeigt, dass die Lyckholmer-Schicht mit dem schwedischen Leptenakalk, dessen Platz aus stratigraphischen Gründen zweifelhaft war, zu parallelisiren ist. Der Fund von einem *Trinucleus* in der Lyckholmer Schicht bestätigt daher die Ansicht, dass der Leptenakalk Dalekarliens ein niedrigeres Niveau als Törnquist angenommen hat, einnehmen muss.

II. Die quartären Bildungen.

Die quartären Bildungen in Ehstland zeigen mit denen in den gegenüberliegenden Gegenden von Schweden, oder mit denen in dem ganzen südlichen Schweden, mit Ausnahme von Schonen, eine sehr grosse Uebereinstimmung. Die auf dem Festlande abgelagerten, sind unter ungefähr denselben Verhältnissen gebildet und die marinen sind

in demselben Meeresbecken abgesetzt, sie müssen daher eine zusammenhängende Bildung sein. Einige obgleich unbedeutende Abweichungen existiren. Diese hängen mit der Verschiedenheit des Untergrundes und den damit zusammenhängenden verschiedenen orographischen Verhältnissen zusammen, und ebenso damit, das Ehtland während der Quartärzeit niemals so tief unter die Meeresfläche untergetaucht gewesen ist, wie Schweden.

Von präglacialen Bildungen, die uns eine Auskunft über die Verhältnisse in Ehtland, die Flora und Fauna aus der Zeit vor der Vereisung geben könnten, existiren ebenso wie in Schweden keine Spuren. Wahrscheinlich ist es doch, dass diese Gegenden, wie man auch für Schweden angenommen hat, während langer Perioden über die Meeresfläche, der sekundären Verwitterung der Gebirgsschichten ausgesetzt, gehoben gewesen sind. Obgleich wir nichts Bestimmtes wissen, müssen wir doch annehmen, dass dieses Festland eine Vegetation und eine Fauna besessen habe und von Flüssen, deren Verlauf in Folge der Neigung der Schichten hauptsächlich nach Süden gewesen sein dürfte, entwässert wurde. Verwerfungen oder Spalten, durch welche Thalbildungen in anderen Richtungen entstehen konnten, fehlen nämlich in Ehtland ganz. Die lockeren Devonischen Schichten hatten damals gewiss eine grössere Verbreitung und in diesen konnten die Flüsse ihre Betten leicht einschneiden. Die Spuren der organischen Reste dieses Festlandes muss man daher, wenn die von diesen Flüssen gebildeten Ablagerungen überhaupt noch existiren, im Süden suchen. Dass das Land damals eine öde, kahle Felsfläche, eine Felswüste bildete, ist weniger wahrscheinlich, denn es musste in diesem Falle ein sehr trockenes, regenloses Klima geherrscht haben, und keine Anhaltspunkte liegen für eine solche Annahme vor.

1. Glaciale Bildungen.

Allgemeine Uebersicht der Verhältnisse unter denen sie gebildet sind.

a) Das von Skandinavien und von Finnland kommende Inlandeis erreicht Ehtland. Die lockeren praeglacialen Bildungen dort werden zusammen mit dem losen Material, was vom Norden mitgebracht ist, vor dem Eise als Endmoränen vorgeschoben, bis sie zuletzt weiter im Süden von dem Eise überschritten werden und in die Grundmoräne eingehen.

b) Das Eis ist weit nach Süden vorgedrungen. Es gleitet, von den Höhenverhältnissen unabhängig, den Felsgrund abhobelnd, abschleifend und schrammend, zuweilen auch aufpflügend, über ganz Ehtland hin. In den zwischen dem Eise und dem Felsgrund vorrückenden Grundmoränen geht ein grosser Transport von Gesteinsmaterial vor sich. Die oberen Partien des Eises sind von Steinen und Schutt frei.

c) Das Eis ist auf dem Rückzuge durch Ehtland. Das Zurücktreten ist nicht gleichmässig, sondern bald bleibt der Eisrand eine Zeit lang stehen oder rückt wieder etwas vor, bald zieht er sich auch zurück. Im ersten Falle entstanden Endmoränen, die jetzigen hügeligen Moränengegenden und Moränenlandschaften, im letzteren wurden die Grundmoränen, wie sie unter dem Eise lagen, freigelegt: die jetzigen weiten, vollkommen ebenen, flachen Felder von Krosssteinsgrus.

Am Eisrande traten auch die inneren Moränen und die unter dem Eise von den dortigen Flussläufen gerollten, reingewaschenen und in Gletschergewölben abgelagerten Bildungen als langgezogene Hügel oder lange Wälle hervor und bekamen beim Heraustreten ihre Oberflächenform und zuweilen einen Mantel von Krosssteinsgrus. Auch die geschichteten und gerollten Sand- und Grandmassen, die sich in den Betten der unter der Abschmelzungsperiode auf dem Eise

fließenden Flüsse abgelagert hatten, wurden am Eisrande abgeladen und als mehr oder weniger regelmässige Wälle zurückgelassen. Durch eingeschlossene Eispartien entstanden bei dem Schmelzen Einstürze, Vertiefungen in ihrer Oberfläche. Diese Bildungen sind die Grandrücken «Åsar» Ehistlands. Bei dem raschen Zurücktreten des Eises werden auf der Oberfläche der blossgelegten Grundmoränen ein lockerer Grand oder Sand von dem rasch abschmelzenden Eise zurückgelassen. So auch grössere erratische Blöcke.

d) Das Eis hat sich nach Norden zurückgezogen. Ehistland ist frei vom Eise und liegt tiefer als jetzt. Das Eismeer in welches das Inlandseis von Schweden und Finnland noch seine Eisberge und Gletscherströme abgiebt, ist über die niedrigen, flachen Theile des westlichen Ehistland getreten, und lässt im Norden keinen Landstreich unter dem Glint trocken. Die sehr schlammreichen Gletscherströme setzen ihren Schlammgehalt als einen geschichteten Thon «Hvarfvig Lera» ab.

Gletscherwirkungen an den festen anstehenden Silurschichten.

Wo die festen Schichten frisch blossgelegt werden, ist die Oberfläche gewöhnlich ganz eben, glatt geschliffen, polirt und geschrammt. Die Richtung der Schrammen, also die Bewegungsrichtung des Eises, da es schon auf dem Rückzuge durch Ehistland war, ist von *Fr. Schmidt*, *Grewingk* und andern durch viele Beobachtungen sicher gestellt; Schrammen von älteren Zeitabschnitten der Eiszeit können überhaupt nur unter sehr günstigen Verhältnissen erhalten sein. Das allermeiste was von so genannten Kreuzschrammen angeführt ist, stammt ohne Zweifel nicht von verschiedenen Zeitabschnitten, sondern ist nur durch zufällige Ursachen am Gletscherrande gebildet, wie *Penk* ¹⁾ es auch gezeigt hat.

Zuweilen hat das Eis eine andere Wirkung an den anstehenden Schichten ausgeübt.

¹⁾ Die Uebergletscherung der Deutschen Alpen. Leipz. 1882.

Die Gesteinschichten sind nämlich von dem Eise gesprengt, aufgewühlt und so zu sagen aufgepflügt, so dass es zwischen dem fest anstehenden Gestein und der Grundmoräne keine scharfe Grenze zu ziehen möglich ist. Die Grundmoräne ist von vollkommen eckigen grösseren und kleineren Bruchstücken des dort anstehenden Gesteines ganz voll und diese werden nach unten immer zahlreicher, indem der feinere Schutt verschwindet und zuletzt nur Risse und Spalten zwischen den nur wenig verschobenen Gesteinschichten ausfüllt. Solche Bildungen kommen hauptsächlich vor, wo die Grundmoränen auf wenig festen Schichten liegen, wie z. B. auf den sandsteinartigen Schichten des Ungulitensandes, oder auf festeren Schichten, die eine grosse Neigung sich zu zerklüften haben, wie z. B. die Lyckholmer Schicht. Solche halbanstehende, halbmoränenartige Bildungen werden von den Ehsten Riehk genannt.

Ganz ähnliche Bildungen sind in den Silurgegenden Schwedens nicht selten und in Deutschland sind solche von den für die Gletschererscheinungen dort so berühmten und klassischen Steinbrüchen bei Rüdersdorf unweit Berlin beschrieben.

Das Studium dieser Erscheinungen ist von der allergrössten Wichtigkeit, denn erst dadurch kann man sich ein vollständiges Bild von der erodirenden Wirksamkeit des Eises machen: dass das Eis nicht nur abschleifend wirkt, wie es behauptet worden ist, sondern auch, und das nicht in einem unbedeutenden Grade, aufbrechend.

Dabei muss das in den Spalten der Gesteinschichten bald frierende, bald aufthauende Wasser eine grosse Rolle gespielt haben. *Penk* lenkt die Aufmerksamkeit darauf hin, dass es so gewesen sein muss, denn von wo anders kommen die ungeheueren Massen von Geschieben in Norddeutschland her, die von Skandinavien stammen? Da das Inlandseis eine sehr grosse Mächtigkeit gehabt hat, war Skandinavien davon völlig bedeckt ohne hinausragende eisfreie Gebirgspartien. Das Eis war aber vollständig ohne Mittel- oder überhaupt Oberflächenmoränen, die Material zu den Grundmoränen geben konnten.

Krossteinsgrus, Geschiebelehm. Die von dem Inlandseise als Grund- oder Endmoränen zurückgelassenen moränenartigen Bildungen haben eine verschiedene Zusammensetzung. Für alle ist doch gemeinschaftlich, dass sie entweder nur ganz eckige, nicht von Wasser abgerundete, oder zusammen mit diesen von dem Eise geschrammte Steine einschliessen. Die Bezeichnungen sind von entsprechenden Schwedischen und Deutschen Bildungen, mit denen die Ehstländischen vollkommen übereinstimmen, genommen. Bei dem Krossteinsgrus treten die lehmigen Bestandtheile zurück, bei dem Geschiebelehm sind sie dagegen vorherrschend. Dieser wird zuweilen als Lehm benutzt und zum Ziegelbrennen gebraucht. Der Krossteinsgrus ist über das ganze Ehstland überall verbreitet, und liegt überall auf dem Plateau oberhalb des Glintes frei. Der Geschiebelehm dagegen ist viel seltener und scheint nur Nester und von den Krossteinsgrus umschlossene Parteen zu bilden. In den Gegenden südlich von dem Ladogasee scheint er eine grössere Verbreitung zu haben. Die Gesteine in dem Krossteinsgrus und in dem Krossteinslehm sind sowohl von lokalem, als von weitentferntem Ursprung. Die grösste Masse stammt doch von der allernächsten Gegend in Norden, und bei den oben erwähnten Riehk-artigen Bildungen sogar nur von der Unterlage selbst. In anderen Fällen fehlen Steine von Granit, Gneis und anderen Urgebirgsarten niemals. Sie sind spärlicher oder reichlicher immer vorhanden. In gewissen Partien und Gegenden sind sie sogar so vorherrschend, dass man an der Oberfläche kaum einen einzigen Kalkstein auffinden kann.

Was die Oberflächenformen betrifft, so bildet die Oberfläche des Krossteinsgruses am allerhäufigsten ganz ebene flache Felder, die Ehstland zu einem meistentheils vollkommen ebenen Flachland machen. Gewisse Gegenden, die besonders eine Erstreckung von Ost nach West haben, sind doch von unregelmässigen mit einander zusammenstossenden oder auf einander gethürmten Hügeln eingenommen und bilden mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Moränenlandschaften.

Als Beispiel einer solchen Moränengegend will ich die Gegend, wo die Pernausche und die Hapsalsche Strasse, ungefähr eine Meile südlich von Kegel, zusammenstossen, anführen.

«Åsar», Grandrücken. Mit den Schwedischen und Finnischen «Åsar» vollkommen übereinstimmende Bildungen kommen auch in Ebstland vor. Ihre grösste und typische Ausbildung zeigen sie in dem mittleren, über die Meeresfläche am höchsten gelegene Theile von Ebstland, besonders zwischen der Kreisstadt Wesenberg und der Eisenbahnstation Taps, wo man sagen kann, dass das Centrum ihrer Verbreitung liegt. Von da aus werden sie mit der abnehmenden Höhe des Landes nach Osten und Westen immer seltener und weniger typisch. In dem Nordöstlichen Ebstland östlich von dem «Ås» bei der Eisenbahnstation Kappel scheinen sie ganz zu fehlen. So auch weiter im Osten und auf den Inseln, wo sie, mit wenigen Ausnahmen auf den Inseln Worms und Oesel nach *Fr. Schmidts* Mittheilungen, entweder ganz fehlen oder wenigstens als typische «Åsar» nicht zu erkennen sind.

Sie bilden lange Hügelreihen, Hügelketten, oder am häufigsten wallartige Bildungen mit einer Hauptrichtung von N. bis S.

Ihre Richtung im Allgemeinen stimmt mit der Richtung der Schrammen überein. Sie verlaufen ganz unabhängig von den Höhenverhältnissen des Landes und steigen bergauf bis in die höchsten Gegenden.

Ihre Länge ist sehr verschieden. Einige sind ziemlich kurz, andere dagegen erstrecken sich, kaum unterbrochen, viele Meilen weit. Eines der längsten ist das «Ås», das unweit der Eisenbahnstation Katharinen mit den sogenannten Buxhöfenschen Bergen anfängt, und das wir über Lassila, Borekholm, Engdes bis südlich von der Eisenbahnstation Racke an der Dörptschen Eisenbahn verfolgt haben.

Ganz wie es mit den Schwedischen «Åsar» der Fall ist, kann man sie in Haupt- und Neben-«åsar» eintheilen, und die letzteren zeigen eben dieselben Eigenschaften und stossen immer unter einem spitzen Winkel, von Nord her mit den Haupt-«åsar» zusammen.

Die Åsar erreichen zuweilen eine Höhe von 100 Fuss oder mehr über ihrer Unterlage. Die Höhe der sehr regelmässigen wallartigen «Åsar» ist immer kleiner, gewöhnlich 30—50 Fuss oder weniger. Ihre Breite ist sehr verschieden. Die erwähnten regelmässigen «Åsar» sind schmal mit steilen Seiten (oft 30°—35°) und der oberste Rücken oft recht scharf und schmal, wenig abgerundet.

Sehr viele «Åsar» gehören diesem Typus zu, und eben diese laufen sehr regelmässig mit derselben Höhe und ununterbrochen über lange Strecken fort. Eine Eigenthümlichkeit für diese wallartigen «Åsar» ist, dass sie nicht geradelinig verlaufen, sondern immer mehr oder weniger scharfe schlangenförmigen Biegungen machen, die dicht hintereinander folgen, und nach beiden Seiten bastionenförmige Vorsprünge bilden. Wenn das «Ås» bewaldet ist, werden diese Biegungen leicht übersehen, bei entwaldeten dagegen habe ich sie immer sehr deutlich beobachten können.

Die «Åsar» breiten sich zuweilen aus und bilden dann entweder mehr oder weniger flache Erhöhungen, wie z. B. das «Ås» bei der Eisenbahnstation Charlottenhof, oder sehr grosse und hohe unregelmässig geformte Hügel, die sehr reich an Schluchten, Gruben und Mulden sind. Das schönste Beispiel davon giebt das «Ås» bei der Eisenbahnstation Racke.

Das Längsprofil ist niemals ganz geradling sondern immer mehr oder weniger wellig, so dass es einen Eindruck macht, als ob das «Ås» aus einer Reihe von herabgeworfenen Haufen zusammengesetzt wäre. Bei einigen «Åsar» und gewissen Strecken ist dieses besonders deutlich ausgeprägt. Ich will an das «Ås» von den Ehsten Kuchjamaggi genannt, NO. von Taps erinnern, das eben seinen Ehstnischen Namen von dem Ehstnischen Worte Kuhhi — Heuschober (Heukuje) bekommen hat.

Für die «Åsar» sehr eigenthümliche Erscheinungen sind die «Åsgruben», die «Åsmulden» und die «Åsgräben.» Die «Åsgruben» sind mehr oder weniger zirkelrunde trichterförmige Ver-

tiefungen, die entweder in der Mittellinie oder an den Seiten der «Åsar» vorkommen. Sie sind oft sehr tief und mit sehr steilen Wänden mit einer Neigung von 30 bis 35 Graden. Sie sind bald sehr klein, bald sehr gross mit allen Uebergänge dazwischen und kommen sehr häufig vor. Auch in Schweden sind sie nicht selten, aber eine solche Entwicklung wie in Ehtland erreichen sie niemals. Nicht selten theilt sich der «Åsrücken» für eine kurze Strecke in zwei Rücken, welche eine niedrige Partie, die eben so niedrig oder wenig höher als die umliegende Gegend ist, einschliessen. In seltenen Fälle bilden sogar die «Åsar» zwei oder mehrere parallele Rücken, mit tiefen Schluchten dazwischen. Solche mitten in den «Åsar» gelegene Vertiefungen kann man «Åsmulden» nennen.

Nicht selten sind die «Åsar» von langgezogenen, grabenartigen schmälere oder breitere Vertiefungen, die sich am Fusse derselben an der einen oder an beiden Seiten hinziehen, begleitet. Diese sind dann sehr oft von Seen oder Mooren eingenommen, oder es folgen auch die Wasserläufe der Gegend diesen Vertiefungen. Aehnliche Bildungen kommen auch in Schweden vor und sind «Åsgräben» genannt worden.

Es ist sehr auffallend, dass in Ehtland die allermeisten der kleinen Seen, die dort überhaupt so selten sind, eben mit den «Åsar» zusammen vorkommen: es sind eben mit Wasser gefüllte «Åsgruben», «Åsmulden» oder «Åsgräben». Die Bildungen von grösseren Vertiefungen in dem Boden scheint also in allerengstem Zusammenhang mit der Bildung der «Åsar» zu stehen. Sie müssen von eingeschlossenen Eispartien gebildet sein.

Die «Åsar» sind gewöhnlich höher als die umgebende Gegend. So z. B. laufen viele der kleineren, einfachen, wallartigen «Åsar» wie lange Eisenbahndämme auf weite Strecken durch weit ausge dehnte Sümpfe. Zuweilen kommt es vor, dass die Gegend an der einen Seite allmählich ansteigt, und in einiger Entfernung eine Höhe, die nicht viel niedriger als die Höhe des «Åsrücken» ist, erreicht.

Wenn man von dieser Seite kommt, sieht es daher aus, als ob das «Ås» in einem Thal läge, aber in der That ist gewöhnlich die andere Seite ganz offen. Nur ein einziges Beispiel eines «Ås», das ganz in einem Thale liegt, und dessen Rücken nicht die Höhe der umliegenden Gegend erreicht, ist mir bekannt. Das ist ein kleines «Ås», das bei Taps anfangend eine kleine Strecke nach Süden läuft.

Bei den typischen «Åsar» des Mälarthales in Schweden hat man den «Ås» kern und die Schale des «Ås» unterschieden. Die letztere hat mit dem «Ås» selbst gar nichts zu thun, sondern ist von postglacialem Alter. Der Kern dagegen ist eine glaciale Bildung und entspricht ganz den Ehtländischen «Åsar.» Diese sind nämlich mit ein oder ein Paar Ausnahmen ¹⁾ niemals unter den Meeresspiegel eingetaucht gewesen. Sie sind daher von keinen späteren Bildungen bedeckt, ihre Oberfläche ist nicht von der Brandung verändert und umgelagert, sondern ihre Reliefformen liegen ganz wie sie von dem Inlandseise gelassen wurden. Ein eingehendes Studium derselben in Ehtland ist daher von der grössten Bedeutung für die Lösung der Frage, wie die «Åsar» entstanden sind.

Die Zusammensetzung der Ehtländischen «Åsar» ist eine sehr verschiedene. Nur in grösseren Grandgruben kann sie mit Sicherheit erkannt werden, da die Oberfläche sehr oft von einem ganz andern Material, als das Innere des «Ås» gebildet ist. Die Oberfläche besteht nämlich oft aus einem lehmigen, nicht gerollten und ausgewaschenen, ungeschichteten Krossteinsgrus mit ganz eckigen Steinen. Das Innere wird dagegen gewöhnlich von discordanten Schichten von mehr oder weniger gerolltem, reingewaschenem Grus, oder lockerem, reingewaschenem feinerem oder gröberem Sande, gebildet. Grand- und Sandschichten wechseln mit einander ab und gehen sowohl in vertikaler als in horizontaler Richtung in einander über. Die discordante Schichtung auch im Kleinen, mit fächerförmigen, bald auskeilenden

¹⁾ Solche „Åsar“ mit postglacialen Strandwällen sollen nach Fr. Schmidt auf den Inseln Worms und Ösel vorkommen.

Schichten und Spuren von immer wiederholten Denudationen ist etwas für den inneren Bau der «Åsar» sehr charakteristisches. Die Steine sind mehr oder weniger gerollt, abgerundet und abgeschliffen und auch wenn der Grand wenig gerollt ist, so sind doch alle Schrammen verwischt. Als eine alleinstehende Ausnahme ist daher anzuführen, dass wir in dem «Ås» in der Nähe von Engdes in einer Schicht von vollkommen typischem Rollsteinsgrand echte, geschrammte, nicht im Wasser später abgeriebene Gletschersteine fanden. Vorstehend ist die typische Zusammensetzung der «Åsar», wie sie beinahe immer in Schweden ¹⁾ auftritt, geschildert. In Echstland giebt es nun aber auch «Åsar» oder grössere oder kleinere Theile von «Åsar», die ausschliesslich aus Krossteinsgrus bestehen, und bei denen man nur an den Seiten einige Spuren von der Wirksamkeit des Wassers sehen kann. An der Oberfläche solcher «Åsar» sieht man gewöhnlich grosse ganz eckige Schollen von den zunächst nördlich entstehenden Kalkschichten, ohne Ordnung hervortreten. Wenn ein «Ås» von einem solchen Material aufgebaut ist, so verliert es sehr oft für eine Strecke seine ausgeprägte Rückenform, und bildet eine Menge sehr unregelmässiger zusammengedrückter Hügel, die theils mehr oder weniger zusammengedrängt, theils durch tiefe Schluchten getrennt sind. Sie machen vollständig den Eindruck von auf- und nebeneinander ohne Ordnung aufgeworfenen Schutthaufen. Es kommen oft in der Nähe von deutlichen «Åsar» kleinere langezogene Hügel mit einem sehr wenig reingewaschenen und gerollten Grand vor, bei welchen man unsicher ist, ob man sie nur als Krossteinshügel oder als kleine Ausläufer oder «Nebenåsar» ansehen soll. Sie bilden einen Uebergang zwischen den «Åsar» und den Krossteinshügeln.

Da die Krossteinsgrusfelder gewöhnlich ganz voll von erratischen Blöcken von Finnischen Gesteinen sind, so ist es oft sehr auffallend, dass die «Åsar» gewöhnlich verhältnissmässig frei von solchen Blöcken sind.

¹⁾ Ich habe hier immer Rücksicht nur auf die typischen „Åsar“ im Mälarthal genommen.

Die «Åsar» fangen niemals am Glint sondern erst ein Paar Meilen südlich davon an. Dieses Verhältniss muss mit den Ursachen ihrer Entstehung zusammenhängen. Die Gegend nördlich von dem Anfang eines «Ås» ist gewöhnlich sehr reich an Sand und sind die Sandablagerungen dort wahrscheinlich als eine nördliche Fortsetzung des «Ås» anzusehen. Ich hoffe bald eine ausführliche Darstellung der Ebstländischen «Åsar» geben zu können und will dann ihre Entstehungsweise einer eingehenden Untersuchung unterwerfen.

Erratische Blöcke. Solche sind mehr oder weniger zahlreich überall auf den Krossgrusfeldern und Krossgrushügeln zerstreut. In einigen Gegenden sind sie zahlreicher als in anderen. Mit der verbesserten Cultur des Ackerbodens werden sie jetzt überall von den Feldern weggeschafft. Es giebt daher Gegenden, die jetzt frei von Blöcken sind, aber wo solche früher zahlreich vorhanden waren.

Sie erreichen zuweilen riesige Dimensionen, wie es aus *Helmersens* Messungen hervorgeht. Dass sie überhaupt auf den «Åsar» viel weniger zahlreich sind, habe ich schon oben erörtert.

Glacialer? Süsswasserthon. Im Innern von Ebstland kommt oft in kleineren Becken ein auf Krossteingrus liegender Thon vor, der wahrscheinlich von den schlammreichen Wässern des zurücktretenden Gletscherrandes und durch eine gleichzeitige Auswaschung der freigelegten Moränen, gebildet ist. Gewöhnlich ist er ungeschichtet, doch kommen auch geschichtete Varietäten, bei denen dünne Sandschichten mit Thonschichten wechseln, vor. Zuweilen ist er ein sehr fetter Lehm, zuweilen aber stark sandig. Er wird überall zum Ziegelbrennen benutzt. Obgleich ich viel gesucht habe, ist es mir nicht gelungen, weder Pflanzen oder Thierreste darin zu finden.

Eismeer-Thon, (Glacialer Thon, Geschichteter Thon, «Hvarfvig Lera» Schwedisch), vollkommen mit dem Schwedischen und Finnländischen übereinstimmend, ist längst dem nördlichen Ebstland unter dem Glint, wo der Glintrand sich etwas landeinwärts zurückzieht, als ein schmaler Streifen verbreitet. Er liegt dort niemals

frei, sondern ist von mehr oder weniger mächtigen postglacialen Sandmassen bedeckt. Nach Osten setzt sich diese Ablagerung durch Ingermanland bis St. Petersburg und noch ein Stück weiter in's Newathal hinein fort, aber sie soll nach Inostranzeff nicht den Ladogasee erreichen, in dessen Becken er auch fehlen soll nach den von Inostranzeff gegebenen Profilen des Ladogakanals. Im Westen von Ehtland hat der geschichtete Thon eine bedeutend weitere Verbreitung als im Norden und erstreckt sich bis zu einer gewissen Höhe in das Land hinein. Wir haben ihn dort an vielen Stellen von Padis Kloster bis Pernau und auf der Insel Dagö beobachtet. Am weitesten ins Land hinein haben wir ihn bei Piersal und bei Fickel gefunden. Noch sind in Ehtland keine Muscheln darin gefunden, welche die Parallelisirung mit dem Schwedischen «Hvarfvig Lera», dem Yoldia Thon, bestätigen könnten. Dass es aber eine marine glaciale mit dem Schwedischen «Hvarfvig Lera» zusammenhängende, in demselben Becken abgesetzte Bildung ist, unterliegt keinem Zweifel, wenn auch die Thonabsetzung in Ehtland schon abgeschlossen war, als dieselbe in Schweden anfang. Sehr wichtig war der Fund in diesem Sommer von sehr schönen kalkreichen Thonkonkretionen in diesem Thon bei Fickel. Sie wurden dort in Situ bei einem Brückenbau gefunden. Sie stimmen vollkommen überein mit den Schwedischen «Marlekor» und den Finnländischen «Imatrasteinen», die in Schweden und in Finnland für den «Hvarfvig Lera» sehr charakteristisch sind.

Bei Kolk habe ich die Thonschichten sehr schön wellenförmig gefaltet gesehen, eine Erscheinung, die sehr häufig in Schweden und Finnland zu sehen ist. Die Ursachen davon können gewiss verschiedene sein. Vielleicht ist die Faltung hier durch Druck von ungleichmässig auf dem Thone aufgelagertem Sande entstanden.

Da das Glacialmeer ein weit ausgedehntes Meer gewesen ist, so müssen auch Bildungen von Uferwällen und Riffen an den Küsten desselben in einem grossen Maasstabe stattgefunden haben. Die meisten derselben sind doch unter der Postglacialzeit umgelagert

worden, und da die Uferwälle, wie es scheint, keine Muscheln eingeschlossen haben, so sind sie nicht mit Sicherheit von den postglacialen zu unterscheiden. Man muss sie im westlichen Ehistland oberhalb der Grenze des Glacialthones aufzufinden versuchen. Vielleicht bilden sie einen gewissen Horizont etwas höher als die bestimmt postglacialen mit *Cardium* und *Mytilus*.

Der Strandkontur war unter der Glacialzeit am Nordrande von Ehistland beinahe dieselbe als jetzt und unbedeutend landeinwärts gezogen. Im Westen dagegen bildete sie grosse tief ins Land hineingreifende Buchten.

2. Postglaciale Bildungen.

Zu Anfang der Postglacialzeit hatte die Senkung des Landes ihr Maximum erreicht, aber eine allmähliche, wahrscheinlich von Ruheperioden unterbrochene Hebung trat bald ein. Die Ostsee erhielt ihren jetzigen Charakter als ein Binnenmeer, und ihre jetzige Fauna.

Die postglacialen Inlandsbildungen sind verhältnissmässig unbedeutend. Grosse flache Binnenseen, besonders im westlichen Ehistland und auf den Inseln, welche letztere dann vielleicht eine mehr zusammenhängende Landmasse bildeten, existirten noch seit der Eiszeit. Sie werden jetzt theils vermoort, theils durch die Erosion der Flüsse, die immer ihre Betten zu vertiefen streben, entwässert, so dass Ehistland jetzt beinahe ganz ohne Seen ist. Von solchen Seen existiren alte Uferbildungen, die so genannten *Ancylus*-Schichten, die von *Fr. Schmidt* entdeckt und beschrieben sind. Ich übergehe sie jetzt ganz, da ich keine eigene Meinung über diese sonderbaren Bildungen habe. Sie gehören dem allerältesten Theile der Postglacialzeit an.

Die Torfbildungen nehmen in Ehistland einen sehr bedeutenden Flächenraum ein. Hier muss erwähnt werden, dass die Vegetation der grossen Torfmoore mehrere hochnordische Pflanzen wie z. B.

Betula nana, *Salix lapponum* und *Andromeda polifodia* und *calyculata* umfasst, die dort einen Zufluchtsort gefunden haben, wo sie seit der Eiszeit fortleben. Unter dem Torfe kommt gewöhnlich eine Schicht von Wiesenmergel vor, von Süßwasserkonchylien gebildet, die vor der Vermoorung in dem See lebten. Sie stimmen mit den jetzt noch in der Gegend lebenden überein. Alte Uferwälle und Dünenbildungen, also Strandbildungen von solchen alten Seen, kommen im Innern von Ehistland nicht selten vor. Ein Theil dieser Dünen sind noch nicht befestigt, sondern bilden Flugsandfelder.

In einer solcher alten Dünenbildung bei Nömküll unweit Taps habe ich Süßwasserkonchylien und Säugethierknochen (von *Mus* oder *Arvicola*) gefunden.

Die bedeutendste postglaciale marine Bildung in Schweden ist ein Thon, der sogenannte «Åkerlera», hauptsächlich durch Umlagerung von dem «Hvarvig Lera» mit Beimischung von etwas Sand gebildet. Mehr beschränkt und nur lokal sind die postglacialen Sandbildungen, der so genannte «Mosand».

In Ehistland verhält es sich ganz umgekehrt. Die postglacialen Meeresbildungen werden beinahe ausschliesslich von geschichtetem Sande vertreten, der zuweilen recht mächtig werden kann. Er überlagert unmittelbar den glacialen Thon und hat in Ehistland dieselbe Verbreitung wie dieser. Die Flüsse im nördlichen Ehistland haben sich oft unter dem Glint tiefe Betten in diesem Sande eingeschnitten, und zeigen schöne Entblössungen, wo man die Lagerung von diesem Sande auf dem glacialen, geschichteten Thon und dieses auf dem Krossteinsgrus studiren kann.

In der Niederung bei Fickel liegt auf dem glacialen Thon ein sehr sandiger, gelber Thon. Wahrscheinlich ist dieser als ein Equivalent zu dem Schwedischen «Åkerlera» anzusehen, obgleich das Aussehen und die Beschaffenheit eine ganz andere ist. Ich habe keine organischen Reste darin gefunden. Es ist darum schwer zu entscheiden, ob es eine Ostseebildung ist oder eine von dem Fluss abgesetzte

Schwemmbildung¹⁾). Dass Sandablagerungen in Ehsland vorherrschend sind, kommt davon, dass der glaciale Thon nicht so hoch landeinwärts wie in Schweden geht, und das von der Brandung an den Küsten und von den Flüssen in Bewegung gesetzte Material daher hauptsächlich aus dem Krossteinsgrus geholt wurde.

Die Strandbildungen sind alte Riffe, Uferwälle mit *Mytilus*, *Cardium* und *Tellina*, Dünen, Strandlinien im festen Gestein und die Glinthildung. Sie sind von dem höchsten ehemaligen Niveau des Meeres bis zu der jetzigen Meeresfläche zu verfolgen und bilden einen (im Norden unter dem Glint) schmäleren oder (im Westen) breiteren Saum.

Wie die Riffbildung noch immer fortgeht durch Eisschiebungen, ist bekannt und oft beobachtet.

Die allerschönsten Bildungen von Uferwällen sowohl solchen, die das Meer nicht mehr erreichen kann, als die in Bildung begriffenen, habe ich auf der Insel Odensholm beobachtet. In der ganzen Küstengegend sind sie äusserst häufige Erscheinungen. An den Küsten von Schweden kommen sie im allgemeinen nicht vor, da diese von einer Masse kleiner Inseln, welche die Stärke der Brandung brechen, geschützt sind. Wo dieses nicht der Fall ist, wie auf der Insel Öland, habe ich sehr schöne terrassenförmige Uferwälle über einander gesehen.

Den Küsten parallele, aber von der jetzigen Strandlinie mehr oder weniger entfernte Dünenzüge in ein Paar Reihen hinter einander, alte Strandlinien angehend, sind auch nicht selten. Zuweilen entstehen dadurch Flugsandfelder. Der Fund von stark sandgeschliffenen Steinen, den ich im letzten Sommer auf den Flugsandfeldern bei Nömme unweit Reval machte, muss hier erwähnt werden. Strandlinien im festen Gestein kommen selten vor. Ich habe Gelegenheit gehabt eine sehr deutliche solche zwischen Kegel und Leetz ganz an der Landstrasse in die Jewesche Schicht eingegraben, zu sehen.

¹⁾ Es kommen Blätter jetziger Bäume darin vor: also eine Flussablagerung.
F. Schmidt.

Am Glint selbst hat unter der ganzen Postglacialzeit, überall wo das Meer den Glint bespülte, eine fortgehende Abbröckelung stattgefunden. Dass der Zurückgang des Glintrandes nicht so unbedeutend gewesen, ist sicher. Sichere Beobachtungen über die Grenze des Zurücktretens in historischer Zeit fehlen. Es giebt doch einige Anhaltspunkte. Das Fundament des alten Leuchthurmes auf der Insel Odensholm liegt jetzt am Rande selbst und ein neues musste gebaut werden, da das alte umzufallen drohte. Auch bei Packerort unweit Baltischport hat der Glintrand sich dem Leuchthurme so stark genähert, dass man in Begriff ist einen neuen weiter landeinwärts aufzubauen.



Отдѣльные оттиски изъ „Зап. Минер. Общ.“, часть XXII.

Типографія А. Якобсона (Вас. остр., 7-я лин. № 4).

