

6. Kambrisch-silurische Faciesbildungen in Jemtland

von

Carl Wiman.

Hierzu Pl. V—VII.

Einleitung.

Das Material zu den Untersuchungen, welche ich im Folgenden der Öffentlichkeit übergebe, habe ich zum grössten Teil im letzten Sommer, wo ich mich als Inhaber des grösseren Stipendiums SEDERHOLM's für Reisen innerhalb Skandinaviens sieben Wochen in Jemtland aufhielt, gesammelt. Manches lag jedoch schon seit meinen früheren Reisen in diesen Gegenden vor.

Wenn man Profilen und Karten aufnimmt oder publiciert, kann es sehr leicht geschehen, dass man sogar ohne es zu wissen, Resultate der einen oder anderen teoretischen Auffassung mit den faktischen Beobachtungen vermischt. Diese verlieren dabei natürlich einen grossen Teil ihres Werths, mag die untermischte Theorie noch so richtig sein. Ich bin im Folgenden stets darauf bedacht gewesen, diesen Nachteil zu vermeiden. Fehlquellen schleichen sich dessenungeachtet leicht ein. So z. B. sieht man oft nur einen sehr kleinen Teil der Höhe eines Profils, welche man desshalb beim Zeichnen etwa zehn Mal vergrössern muss, damit die Zeichnung auch eines verhältnissmässig kurzen Profils nicht zu gross und schwerfällig werde. Hierdurch zeichnet man 90⁰/₀ ein, welche man streng genommen nicht verantworten kann. Und besonders in diesen Gegenden, wo alle mögliche geotektonische Kräfte die verschiedensten Ausdrücke gefunden, ist man, wenn auch der Berggrund und die Profile noch so gut entblösst sind, mehr als auf anderen Stellen der Gefahr fehlerhafter Observationen ausgesetzt.

Einteilung der kambrisch-silurischen Faciesbildungen in Jemtland.

Lektor TÖRNEBOHM (15) unterscheidet einen südlich—östlichen normalen Silurfacies, welcher theils den, lass uns sagen, Kalksilur, welchen ich 1893 als normal bezeichnete, und theils die von mir als westlich quarzischen Entwicklungsformen des Silurs erwähnte, umfasst. Hiergegen

setzt TÖRNEBOHM einen nordwestlichen Facies, welcher durch vulkanische Tuffen gekennzeichnet wird.

Ich gebe zu, dass, wenn eine Silurablagerung aus vulkanischem Tuff besteht, verdient sie als eine besondere Faciesbildung betrachtet zu werden. Ich kenne aus eigener Erfahrung sehr wenig die Formation dieses nordwestlichen Verbreitungsbezirks, sondern habe sie nur auf einer Excursion über St. Blåsjön, Ankarvattnet und Lejpikvattnet gesehen, aber wo die Lager nicht zu sehr metamorphosiert waren, wie an der Südseite des Sees Lejpikvattnet, sehen der Kalkstein und der s. g. Phyllit nicht anders aus, als bei z. B. Gerde in Offerdal, wo sie jedoch von sowohl TÖRNEBOHM, wie von mir als normal ist bezeichnet worden. Es wäre ebenso unrichtig, diese Ablagerungen zu verschiedenen Facies zu rechnen, als ob man den Ortocerenkalk auf Öland und denjenigen bei Brunflo in Jemtland zu verschiedenen Facies rechnete. Dass in einiger Entfernung ein, wenn auch æquivalenter, Tuff liegt, berechtigt uns nicht, eine Ablagerung als einen besonderen Facies zu betrachten. Die Sache gestaltet sich also etwas anders, wenn es sich von dem Gebiet als einem Ganzen handelt und wenn es einem gewissen Glied gilt. Da das Wort normal eben in diesem Zusammenhange eine unglückliche Verwendung gefunden, woran ich vielleicht selbst die grösste Schuld trage, benutze ich diese Gelegenheit zu präzisieren, dass ich mit dem, wie es scheint, unvermeidlichen Wort »normal« im Verhältnisse zu den zwar auch wechselnden Silurablagerungen des südlichen Skandinaviens verstehe. So z. B. betrachte ich den Kalkstein bei Gerde und Lejpikvattnet als normal und in diesem Fall speciel im Verhältnisse zu demselben Kalkstein auf den Inseln im Kristianiafjord und bei Lange-sund (2, 3).

Dass innerhalb dieses nordwestlichen Verbreitungsbezirks der Silurformation Versteinerungen so selten sind, erklärt sich genügend, teils aus derselben unbekanntem Ursache, welche sie auch sein mag, dass auch ganz normale und ungestörte Silurablagerungen oft sehr arm an Versteinerungen sind und solche ganz vermissen können, teils hat man ja verhältnismässig wenig darnach gesucht, und schliesslich beruht es, und zwar vornehmlich, auf den durchgreifenden Metamorphosen, welchen die Gesteine hier ausgesetzt gewesen sind. Die vulkanischen Tuffen tragen nicht zur Erklärung der Seltenheit der Versteinerungen bei, wenn nicht in so fern, dass sie der Metamorphose ein dankbares Wirkungsfeld dargeboten haben, denn marine vulkanische Tuffen pflegen nicht versteinungsleer zu sein und eben von der Silurformation kennt man aus Grossbritannien versteinungsführende vulkanische Tuffen.

Ich möchte keine bestimmt begrenzten Gebiete der verschiedenen Faciesbildungen vorschlagen. Im Grossen gesehen zeigen die Kalksteine der normalen Silurbildungen eine Tendenz gegen Westen hin auszuweichen, so dass Schiefer vorwaltend werden und Quarziten aufnehmen, und schliesslich weiter gegen Westen auch vulkanische Tuffen.

Normale kambrisch-silurische Bildungen.

Über dem Olenellusglied liegt Alaunschiefer, Phyllograptusschiefer und Ortocerenkalk, also eine Lagerfolge, die, da auch die paleontologischen Zonen die gewöhnlichen sind, mit den kambrisch-silurischen Bildungen des südlichen Schwedens gut übereinstimmt. Mit dem oberen grauen Ortocerenkalk dagegen bekommen die Bildungen einen mehr norwegischen Charakter, indem wenigstens ein Teil des oberen grauen Ortocerenkalks als schwarzer Schiefer mit Bänken und Knollen aus schwarzem Kalkstein entwickelt ist. Dieser schwarze Schiefer setzt gegen oben fort und dürfte etwa der Etage 4 in Norwegen entsprechen. Die obere Grenze kenne ich jedoch nicht. Weiter folgen Brachiopodenschiefer, Quarzit, Pentameruskalk und oberer Graptolitenschiefer, wie ich sie schon 1893 beschrieb (16). Zu dieser Beschreibung füge ich jetzt die folgenden neuen Beobachtungen hinzu.

Eurycare-konglomerat bei Änge in Brunflo.

Aus dem Alaunschiefer bei Brunflo habe ich schon vorher ein Konglomerat erwähnt, das Exporrectakonglomerat.

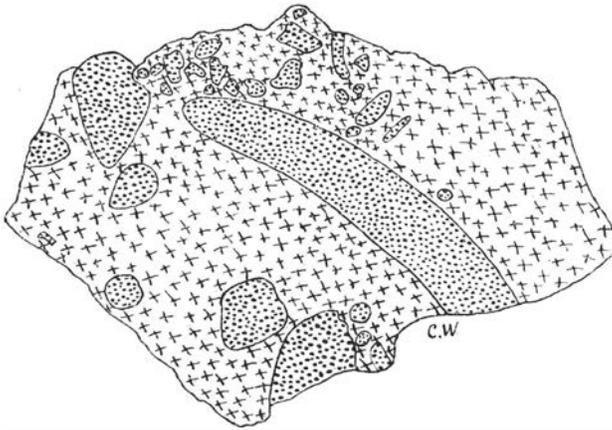


Fig. 1. Eurycare-konglomerat.

Im letzten Sommer habe ich hier ein zweites Konglomerat angetroffen, welches jedenfalls nur einige Meter höher als jenes liegt. In einer alten Schiefergrube zwischen dem Gehöft Änge und der Eisenbahnstation Brunflo liess ich 4,5 m einer 33 cm mächtigen, zusammenhängenden knolligen Stinkkalkbank herausgraben, in welcher ein bis zu etwa 10 Cm. mächtiges Konglomerat liegt. Im unteren Teil der Stinkkalkbank wurde die Zone mit *Parabolina spinulosa* beobachtet. Oberhalb des Konglomerats auch in derselben Stinkkalkbank liegt die Zone mit *Peltura*. Die Grundmasse besteht aus Stinkkalk mit *Eurycare latum*. Schon 1893 bemerkte ich, dass in den hier gefundenen Geschieben dieser Zone die *Eurycare-*

exemplare, was sonst im Stinkkalk nicht der Fall ist, in allen möglichen Richtungen liegen, welches jetzt eine Erklärung gefunden. In dieser Grundmasse liegen bald recht dicht (Fig. 1), bald so spärlich, dass das Gestein nicht Konglomerat genannt werden kann, bis zu 11 cm grosse mitunter sehr langgestreckte Gerölle aus Stinkkalk. In den Geröllen habe ich keine Fossilien gefunden. Die Stinkkalkgerölle enthalten Phosphorit. Auch die Grundmasse gab einen kleinen Niederschlag mit Molybdänlösung. Eine Diskordanz des Konglomerats gegen die unterliegende Zone, die *Parabolinazone*, habe ich nicht beobachtet. Die *Eurycare*exemplare liegen auch in dem nicht konglomeratischen Teil der Zone auf den Schichtflächen.

An der Grenze gegen die überliegende *Peltura*-Zone verhält es sich anders. Bald lässt sich gar keine Diskordanz beobachten, bald ist sie 45°.

Unterer Graptolitenschiefer bei Loke in Lockne.

Bei Loke im Kirchspiel Lockne ist ein Brunnen gegraben worden. Nach Angabe des Besitzers war die Lagerfolge von Oben bis Unten

- 4 M. Morän,
- 2,5 M. Kalkstein,
- 12 M. Schwarzer Schiefer.

Die beiden unteren Schichten waren etwa 15° geneigt. Von dem schwarzen Schiefer lag neben dem Brunne kein grosser Haufen, womit wohl im letzten Herbst der Weg ausgebessert worden ist. Der Schiefer war nicht gepresst und enthielt in schönen Schwefelkiesexemplaren folgende Graptoliten des unteren Graptolitenschiefers:

Tetragraptus serra BRGN.

» *quadribrachiatus* HALL.

» *fruticosus* HALL?

» *sp.*

Phyllograptus mehrere Formen.

Didymograptus suecicus TBG.

» 3 sp.

Clonograptus tenellus LNS.

Der *Clonograptus tenellus* LNS stimmte ganz mit den Figuren MOBERG's (13) überein, nur lagen die Zweige an den besseren Exemplaren nicht in solcher Stellung, dass man die Dichtigkeit der Thecen beobachten konnte, aber an losen Zweigstücken sassen sie so wie in MOBERG's Figuren. Auf derselben Schichtfläche kamen *Tetragraptus quadribrachiatus* HALL, und *Didymograptus sp.* vor.

Auch bei Abborrfallet in Sjougdelfven in Ångermanland findet sich unterer Graptolitenschiefer.

Chasmopskalk bei Loke in Lockne.

Chasmopslager waren bis jetzt in Jemtland nicht fest anstehend gefunden worden. In Geschieben aus einem grünlichen feuersteinähnlichen

leicht kenntlichen Kalk waren folgende Versteinerungen, teilweise mit einander zusammen auftretend, angetroffen worden:

- Chasmops* sp.
Asaphus ludibundus TQT.
Illænus fallax HOLM.
 » *gigas* HOLM.
Trinucleus sp.
Agnostus sp.
Caryocystis granatum WBG.

Südlich von Loke ist wegen eines neuen Weges an einem kleinen Bach ein schwarzgrüner Schiefer mit Bänken und ungleichmässig verteilten Knollen eben dieses obenerwähnten harten Kalksteins aufgeschlossen worden, worin ich eben den Chasmopskalk erkannt habe. Ich hatte wenig Zeit nach Versteinerungen zu suchen und das Gestein ist arm an Fossilien, sie sind aber schön erhalten. Ich fand:

- Asaphus ludibundus* TQT.
Conularia pulchella HOLM.
Hyalites sp. u. A.

Auch an einem Kalkofen bei Tand, ebenfalls in Lockne, habe ich den Chasmopskalk beobachtet. Er kommt hier in nahem Zusammenhang mit dem Ortocerenkalk vor, welcher hier teilweise bituminös ist und teilweise von dem »Lofstarsten« ersetzt wird. Ich bin, wie zum Teil schon aus den Profilen Fig. 7, 8 und 10 hervorgeht, davon ganz überzeugt, dass dieses Niveau, welchen Platz es in diesen Profilen auch einnehmen mag, sonst petrographisch ganz anders entwickelt ist.

Von besonderem Interesse ist es, dass diese zwei Lager, der untere Graptolitenschiefer und der Chasmopskalk, eben hier, ganz in der Nähe des rätselhaften »Lofstarsten«, so normal entwickelt sind. Von dem Alter des Lofstarsten wusste man nur, dass er durch Wechsellagerung in einen grauen Ortocerenkalk übergeht, der übrigens eben hier vereinzelte Gerölle aus Ortocerenkalk und fremden Gesteinen enthält. Durch das Vorkommen von Phyllograptusschiefer hier bei Loke wird die untere Grenze des »Lofstarsten« bestimmt. Die obere Grenze erhellt schon daraus, dass der »Lofstarsten« nicht mit dem hier auch vorkommenden oberen rothen Ortocerenkalk wechsellagert. Dass kein Teil des »Lofstarsten« das Alter des Chasmopskalks hat, wird durch diesen Fund bewiesen.

Der schwarze Schiefer.

Die Lagerfolge dieses Horizonts geht zum Teil aus den Profilen Fig. 2 und 3 hervor. Das Grundgestein, wenn mir dieser Ausdruck gestattet wird, ist ein meistens schwarzer Schiefer, worin Bänke und Knollen aus schwarzem Kalkstein liegen. Zu unterst in der Etage über dem Ortocerenkalk kommt ein Schiefer mit Bänken und flachen Linsen aus schwarzem Kalk, worin:

Chirurus exsul BEYR.
Ogygiocaris dilatata var. *Sarsi* A.
Illænus centaurus A.
Ampyx rostratus S.
Telephus bicuspis A.
 » *granulatus* A.

und Andere. Auch Graptoliten finden sich in dem Kalk. In dem zwischenlagernden Schiefer findet man Arten der Gattungen *Climacograptus*, *Diplograptus*, *Didymograptus*, *Coenograptus* und *Dicellograptus*. Es ist dies der Ogygiaschiefer. Mitunter wiederholt sich der Ortocerenkalk in diesem Schichtenkomplex mit einigen wenigen grauen Bänken, die dann, falls sie fossilführend sind, auch *Ogygiocaris* enthalten.

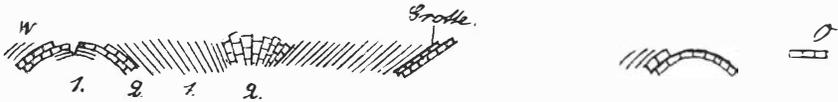


Fig. 2: Nils Han Husa. Profil an der Nordküste von Norderön im Storsjö.
 1. Schiefer mit und ohne Kalkbänken und Knollen.
 2. Grauer Ortocerenkalk.



Fig. 3. Profil an der nördlichen Westküste von der Andersön im Storsjö.
 1. Grauer Ortocerenkalk.
 2. Schwarzer Kalkbank.
 3. Schwarzer rostiger Schiefer, mehrere m.
 4. Schwarzer Schiefer, welcher gegen oben grau wird und zugleich Bänke und Knollen aus schwarzem Kalk aufnimmt, welche bald die Hauptmasse des Gesteins ausmachen.
 5. Wechselnde Bänke aus grauem und schwarzem Kalk.
 6. Thonschiefer mit spärlichen Bänken und Knollen aus schwarzem Kalk.

Profilen, mit den obigen übereinstimmend, sind auf den Inseln im Storsjö nicht selten.

Einem besonderen, noch nicht fest anstehend gefundenen Lager des schwarzen Schiefers dürften die bei dem Locknesjö und im Kirchspiel Sunne gefundenen, mit schieferbedeckten Flächen versehenen Kalkbänken angehören, die ganz von Cystideen erfüllt sind und welche nicht mit den, dem Ortocerenkalk gehörenden Cystideebänken, zu verwechseln sind, welche beispielsweise bei dem Fluss Hårkan in Håggenäs und Halåsen in Lith angetroffen werden.

Eine etwas höhere Lage als der Ogygiaschiefer dürfte ein schwarzer Schiefer mit riesigen, bis metergrossen Kalkellipsoiden einnehmen.

Die Ellipsoiden enthalten:

Remopleurides microphthalmus LNS.

Triarthrus jemtlandicus LNS.

Dicellosephalus Billingsi LNS.

Diplograptus etc.

Bei Önsved in Sunne habe ich zusammen mit *Remopleurides microphthalmus* einige sehr kleine Exemplare von *Ogygiocaris dilatata* v. *Sarsi* angetroffen.

Über diese Schicht folgt ein Gestein, das ich als Kalkschiefer bezeichnet, weil es aus 1—5 cm dicken Kalkbänkchen, von ebenso mächtigem Schiefer zwischenlagert, besteht. In diesem Lager sind keine Versteinerungen gefunden worden.

Die Einteilung BRÖGGER's (3) der Etage 4 in Norwegen scheint für Jemtland nicht verwendet werden zu können, denn teils wäre sie hier wahrscheinlich unnatürlich, teils dürfte man kaum jemals die hierzu nötige paleontologische Unterlage zusammenbringen können. Aber als ein Ganzes betrachtet scheint der schwarze Schiefer der Etage 4 ziemlich gut zu entsprechen, obschon dessen obere Grenze einstweilen nicht beobachtet worden ist.

Durch das teilweise und ganze Verschwinden der schon an und für sich sehr thonigen Kalkelemente dieses Gesteins entstehen Übergänge zu reinen Schiefen und noch mehr verschiedenen Faciesbildungen, welche letztere besonders behandelt werden.

In dem etwas glimmerhaltigen Thonschiefer bei dem See Näliden habe ich seit 1893 *Climacographus bicornis* HALL und ein Pygidium gefunden, welches letztere einer Art der Trilobitenfauna des Lagers mit Kalkellipsoiden gehört.

Quarzitische Faciesbildungen.

In Quarziten, auch wenn sie eine verhältnismässig geringe Mächtigkeit besitzen, späht man meistens vergebens den meisten der Kriterien nach, welche andere Gesteine, besonders Schiefen, bezeichnen, wenn sie starken geotektonischen Störungen ausgesetzt gewesen sind und welche in Auswalgungsspalten, Verschieferung, Fältelung u. s. w. bestehen. Dies gilt auch gewissermassen von den reineren Kalksteinen. Die Quarziten, besonders wenn sie etwas bedeutendere Dimensionen annehmen, kommen bei der Faltung der Schichtenserie, der sie gehören, durch ihre schwerfällige, geringe Plasticität in ganz andere Verhältnisse zu ihren Nachbarschichten, als z. B. ein Schiefer. So können sie in der Faltung nicht teilnehmen, sondern werden leicht über ihre Unterlage hinausgeschoben, oder in dieselbe, oder die überliegenden Lager hineingeschoben. Und dabei können sie ihre ursprüngliche Stellung beibehalten, oder auch nur verhält-

nissmässig wenig aufgerichtet werden. Auch die im Verhältniss zur Bewegungsrichtung hinter den Quarziten liegenden Lager nehmen von dem Quarzit Eindruck, etwa so wie sedimentäre Lager wider ein unbewegliches Massiv zusammengeschoben werden.

Derartige durch das Vorkommen von kompakten Quarziten und Kalksteinen hervorgerufene Eigentümlichkeiten der Geotektonik können in Aufschlüssen gefalteter Schiefer leicht studiert werden, in welchen kleinere Quarzitlinsen oder Kalkellipsoiden vorkommen. Die kleinere Skala erlaubt einen Überblick über die Verhältnisse. Besonders deutlich treten diese Erscheinungen in den obenerwähnten schwarzen Schiefen mit metergrossen Ellipsoiden hervor, welche bei der Faltung den umgebenden fetten Schiefer so übel zugerichtet, dass die Verhältnisse ganz unentwirrbar geworden, während sie selbst die abenteuerlichsten Stellungen einnehmen. Zwar darf man wohl meistens nicht annehmen, dass ein Quarzit im Verhältnisse zu seiner Verbreitung eine ebenso grosse Mächtigkeit besässe, wie diese Kalkellipsoiden, gewissermassen darf man aber wohl doch behaupten, dass diese Knollen ein ziemlich getreues Bild von dem Verhalten eines Quarzits bei der Faltung der Lagerreihe geben, wohin sie gehören.

Jemtländische Quarzite, welche auf Grund vielleicht eben dieser Verhältnisse schwer zu deuten gewesen sind, sind in erster Hand der s. g. Wemdalsquarzit und der Quarzit bei Ströms Wattudal und am Flåsjö, die Quarzite westlich vom Storsjö, der Kyrkåsquarzit und Andere mehr.

Quarzit mit *Phacops elliptifrons*.

Hierzu Pl. V.

Die Lagerfolge, wovon der Quarzit mit *Phacops elliptifrons* ein Glied ist, besteht von Unten nach Oben aus folgenden Schichten: Brachiopodenschiefer, Quarzit, Pentameruskalk und oberer Graptolithenschiefer. Wie weit gegen Unten der Brachiopodenschiefer reicht, ist unbekannt.

Die Versteinerungen, die ich schon 1893 (15) von diesem Horizont angegeben und von welchen *Plasmopora conferta* E. H. wohl die wichtigste Art sein dürfte, geben zwar ein ganz bestimmtes Niveau an, aber es lässt sich doch immerhin einwenden, dass Fossilien nur in Gegenden, wo der Quarzit auch vorkommt, in dem Brachiopodenschiefer gefunden worden sind. Da aber Schiefer von ganz demselben Aussehen z. B. zwischen Kall und Offerdal weite Verbreitung haben, so wäre es wohl möglich, dass diese der ganzen Silurformation entsprächen, eine Annahme, für welche jedoch einstweilen keine genügende Anhaltspunkte sich finden.

Der Quarzit ist auf der Norderö und der Werkö teilweise als Kalksandstein entwickelt und enthält dann *Phacops elliptifrons* u. A. Sonst enthält er selten Versteinerungen, wenn man von den meistens kalksandsteinsartigen Übergangszonen zum Pentameruskalk absieht. Er ist etwa 0,5—10 Meter mächtig und grenzt an zwei leicht kenntliche Gesteine, weshalb er sich sehr dazu eignet, eine Leitschicht zu sein.

Ehe ich zur Beschreibung der petrographischen Facieswechselungen dieses Niveaus übergehe, muss ich erwähnen, dass alle meine Profile aus der Gegend Alsen—Offerdal stammen, wo diese Lager am meisten für derartige Untersuchungen geeignet sind, aber wo sie auch von der etwa hundert Kilometer breiten überschobenen Scholle, wozu das Gebirgsplateau zwischen Alsen und Hotagen gehört, überschritten worden sind.

Bei Ede in Offerdal kann man in mehreren Hügeln die gewöhnliche Lagerfolge von Unten bis Oben: Schiefer, Quarzit, Kalkstein beobachten

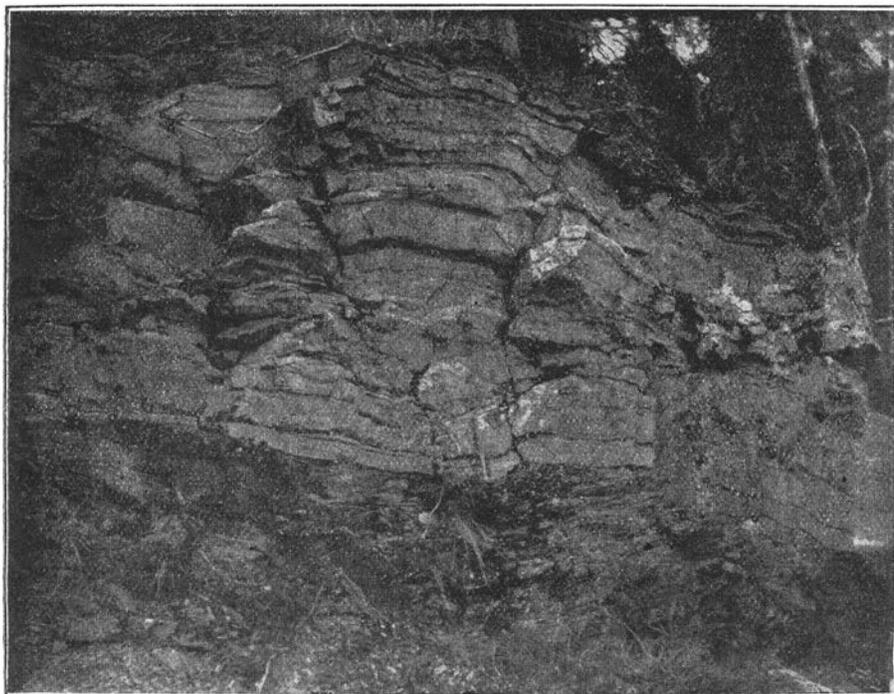


Fig 4. Kontakt zwischen dem Schiefer und dem Quarzit bei Ede.
(Docent A. HAMEERG phot.)

Der Quarzit ist hier aussergewöhnlich deutlich geschichtet. Der Profil Fig. 13 Taf. V, welcher nur einige Schritte weit von der photographierten Stelle entfernt ist, geht durch dieselbe westliche Abdachung eines dieser Hügel. Im Quarzit lässt sich eine Streife von Schiefer beobachten und in dem Kalk wiederholt sich der Quarzit als ein dünnes Bänkchen. Im unteren Teil des Quarzits liegen Schieferstücke von einigen dm Länge eingeschlossen, welche ich als zerrissene Reste eines kleinen Schieferlagers deute. Der Brachiopodenschiefer wird gegen oben quarzitisch und grob. Hier liegt also schon eine kleine Abweichung von den einfachsten Verhältnissen vor.

Eine solche jedoch schon bedeutendere zeigt auch das Profil Fig. 15 Taf. V von Westbacken in Alsen, wo unter dem hier mehr massivem Quarzit, worauf das Gehöft liegt zuerst über dem Schiefer eine kleine Quarzitbank und dann eine Kalkbank liegt. Erst über dem Quarzit kommt der eigentliche Pentameruskalk.

Wir kehren nach Ede zurück. Unweit des vorigen Profils liegt Fig. 10 der Pentameruskalk unmittelbar auf dem Brachiopodenschiefer. Der Quarzit hat also ausgekeilt. Ob er aber durch den Kontakt zwischen dem Schiefer und dem Kalk, von einem dieser beiden Lager oder von Teilen beider æquivalent wird, lässt sich nicht entscheiden, was im Folgenden von allen primär auskeilenden Lagern gilt. Noch eine fünfte Möglichkeit zur Erklärung des Auskeilens des Quarzits lässt sich denken, und ist auch beobachtet worden, und zwar durch Zerreiſung bei späterer Faltung. So verhält es sich z. B. in Fig. 8, worauf ich später zurückkommen werde. Bei Ede liegt der etwa horizontale Kontakt zwischen dem Schiefer und dem Quarzit auf zwei verschiedenen Höhen über dem kleinen See Kriken und zwar so, als ob das Thal worin die Seen Hällsjö und Kriken liegen, von etwa nordwestlichen Verwerfungen gebildet wäre, wofür auch die ausserordentliche Steilheit des gegenüberliegenden Hällsjöbergs spricht. Da dieser aber auch zu der überschobenen Scholle gehört, welche besonders hier in Offerdal schon durch die Erosion allein steil ausgeht, braucht hier wegen der sehr weit, etwa 7 km, gradlinig verlaufenden Steile des Hällsjöbergs jedoch keine Verwerfung vorzuliegen.

Dann wird die Niveauverschiedenheit des Quarzits bei Ede einfach dadurch erklärt, dass die niedrigeren südwestlichen Vorkommnisse ziemlich ungestört liegen, die obere dagegen dem oberen Schenkel einer überschobenen Falte gehören, deren untere Schenkel ausgewalzt ist und worin der Quarzit zerrissen worden, die aber jedenfalls verdeckt ist. Liegt aber eine Verwerfung vor, muss sie jedenfalls vor der Zeit der eisgedämmten Seen stattgefunden haben, denn die Strandlinien liegen zu beiden Seiten des Thals eben hoch.

Das Profil Fig. 9 ist von Berge in Offerdal. Hier bilden die Lager eine gegen SO überkippte Falte, die sich gegen NO unter die grosse Überschiebungsscholle hinein streckt. In dem oberen Schenkel hat man wie gewöhnlich Brachiopodenschiefer, Quarzit und Kalkstein. In dem unteren dagegen wird der Kalkstein eben in der Profillinie zum Teil von seinem Schieferfacies verdrängt. Ausserdem kommt hier noch ein viertes Lager, der Turriculaturschiefer, hinzu, welcher nicht als Facies des Kalksteins aufzufassen ist. Sowohl der unterste Schiefer wie der Kalkstein zeigen ausserordentlich schöne im Streichen verlaufende Risse, Textfig. 5, welche in dem dunklen Kalkstein von weissem Kalkspat gefüllt sind.

Der Quarzit ist nur etwa 1 Meter mächtig. Einige Schritte NO von der Profillinie ist der Kalkstein viel mächtiger und einige Schritte gegen SW ist er wieder fast gänzlich von dem Schiefer ersetzt worden.

Fig. 14 ist ein Profil von Nordbyn in Alsen. Die Lager sind in-

vertiert. Der jüngere Teil des Pentameruskalks ist ganz wie im unteren Schenkel der Falte bei Berge von Schiefer ersetzt worden.

Fig. 11 ist eine Kartenskizze von Pelsve in Alsen. In dem nördlichen Teil ist die Lagerfolge die gewöhnliche, obschon invertiert. Im südlichen Teil ist der Quarzit gewaltig angeschwollen und macht sich auch sofort in der Landschaft sichtbar, so dass ich ihn schon von weitem bemerkte.

Am Dorfe Kluk südlich vom gleichnamigen See in dem Kirchspiel Alsen liegt eine Reihe kleiner mit Gebüsch bewachsener Hügel, welche in der Topographie der Gegend so schroff und charakteristisch hervortritt, dass man schon aus der Ferne überzeugt wird, dass ein Quarzit in deren Bau teilhaft ist

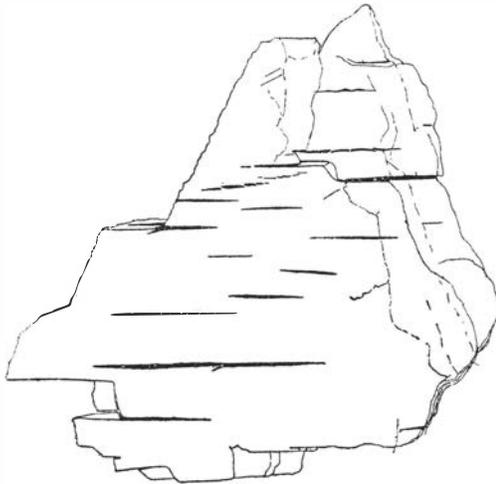


Fig. 5. Risse im ausgewalzten Brachiopodenschiefer bei Berge.

Am umstehenden photographischen Profil, den ich zweimal vergrößert, habe ich meine Beobachtungen eingezeichnet und die Fig. 1 erhalten.

Im Hügel *a* ist die Lagerfolge die gewöhnliche: Schiefer, Quarzit, Kalk. Im östlichen Abfalle des Hügels *b* fehlte der Quarzit, an der Südseite dagegen war er wieder vorhanden, zeigte sich aber ziemlich unbeständig. Von hier ist das nur einige Meter grosse Profil Fig. 2, welches wohl einen Riss des Quarzits darstellt. Gegen Westen endete der Hügel *b* mit einer Steile aus dem jetzt mehrere Meter mächtigen Quarzit. Diese Steile ist von dem Hügel *c* auf dem Profil 1 verdeckt. Der Zusammenhang zwischen *b* und *c* wird durch die Fig. 8 veranschaulicht. Die gebirgsbildende Kräfte haben wie gewöhnlich in diesen Gegenden etwa von NW gewirkt. Dadurch ist, als die Lager hier zusammengeschoben wurden, der Quarzit an seinem bei *c* südwestlichen Ende entzwei gerissen worden,

und das nordwestliche Ende des weiter gegen SO verschobenen Quarzits des Hügels *b* ist bei dieser Verschiebung ein wenig zurückgeblieben.

Der Hügel *c*, dessen in Fig. 3 abgebildete Südseite vollkommen entblöst war, lieferte einen guten Beispiel der hier ausserordentlich irreleitenden Verschieferung der Gesteine. Die Verschieferung fällt gegen NW ein. Der Quarzit ist wie gewöhnlich nicht im mindesten verschiefert.

Der Hügel *f* ist eine ganz einfache Synclinalfalte. Fig. 5 zeigt das Auskeilen des Quarzits im südlichen Teil des Ostabfalls des Hügels. Bis jetzt haben die Facieswechselungen nur darin bestanden, dass der Quarzit hie und da ausgekeilt hat, und die Deutung des Profils ist eine recht einfache gewesen.

Schwieriger ist es, die naheliegenden Hügel *d* und *e* in Übereinstimmung mit einander zu deuten. Zwei Möglichkeiten sind vorhanden die

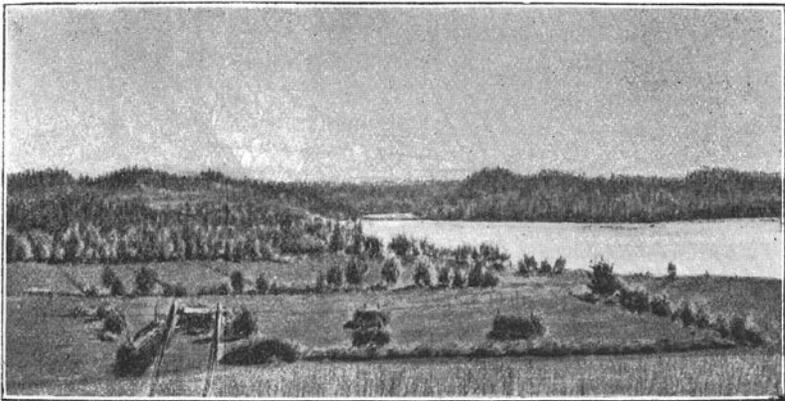


Fig. 6. Die Hügel bei Kluk, von Westbacken aus gesehen. (Nach Photogr.)

Lagerfolge zu deuten: eine rein geognostische und eine auf Facieswechselungen gegründete. Fig. 7 versinnlicht die einzige Weise, auf welche der Bau der Hügel geognostisch erklärt werden kann. Zuerst ist es dann befremdend, dass die Falte bei *d* gegen NW überkippt sein sollte, da die Verschieferung eben gegen NW einfällt und die Falten hier im allgemeinen gegen SO überkippt zu sein pflegen. Das kann man sich doch immer denken, dass die eine oder andere Falte »unrichtig« liegt. Aber selbst davon abgesehen, wäre es ein ganz sonderbarer Zufall, wenn die Erosion ganz so gewirkt hätte, wie es diese Theorie fordert.

Ich ziehe deshalb unbedingt die andere Deutung vor, zumal in dieser keine anderen Abnormitäten der petrographischen Wechselungen erforderlich sind, als solche, die man auch an anderen weniger zweideutigen Lokalitäten beobachtet.

Im Hügel *d* also liegt wie gewöhnlich der Kalk über dem Quarzit und der Kalk geht gegen Oben in einen Schiefer über. Fig. 4 stellt diesen Hügel von der Südseite aus gesehen vor. In Folge der Verschieferung

ist der Brachiopodenschiefer abgefallen, so dass die Schichtfläche des hier recht schieferartigen Pentameruskalkes eine nackte Steile bildet. Im Hügel *e* kann man entweder beide Quarzitbänke als eine etwas Schiefer enthaltende lokale Anschwellung des Quarzits betrachten, etwa so wie bei Pelve, oder auch, was mir weniger gut scheint, kann man annehmen, dass der Quarzit eine Synklinale bildet, und dass der Kalk eben im Kontakt gegen den Quarzit durch Schiefer ersetzt worden ist. Einen derartigen Fall habe ich aber nicht beobachtet, denn wo der Kalk durch Schiefer ersetzt war, geschah dies immer in dem oberen Teil desselben. Den östlichen Quarzitbank bin ich gegen SW, also im Streichen, durch den ganzen Hügel gefolgt bis an den Keller am Gehöft JONAS OLSSON's, von wo die kleine Karte Fig. 6, welche zeigt, dass der Quarzit auskeilt.

Wo nun diese drei Gesteine, der Brachiopodenschiefer, der Quarzit und der Pentameruskalk im Verein vorkommen, sind es, wie auch a priori zu erwarten ist, besonders die beiden letzten Gesteine, welche aus der Erdbedeckung hervorragen. Als ich aber südlich von dem eben beschriebenen Profil auf das niedere Land unterhalb der Hügel quer über dem Streichen der Schichten ging, war der Berggrund aussergewöhnlich gut entblöst, überall aber beobachtete ich nur Schiefer. Hieraus möchte ich folgern, dass sowohl der Quarzit wie der auch unbeständige Kalk gegen SW verschwinden, jener durch Auskeilen, dieser durch Übergang, so dass das ganze nur aus Schiefer besteht.

Dies erklärt auch, warum in dem ganzen grossen Gebiet zwischen Offerdal und Kall, den Seen Nästjärnarne, Djupsjö, Getan und Gerde entlang trotz der häufigen Aufschlüssen fast nur Schiefer beobachtet wird.

Der Kyrkåsquarzit.

Der Kyrkåsquarzit bildet vier von anderen Silurbildungen umgebene isolierte Vorkommnisse, welche alle in der Topographie recht scharf hervortreten, wie es mehr massive Quarzite überhaupt zu thun pflegen. Das bedeutendste Verbreitungsgebiet dieses Gesteins findet sich in der Umgegend von Kyrkås, etwa zwischen Kläppe, Mosjö, Östersjö und Bringåsen. Ein Anderes liegt bei Landsom und Ösa im Kirchspiel Ås. Dieses ist bedeutend kleiner, wie auch die Vorkommnisse um Klumpen in Hammerdal, welcher Berg aus meilenweiten, alles verdeckenden Torfmooren herausragt, und zwischen Långkälen und Storhögen im Kirchspiel Häggenås.

Zwischen Långkälen und Storhögen.

Der Quarzit ist hier von demselben leicht kenntlichen Typus wie der Kyrkåsquarzit und bildet wie dieser kompakte Massen. In einem Kanal zwei km NW von Storhögen wechsellagerte der bald vertikal stehende, bald nach allen möglichen Richtungen hin fallende lichte oder grünliche Quarzit mit weichem etwas glimmerhaltigem Thonschiefer, ganz so wie bei Ås und Kläppe, wovon es unten die Rede sein wird. Diese im Schie-

fer liegende Quarzitbänkchen haben mitunter ein konglomeratartiges Aussehen, in dem die Schichtflächen mit schwarzen, von Gleitflächen begrenzten Schieferstückchen bedeckt sind und welche wohl mit den platten schieferartigen Stücken zu vergleichen sind, welche mitunter die Schichtflächen des »Loftarsten«, der Sandsteine in Dalarna, bei Gefle, im Mälarsee u. s. w. bedecken. Konglomerate sind im Kyrkåsquarzit nicht beobachtet worden.

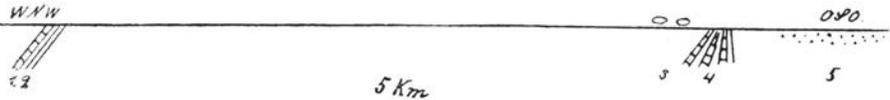


Fig. 7. Profil von Örån, 5 km gegen OSO.

1. Ortocerenkalk Etage 3.
2. Schwarzer Schiefer Etage 4.
3. Kalkellipsoiden Etage 4.
4. Kalkschiefer Etage 4.

Am Weg zwischen Österåsen und Storhögen bei einer Sägemühle am Bache Örån liegt ein grauer Ortocerenkalk durch Inversion über einem wechselnd feinem oder grobem und glimmerhaltigen schwarzen Thonschiefer, welcher folgende Versteinerungen enthält:

Triarthrus jemtlandicus LNS.

Diplograptus sp.

Climacograptus sp.

Dicellograptus sp.

Der Bachlauf hat sich gegen das Fallen des Schiefers bis an den Kontakt gegen den Kalkstein verschoben. Vier km OSO von dieser Stelle an demselben Weg lag ein Haufen von diesen leicht kenntlichen Kalkellipsoiden, in welchen die auf Seite 275 angegebenen Fossilien vorzukommen pflegen. Die Ellipsoiden waren sehr zahlreich und dürften mit ziemlicher Gewissheit anzeigen, dass das von ihnen charakterisierte Lager hier ansteht. Die Ackerkrume im Acker, woraus die Ellipsoiden stammten, war sehr mit dem schwarzen, fett anzufühlenden Schiefer bemengt, worin die Knollen zu liegen pflegen. Ein Stückchen weiter gegen OSO war an einem Gatter eine Schiefergrube. Dort ist der mit 4 bezeichnete Kalkschiefer anstehend. Das Gestein, welches mit demjenigen oberhalb Lugnet bei Östersund vollkommen übereinstimmt, besteht aus 1—5 cm dicken, schwarzen, knolligen Kalkbänkchen, die von ebenso mächtigen, von Gleitflächen ganz zerbröckelten Schieferlagern, getrennt sind. Das jetzt überschrüttene Gebiet von 1 bis 4 am Profil dürfte wie überhaupt das Silur dieser Gegenden, aus gegen etwa SO überkippten Falten bestehen. Zuletzt kommt etwa 0,5 Km. weiter gegen OSO der Kyrkåsquarzit mit seiner Übergangszone.

Bei Ösa und Landsom in Ås.

Der Quarzit bildet hier ein von der Eisenbahnstation Täng bis am Dorfe Backen vorbei sich erstreckender Höhenzug. Sandsteinartige,

sandsteinschieferartige und quarzitische Varietäten wechseln mit einander. Auch ein Konglomerat aus Quarzgeröllen wurde beobachtet. Schwarzer und grünlicher Schiefer wechseln mit dem Quarzit, besonders an den Grenzen ab.

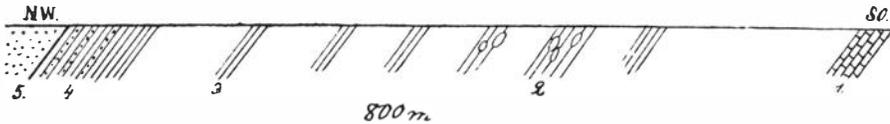


Fig. 8. Profil zwischen Ösa und Ås dem Wege entlang.

1. Grauer Ortocerenkalk.
2. Schwarzer Schiefer mit grossen Kalkellipsoiden.
3. Dunkler Schiefer.
4. Übergangszone mit Quarzitbänken.
5. Quarzit.

Oberhalb Ösa liegt ein Berg aus massivem Quarzit, welcher unten bei dem Gehöft JOHN JONSSON's in Ösa im Weggraben wieder an den Tag geht und eine Übergangszone aus wechselnden Quarzitbänken und Schieferlagern überlagert. Weiter gegen SO wird der Schiefer quarzitifrei. Gegen NO von hier, also im Streichen der Schichten an einem kleinen Dorfwege ist eine Schiefergrube ganz in der Nähe des in NW liegenden Quarzitberges, und hier enthält der dunkle Schiefer, 3, kleine Kalksteinknollen, welche einer ganz anderen Art sind als diejenigen bei 2 in unserm Profil, und mehr an denjenigen im Brachiopodenschiefer bei Östbacken in Alsen ganz lokal vorkommenden erinnern. Auch der Schiefer, worin sie liegen sieht jenem ähnlich aus.

Wir kehren zum Profil zurück. Im Liegenden dieses dunklen Schiefers treffen wir ein anderes Schieferniveau, wie die einlagernden grossen Ellipsoiden zeigen. Es ist hier eine alte Schiefergrube, wo man teils die Ellipsoiden im Schiefer stecken sieht, teils sind sie, nach dem Verwenden des Schiefers zum Wegebaumaterial, zurückgelassen, in der Grube aufgehäuft worden. Weiter gegen Ås wurden keine Ellipsoiden mehr beobachtet und der Schiefer war auch demjenigen bei 3 ähnlich. Schliesslich kommt bei 1 der Ortocerenkalk, woraus die Anhöhe besteht, worauf die Kirche liegt. Unser Profil geht also quer über das Thal zwischen den Anhöhen bei Ösa und Ås. Auch hier dürfte das Profil durch gegen SO überkippten Falten gehen, denn es ist nicht wahrscheinlich, dass die Lager zwischen dem Ortocerenkalk und dem Quarzit 500 m mächtig sind.

In der Umgegend von Kyrkås.

Der Kontakt dieser Bildungen gegen mehr kenntliche Silurlager ist nicht beobachtet worden. Aber zwischen Östersund und Kläppe, wo der Quarzit anfängt, sieht man kein anderes Lager als der obenerwähnte Kalkschiefer, welcher mithin auch hier in der Nähe des Quarzits ansteht. Das am meisten hervorragende Gestein ist hier wie an den andern Stellen ein

Quarzit, der bald grau oder grünlich, bald ein typischer Blauquarzit ist, der beim Glühen weiss wird. Die täuschende Ähnlichkeit mit dem Blauquarzit wird, wie bei dem Quarzit mit *Ph. elliptifrons*, dadurch erhöht dass mitunter eine Varietät mit gelben Pünktchen, die in den Oviksfjell so häufig ist, auch hier vorkommt. Solche Streifen, die auf Sandboden im Meere und auf Fliegsandfeldern vorzukommen pflegen, sind in den Sandsteinen häufig.

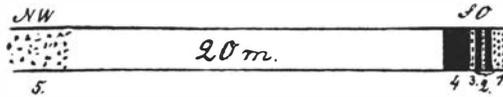


Fig. 9. Profil bei Kläppe in Kyrkås.

1. Quarzit.
2. Grüner Schiefer mit Quarzitbänken.
3. Quarzit.
4. Grüner Schiefer.
5. Kompakter Quarzit, vorauf das Gehöft Kläppe liegt.

Dieses Profil zeigt die häufige Wechselung der Gesteine dieses Gebiets. Der grüne, mitunter schwarze Schiefer, der überall und nur im Verein mit dem Kyrkåsquarzit vorkommt, hat ein ganz besonders leicht kenntliches Aussehen.

Bei Klumpen in Hammerdal.

Der Quarzit bildet hier eine bedeutende, erdbedeckte Höhe, worauf das Dorf Klumpen liegt. Mitten im Dorf erhebt sich eine steile Quarzitklippe. Unterhalb der Höhe geht ein Graben durch Torf, an dessen Grund der Quarzit die gewöhnliche Wechsellagerung mit dem grünen und schwarzen Schiefer zeigt.

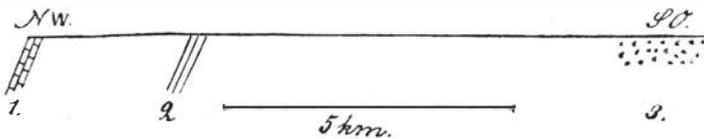


Fig. 10. Profil dem Wege entlang zwischen Torsåsen in Föllinge und Klumpen.

1. Ortocerenkalk bei Torsåsen.
2. Schiefer mit sehr untergeordnetem Quarzit.
3. Quarzit bei Klumpen.

Der oben besprochene grüne Schiefer liegt auf der dem Profil entgegengesetzten Seite des Quarzits.

Zwischen Ockersjö und Klumpen geht in südöstlicher Richtung ein neuer, kaum fahrbarer Weg, welchem entlang das Profil aufgenommen worden ist. Dass der Schiefer bei 2 etwas Quarzit enthält kann, ja auf einer Modifikation des gewöhnlichen schwarzen Schiefers beruhen, denn zum Quarzit in Klumpen gehört er nicht. Auch hier dürfte das Profil durch zusammengeschobenen Lagern gehen.

Schlussfolgerungen über den Kyrkåsquarzit.

Überall, auf allen vier Stellen, wo der Kyrkåsquarzit vorkommt, ist etwa dieselbe Nacheinanderfolge der Lager mit dem Quarzit als letztes Glied beobachtet worden, und zwar obschon die Lager gefaltet worden sind. Bei Storhögen war die Lagerfolge Ortocerenkalk, Schiefer, Schiefer mit Kalkellipsoiden, Kalkschiefer, Quarzit; bei Ås Ortocerenkalk, Schiefer, Schiefer mit Kalkellipsoiden, Schiefer, Quarzit. Auch bei Kyrkås trat der Kalkschiefer in der Nähe des Quarzits hervor, und bei Klumpen lag Ortocerenkalk, Schiefer, Quarzit.

Da nun trotz der Faltung der Schichtserien, und obschon die Profile keineswegs gewählt sind, sondern die einzigen bekannten sind und ganz auf Gerathewohl aufgesucht worden, diese so wohl übereinstimmen, so dürfte daraus hervorgehen, dass der Kyrkåsquarzit ein ganz bestimmtes Niveau in der silurischen Schichtenserie einnimmt. Aber welches? Die bei Bringåsen gefundenen Versteinerungen geben uns hierzu keinen mehr bestimmten Aufschluss, als dass es ein ziemlich hohes ist. Der Quarzitführende Schiefer bei Störåsen dürfte der Etage 4 in Norwegen angehören, so auch der Kalkschiefer bei Kläppe und Storhögen. Der Schiefer 3 bei Ösa kann der Brachiopodenschiefer sein, welcher in Alsen und Offerdal bis zu 6 a, nach norwegischer Nomenklatur, reicht, und dessen untere Grenze irgendwo in dem oberen Teil der Et. 4 liegen dürfte. Er könnte auch dem Kalkschiefer entsprechen, welcher einem oberen Teil der norwegischen Et. 4 entsprechen dürfte. In dem Kalkschiefer habe ich nie die geringste Spur von Versteinerungen gefunden. Ich kann also über das Alter des Kyrkåsquarzits nichts anderes sagen, als dass seine untere Grenze entweder oben in der Etage 4 oder etwas höher liegt, und dass er möglicherweise auch den Quarzit mit *Phacops elliptifrons* umfasst, welchem er in gewissen Varietäten sehr ähnlich sieht, und welche beiden Quarziten nie in derselben Gegend vorkommen.

Um die Übereinstimmung der sehr langen Profile, worin der Kyrkåsquarzit ein Glied ist, zu verstehen, muss man sich denken, dass die Lager mit gegen oben abnehmender Intensität gefaltet sind, und dass die Erosion mit zunehmender Entfernung von dem widerstandskräftigen Quarzit immer tiefere Lager entblöst hat. Die Abnahme der Intensität der Falten und Überkipnungen gegen oben ist eine natürliche Folge von der Unbeweglichkeit des Quarzits, der nicht mit einem Mal anfängt, sondern mittels immer stärker und häufigerer quarzitischer Einlagerungen gegen oben in den mehr kompakten Quarzit übergeht.

Der Wemdaler Quarzit.

Der Wemdaler Quarzit breitet sich von dem Süden des Storsjö bis ins nördliche Dalekarlien und dann weiter in Norwegen hinein aus und bildet eine Reihe grosser Berge und stahlgrau glänzende, öde, sterile Hoch-

gebirge, welche an ihrer südöstlichen Erosionsgrenze gegen die hie und da befindlichen Terrassen aus den unterlagernden kambrisch-silurischen Schichten steil abfallen und gewaltige Abstürze und wilde Schluchten bilden. Diese Terrassen tragen eine besonders üppige Vegetation und sind in diesen Gegenden besonders Gegenstand des Ackerbaues geworden. Selbst habe ich den Wemdalsquarzit nur zwischen Wester-Skucku in Berg und Wemdal gesehen.

Der Quarzit erscheint dem blossen Auge meistens als eine undurchsichtige, einheitliche, weisse Quarzmasse, in welcher dann keine Schichtung beobachtet werden kann. Hie und da wird das Gestein von einer Schicht durchzogen, die aus grösseren Quarzitkörnern besteht, oder gar von einem Einlagerungskonglomerat aus weissen, etwa wallnussgrossen Geröllen. Nördlich von Wemdalen war eine bröckelige Schicht aus sehr grobem Sandstein eingeschaltet. Gleitflächen durchziehen das Gestein.

Mitunter ist's von einlagernden, groben, schwarzen Schiefern gesprochen worden, eine sehr irreleitende Angabe, da die Schieferstücke aus reinem Quarzit bestehen und nur auf der Aussenseite die begrenzende Gleitflächen schwarzgrau überzogen sind. Es sind diese »Schiefer« als etwa horizontale Zonen einer Art Gleitungsbreccien aufzufassen, die an der Stelle entstanden, wo sie liegen, weil der Quarzit eben da mit etwas thonigem Material bemengt war.

Ich liefere jetzt einige Profile durch den Wemdalsquarzit und seine Unterlage.

Zu unterst, Fig. 11, liegt Urgestein, darauf folgt ein Sandstein, welcher wahrscheinlich dem Olenellusniveau entspricht. Hierauf folgt Alaunschiefer mit Bänken und Knollen aus Stinkkalk, worin *P. oelandicus* etc. Der Alaunschiefer ist bröckelig und zerfällt in Stücke, die parallel der Grenze des Quarzits, also in NO, ihre grösste Länge haben. Der Schiefer bildet eine Terasse, welche an ihrer inneren Seite von abgestürzten Blöcken aus Quarzit bedeckt ist und worüber der Quarzit, sich in eine senkrechte Klippe erhebend, ein Plateau bildet, von wo sich fast ganz Jemtland wie eine Karte überblicken lässt. Der Kontakt des Quarzits gegen seine Unterlage ist eben von den gewaltigen Blockanhäufungen verdeckt. Auch ist, ungeachtet die Lage des Wemdalsquarzits, einer Streitfrage wegen, sehr gründlich studiert worden, dieser Kontakt nur an sehr wenigen Stellen beobachtet worden.

Ausser auf den kambrisch-silurischen Lagern Fig. 11 und 12 liegen die Quarzitberge auch direkt auf präkambrischen und postarchaischen Gesteinen.

Dass der Wemdaler Quarzit also diskordant auf seiner Unterlage liegt, ist ausser Frage gestellt. Eine Denudation hat also im Anschluss an die Ablagerung des Wemdalsquarzits stattgefunden, wodurch dieser diskordant auf seiner Unterlage zu liegen gekommen ist. Es dürfte sich also längs der weitläufigen Südostrand des Quarzits eine Stelle auffindig machen können, wo die Denudation verhältnismässig wenig, oder im besten Falle gar nicht gewirkt hat und wo man also, wenn auch eine kleine süd-

östliche Verrückung des Quarzits stattgefunden hat, wie dies wohl wahrscheinlich ist, hoffen könnte, einen Übergang von den unterliegenden Lagern zum Quarzit zu finden, einen Übergang der in einem Quarzitischerwerden der unterlagernden Schiefer bestände oder durch Aufnahmen des Schiefers von Quarzitbänken hervorgerufen sein würde.

Als einen solchen Punkt fasse ich Hallen auf.

Denn teils ist der schwarze Schiefer, welcher hier über dem Ortocerenkalk liegt, das jüngste Glied, welches man unter dem Quarzit gefunden,

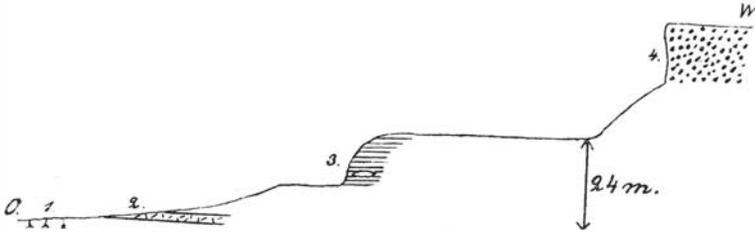


Fig. 11. Profil bei Bingsta in Berg.

1. Urgebirge.
2. Olenellussandstein?
3. Alaunschiefer mit *Paradoxides oelandicus*.
4. Wemdaler Quarzit.

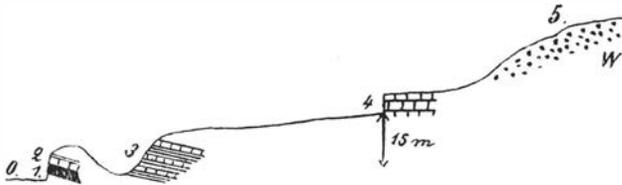


Fig. 12. Profil bei Tossåsen in Åsarne.

1. Stinkkalkbank in *Peltura*.
2. Eine zum Phyllograptusschiefer hörende grüne Kalkbank mit Geröllen.
3. Phyllograptusschiefer mit Bänken und Knollen aus Kalkstein.
4. Ortocerenkalk.
5. Quarzit.

teils wird dieser schwarze Schiefer, wo er in unmittelbarer Nähe des Quarzits untertäuft quarzitischer.

Man könnte sich auch die Sache so denken, dass die Diskordanz dadurch entstanden wäre, dass die Absätzung sandiger Sedimente auf der einen Stelle eher als auf der Anderen begonnen habe, aber dann müssten die in der Nähe anstehenden Lager wenigstens Spuren eines solchen Verhältnisses zeigen. Nun sind aber alle Lager am Fusse der Quarzitberge ganz besonders normal entwickelt. Die Entwicklungsform Ortocerenkalk, der zwar hier wie fast überall in Jemtland ausser bei Brunflo äusserst arm an Versteinerungen ist, erreicht hier die grösste Mächtigkeit, die ich beobachtet, 90 Meter. Vielleicht wird jedoch diese Mächtigkeit von derjenigen

des Kalkberges bei Hafsnäs im Kirchspiel Alanäs übertroffen, welcher wieder an den Strömsquarzit grenzt.

Wenn auch, wie wohl wahrscheinlich ist, der Quarzit ein wenig gegen SO überschoben worden ist, lässt es sich denken, dass die Überschiebung auf eine Weise vorsichgegangen sei, welche die ursprüngliche Stratigraphie wenig beeinflusst hat.

Ehe ich zur Darstellung meiner Auffassung über die Lage des

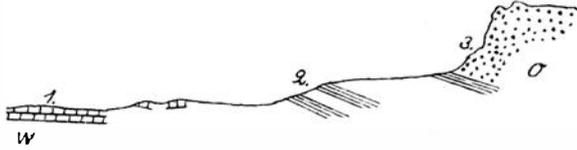


Fig. 13. Profil bei Hallen NV von Åsarne (nach Högbom (7)).

1. Grauer Ortocerenkalk.
2. "Schwarzer zerbröckelter Schiefer", welcher bei 3 "etwas mehr quarzitisch" wird.
3. Quarzit.

Wemdals-Quarzits übergehe, will ich einige Beispiele erwähnen, dass Überschiebungen, einer besonderen Art, sogar innerhalb sonst fast ungestörter Gesteine vorkommt.

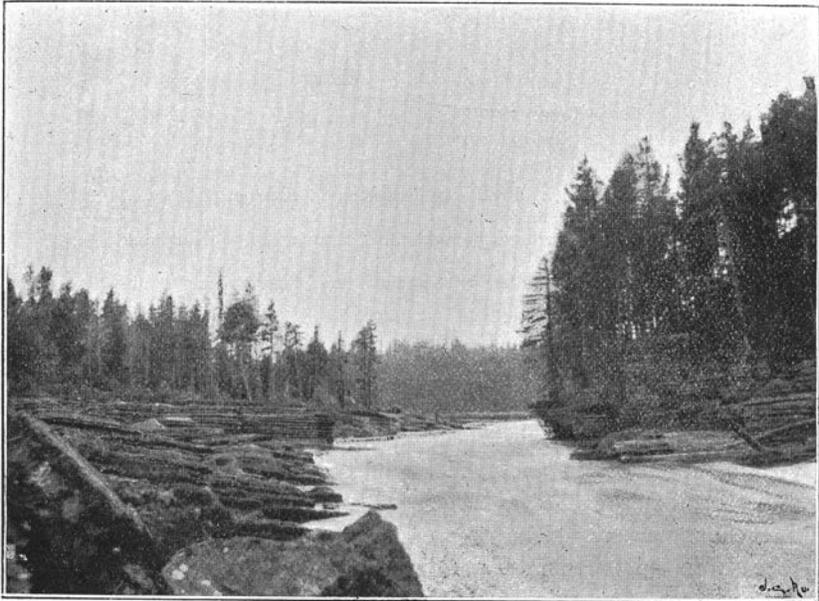


Fig. 14. Ortocerenkalk bei Högbron über die Härka in Hägenäs.

In Brunflo, z. B. bei Lunne, wo es ein Steinbruch im Ortocerenkalk giebt, sieht man in dem sehr gleichmässig geschichteten Gigaskalk wie

sich die Bänke gegen einander verschoben haben. Die Lager liegen fast ganz horizontal und ungestört. Die gleichmässige Schichtung, wovon uns Fig. 14 einen Begriff giebt, entsteht dadurch, dass in gewissen Abständen, durchschnittlich 11,7 cm, der reine dichte Kalk Schieferlamellen enthält. Diese ausgeprägten, mit Schiefer bedeckten Schichtflächen sieht man von Gleitungsstreifen fast ganz bedeckt, so dass jede Schichtfläche zugleich eine Gleitfläche gewesen ist. Auch über die Richtung des Druckes, welcher das Phänomen hervorgerufen, geben diese Streifen Aufklärung, denn sie verlaufen NW—SO (Fig. 15) und sind auf eine derartige Weise zerrissen, dass man sehen kann, dass der Druck von NW gewirkt hat. Wenn auch die Gleitung sehr gering ist, kann hierdurch jedoch ein beträchtliches Resultat erzielt werden, da die Streifen auf jeder Bank vorkommen.



Fig. 15. Gleitstreifen im Gigaskalk bei Lunne. b. in Profil.

Ausserdem kommt noch eine andere Erscheinung hinzu. Es haben sich nämlich besondere Überschiebungsflächen, entwickelt, Fig. 16, so wie sie LEO CREMER (4) beschrieben und wie sie in dem sonst ungestörten Glacialthon zu Upsala häufig sind.

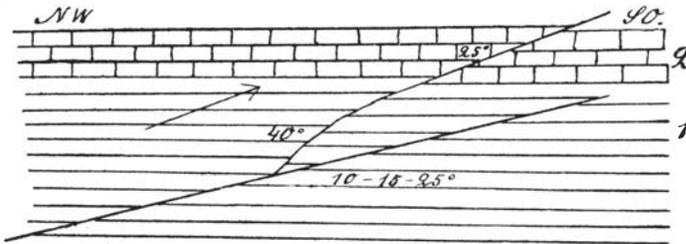


Fig. 16. Überschiebungen im Ortocerenkalk bei Lunne.
1. Gigaskalk.
2. Platyuruskalk.

Auch hier hat die Kraft von NW gewirkt. Die Überschiebungsspalte war etwa 5 m sichtbar und erreichte eine so starke Neigung wie 40° . Die »Sprunghöhe« betrug nur einige cm.

Derartige Überschiebungen dürften in Jemtland nicht selten sein. Bei Föllinge im gefalteten Schiefer mit Quarzitbänken habe ich sie auch beobachtet. Sie laufen da wenig geneigt quer über die Falten.

Ich bin nun der Ansicht, dass keine anderen Überschiebungen den Wemdaler Quarzit getroffen haben, dass sie aber hier, weiter gegen Westen, wo die geotektonische Kraft stärker gewesen, einen grösseren Betrag als bei Brunflo erhalten haben. Ich habe den Vorgang, so wie ich ihn mir denke, mittels der Fig. 17 zu versinnlichen gesucht.

Ich bin also der Ansicht, dass der Wemdaler Quarzit etwa in dem oberen Teil der Etage 4 oder mit Et. 5, alles nach den Bezeichnungen BRÖGGER's (2, 3), anfängt. Zur Beurteilung seiner oberen Grenze hat man

nicht den geringsten stratigraphischen Anhalt, und man wird wahrscheinlich auch keinen erhalten, und Versteinerungen werden in dieser Kompakten Quarzmasse auch wahrscheinlich nicht gefunden werden. Doch wäre es sonderbar, wenn die Sandablagerung hier, wo so reichliches Material vorhanden war mit dem Anfang der Et. 6a, der überall durch Sandsteine und besonders Quarzit charakterisiert ist, aufgehört hätte. Aber es kann ja auch die Sandmasse aus dem Silurmeer emporgestiegen sein, eben wegen derselben Veränderungen, welche die Et. 6a zu einem Sandniveau machte.

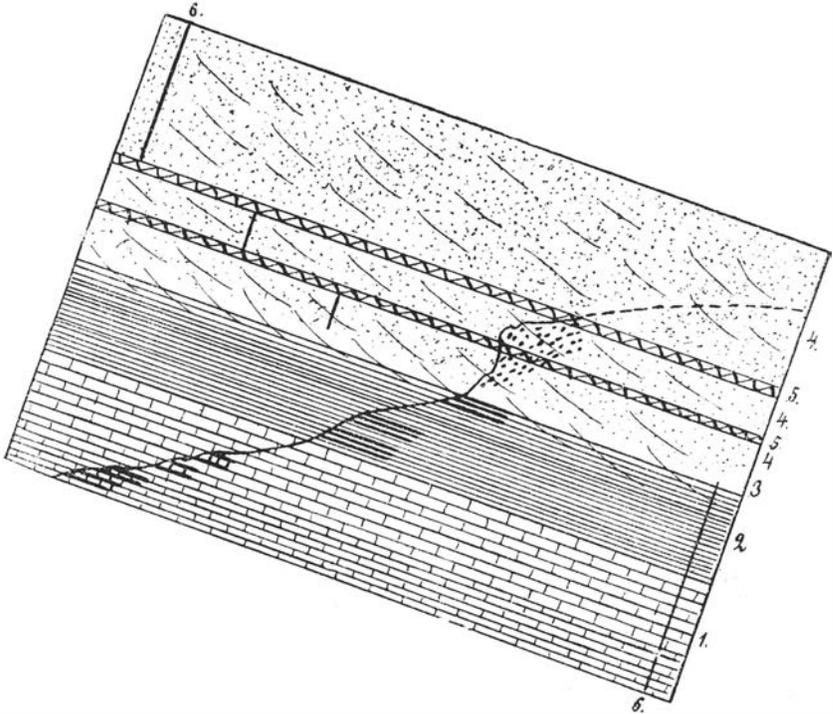


Fig 17. Schematische Figur zur Deutung der Verhältnisse bei Hallen. Das faktisch beobachtete Profil ist stärker gezeichnet.

1. Ortocerenkalk.
2. Schwarze Schiefer.
3. Hypothetische Übergangszone.
4. Quarzit mit hypothetisch orientierten Gleitflächen.
5. Gleitungsbreccien.
6. Durch die Schiebung gebrochene Linie.

Quarzite zwischen dem Storsjö und den Oviksfjell.

Hierhin gehört auch der Quarzit bei Sunne. Bei Kläppe, Sunne, Månsåsen, Möckelåsen, westlich von der Mündung des Baches Myån und bei Köfra finden sich kleine von anderen Silurlagern umgebene Quarzitvorkommnisse. Das Gestein hat ganz das Aussehen des Wemdaler Quarzits. Bei Sunne soll er nach LINNARSSON (10) untergeordnete Lager von Thonschiefer enthalten und bei Marby treten in dem Quarzit »konglomeratartige

Lager» auf. Bei Sunne habe ich vergebens einen ganzen Tag darauf verwendet, das kleine Quarzitvorkommen zwischen bekannten Lagern einzuschalten. Die übrigen Vorkommnisse kenne ich nur wenig. Fossilien sind in diesen Gesteinen nicht gefunden worden.

HÖGBOM (8) betrachtet diesen Quarzit der petrographischen Übereinstimmung wegen als Wemdalsquarzit und bezeichnet ihn auch mit derselben Farbe auf seiner Karte. Diese Quarzite kommen aber ganz anders vor als der Wemdaler Quarzit.

LINNARSSON (10) hielt diesen Quarzit für kambrisch, eine Ansicht, die jedoch wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat und jedenfalls am einfachsten dadurch erklärt wird, dass LINNARSSON aus den südkandinavischen Silurgebieten, womit er sich hauptsächlich beschäftigt, meistens nur *ältere* Sandsteine kannte.

Der Quarzit bei Ström.

Der Strömsquarzit setzt sich von Jemtland durch das nördliche Ångermanland bis in das südliche Lappland hinein fort.

Die faktischen Beobachtungen über die stratigraphischen Verhältnisse des Strömsquarzits sind in Jemtland überaus dürftig. Diese Gegend ist auch verhältnismässig wenig recognoscirt worden, so dass man bei einem kurzen Besuche einstweilen wenig Leitung hat, um stratigraphisch entscheidende Lokale aufzusuchen. Auch sind die geognostischen Verhältnisse des Strömsquarzits viel komplizierter als diejenigen des so viel umstrittenen Wemdalsquarzits.

Bei Hillsand und Wedjeön liegt im unteren Teil des Thalabfalles gefalteter, schwarzer, feiner Schiefer mit gröberen Schiefen und Quarzitbänken untermischt, wie am Ufer des Ströms Wattudal SO von Hillsand an einer Menge Stellen beobachtet werden kann. Bei Hillsand habe ich auch einen grünlichen, stengeligen Schiefer ohne Quarzitbänken beobachtet. Bei Petersburg bei Wedjeön überlagerte ein Kalkstein den Schiefer.

Oberhalb dieser sanftere Konturen hervorbringenden Gesteine erhebt sich steil und schorff der Quarzit, jedoch ohne dass ich den Kontakt beobachten konnte. Bei Kopparrökhällarne in Ström liegt ein ganz normal ausgebildeter Alaunschiefer mit Stinkkalkknollen in unmittelbarer Nähe des Strömsquarzits. Bei Hafsnäs am Flåsjö hat der Ortocerenkalk, wo er an den Quarzit grenzt eine Mächtigkeit, welche vielleicht selbst diejenige bei Skalängen übertrifft. Überhaupt habe ich in Jemtland noch keine Aufschlüsse angetroffen, welche über das Alter des Strömsquarzits eine Aufklärung geben könnten.

Aus Lappland dagegen hat Dr. N. O. HOLST (5) von Månsberget am See Ormsjö im Kirchspiel Dorotea ein Profil hervorgegraben, welches ich unten reproducire (Fig. 18).

Die zwei höheren Kalkbänke enthalten *Olenus gibbosus* WBG. Das Profil ist in seiner ganzen Länge entblösst worden. Auch im unteren

rische quarzitische Faciesbildung ist. Diese Neigung der Lager Quarzit zu werden fing schon im Profil Fig. 19 an.

Vom Strömsquarzit wüsste man denn von jetzt an, dass er unmittelbar nach der Bildung der Zone mit *Olenus gibbosus* oder des unteren Graptolitenschiefers sich abzusetzen anfing.

Thonschiefer mit schwarzen Quarzitbänken.

Etwa Zwischen den Seen Gysen, Hotagen, Löfsjö, Föllingesjö und Sandviksjö in den Kirchspielen Föllinge und Laxsjö breitet sich diese Facies aus. Der Quarzit nördlich von Laxviken gehört nicht hierher, sondern eher dem Strömsquarzit.

Zwischen Holmsjö am Südennde des Gysen und Föllinge geht eine neu angelegte Landstrasse, längs welcher der schwarze Thonschiefer mit Bänken aus Blauquarz, weil der Weg eben aus diesem Material gebaut worden ist, in zahlreichen Aufschlüssen studiert werden kann.

Der Thonschiefer ist rein schwarz, bald ganz fein, bald gröber und glimmerhaltig und bildet alle mögliche Übergänge zum Quarzit, der immer in wenig mächtigen aber desto dichter liegenden Bänken vorkommt. Nie hat sich das sandige Material in grösseren Klumpen angehäuft, wie dies sonst alle Quarzite in Jemtland thun. Das Gebiet ist gefaltet worden und meistens sind die Falten auch überkippt worden, und dann wie gewöhnlich gegen SO. Die folgenden Profile geben einen Begriff von der Wechselung der Gesteinen, Fig. 21.

Ich habe natürlich nur in den mehr schieferigen Gesteinsvarietäten nach Versteinerungen gesucht. Aber das Gestein ist so arm am Versteinerungen, dass ich, trotzdem dass Massen von aufgebrochenem Schiefer überall aufgehäuft da lagen, und obschon ich mehrere Tage gesucht habe, auf einem Punkt nur einige Stückchen von Echinodermstielen, auf einem Anderen ein schlechtes Exemplar eines langen *Diplograptus* gefunden. Nur in den grösseren Schiefen des unteren Profils Fig. 21 hatten meine Nachforschungen einen besseren Erfolg. Ich fand hier:

Dicellograptus sp.

Climacograptus sp.



Fig. 20. Profil bei dem Aborrfall.

1. Schwarze Schiefer wie 1 Fig. 19. 2. Grüner stengelliger Schiefer. 3. Dichter Quarzit mit vielleicht etwas kalkhaltigem Sandstein in Bänken von 1-5 cm. 4 und 5. Grünlicher dunkler Schiefer, horizontal verschiefert. 6. Bläulicher Quarzit, welcher gen Norden fortsetzt.

Diplograptus sp. und
Nileus armadillo DM, 6 cm lang.

Die *Climacograptus*art war teilweise in Relief erhalten, wie auch einige Exemplare des langen *Diplograptus*. Sie bestanden aus Schwe-

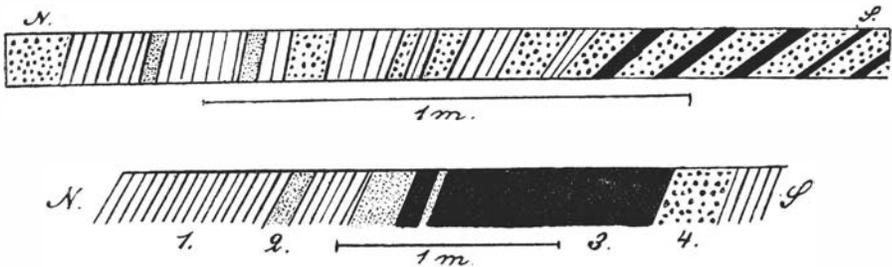


Fig. 21. Profile am östlichen Teil des Weges zwischen Holmsjö und Föllinge.

1. Abwechselnd feiner und grober Schiefer.
2. Feiner Quarzit.
3. Feiner schwarzer Thonschiefer.
4. Blauquarz.

felkies. Ein Rostflecken war von zwei teilweise parallel aufeinander liegenden, etwa 6 cm langen, Exemplaren von *Nileus armadillo* veranlasst. *Nileus armadillo* kommt zwar in dem ganzen Ortocerenkalk vor, aber die grosse Hauptform, welcher diese Exemplare gehören, scheint besonders dem Asaphuskalke zu gehören. Der Föllingequarzit dürfte also dem Ortocerenkalk entsprechen und zwar vielleicht eben dem Asaphuskalke.

Sehen wir nun, wie die Folgerungen, zu welchen uns diese Fossilfunde zu berechtigen scheinen, mit den stratigraphischen Verhältnissen übereinstimmen. Die Quarzitführenden Lager kommen westlich von Föllinge eben mit dem Ortocerenkalk in Kontakt.



Fig. 22. Profil von Föllinge dem Wege nach Holmsjö entlang, in einer Ebene senkrecht zum Streichen projiciert, wodurch es statt 7 etwa 4 Km. lang wird.

1. Gestein wie an den Profilen Fig. 21.
2. Thonschiefer.
3. Grauer Ortocerenkalk.
4. Schwarzer, fettiger Schiefer von unbekanntem Alter.
5. Hypothetische Verwerfung.
- G. Gasthof in Föllinge.

Die Höhe, worauf Föllinge liegt, besteht aus sehr verschiefertem Ortocerenkalk. Ob dieser SO vom Gasthof wirklich so einfällt wie auf meinem Profil, darf ich der Verschieferung wegen nicht behaupten, denn ich habe ihn hier nicht in Profil gesehen. Welches Alter der bei 4 in einer Steile anstehende Schiefer hat, weiss ich nicht. Bei 5 dürfte eine Verwerfung sein. Verwerfungen sind in Jemtland verhältnissmässig selten. Über

dem Schiefer bei 4 liegt etwa horizontaler Ortocerenkalk, dessen Verschieferung gegen NW einfällt. Dann kommt ein Thal, worin der Bach fließt, der in das nordwestliche Ende des Föllingejö hinausfällt. Auf der anderen Seite dieses Thales begegnet uns wieder der Ortocerenkalk, welcher hier in einem entblösten Kontakt durch das Stärkerwerden der Zwischenlager der Kalkschichten in einen Schiefer übergeht, der bei 1 Quarzitbänke aufnimmt.

Der nordwestliche Seitendruck hat auf die beiden Gesteine, wovon dieses Profil besteht, ganz verschiedene Wirkungen hervorgebracht. Der Schiefer mit Quarzit ist gefaltet worden, die Falten sind gegen SO überschoben und haben sich wider den nicht gefalteten Ortocerenkalk angelehnt. Dieser hat also etwa wie ein Massiv gewirkt. Der Druck, dem jedoch natürlich auch der Ortocerenkalk ausgesetzt gewesen ist, ist aber in diesem Gestein auf eine ganz andere Weise zum Ausdruck gelangt, Fig. 14. Hierdurch sind die gleichmässigen Schichten, wovon dieses Gestein besteht, ungemein dünn oder ungemein mächtig geworden, je nach der Richtung, in welcher die Verschieferung die Schichtflächen getroffen hat.

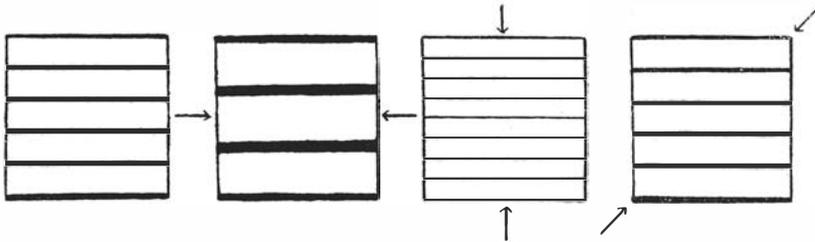


Fig. 23. Pressung des Ortocerenkalks bei Föllinge.

In dem ersten Quadrat, Fig. 23, sehen wir ein Stück Ortocerenkalk, das nicht gepresst worden ist. Der zweite Quadrat ist aus einem Stück aus Föllinge, welches senkrecht gegen die Schichtflächen verschiefert worden ist. Im dritten Quadrat ist die Verschieferung parallel mit den Schichtflächen und in dem vierten bildet sie einen Winkel von 45° mit den Schichtflächen, was natürlich keine Veränderung in der Mächtigkeit der Schichten hervorgerufen hat.

In den Kalkbrüchen ist dieses Verhältniss weniger deutlich, wird aber dennoch leicht beobachtet. Am häufigsten ist der Fall, sowohl in fester Kluft, wie in Blöcken, dass die Schichtflächen mit den Verschieferungsflächen einen grösseren Winkel als 45° bilden, wie dies auch *a priori* aus der nur schwach wogigen Lage des Kalksteins zu erwarten war.

Da dieser Quarzit nur in dünneren Bänken von den bei Bewegungen als Schmiere wirkenden Schieferlagern getrennt, vorkommt, wird die Wirkung des Seitendruckes bei ihm eine ganz andere als bei den übrigen Quarziten, welche stärkere Massen bilden.

Ich glaube überhaupt beobachtet zu haben, dass Sedimentärgesteine

je nach der Intensität ihrer petrographischen Wechselung durch Seitendruck beweglich sind.

Durch den obenerwähnten Unterschied zwischen dem Schiefer mit Quarzit und dem Ortocerenkalk findet das Verhältniss eine hinlängliche Erklärung, dass jener im Profil, Fig. 22, seinen eigenen Aequivalent überlagert. Es bleibt noch übrig, den Übergang zwischen 2 und 3 zu erklären. Wenn man sich denkt, dass der Kalk gegen NW auskeilt und von dem Schiefer ersetzt wird, so ist ja dieser Übergang ein schon *a priori* zu erwartender, so zu sagen, vertikaler Ausdruck des horizontalen Überganges oder der Facieswechsel, und dies schon zu der Zeit, wo die Schichten noch wage-recht waren.

Die Periodizität, welche die gleichmässige Schichtung des Ortocerenkalkes hervorgebracht hat, machte sich nicht innerhalb der Quarzit-Schieferfacies geltend, wenigstens nicht in demselben Maasse, welches zeigt, dass sich, abgesehen von dem Sedimentationsmaterial, andere Verhältnisse in der Genesis des Kalksteins geltend gemacht haben, Verhältnisse, die vielleicht eben gleichmässig geschichteten Kalksteinen eigen sind.

Auch am Nordwestende des Flåsjö und bei Ströms Wattudal kommt diese Facies vor, aber diese Vorkommnisse kenne ich nur wenig und habe keine Versteinerungen darin gefunden.

Bei Gelegenheit der grossen Excursion, welche Herr Professor A. G. HÖGBOM 1893 mit einer Anzahl Studenten aus Stockholm und Upsala durch das mittlere Schweden unternahm, richtete ich in Ragunda die Aufmerksamkeit meiner Kameraden auf die silurischen Blöcke einer Sandgrube daselbst. Es wurde mir dann von Herrn Bergsingenieur GUSTAF HALLBERG auch ein Stückchen eines quarzitischen Schiefers gebracht, worin ein Fragment eines Graptolits gefunden hatte. Der Schrammenrichtung wegen dürfte dieses Stück, es sei nun, dass es mit der ersten oder zweiten Vereisung transportiert worden, eben aus dem nördlicheren Verbreitungsgebiet dieser Facies stammen.

Der Blauquarz in den Oviksfjell.

Westlich vom Storsjö verschwinden allmählig die Kalksteine, und die Formation wird von einer Facies aus groben Thonschiefern vertreten, welche am Ostrande von dem Hochgebirge den Oviksfjell ziemlich schnell in eine dritte Facies aus deutlich geschichtetem Quarzit übergeht. Ursprünglich hatte man also hier eine horizontal liegende Schieferfacies, im Westen von welcher hineinragende Quarzitbänke auskeilten und in deren ostliche Teile Kalksteine, besonders der Ortocerenkalk, auskeilte. Jetzt ist aber das ganze zusammen- und übereinander-geschoben worden, so dass die Schiefer über der Kalkfacies, die Quarzitfacies hinwieder über jener liegt.

Gegen W, wo die immer dichter werdenden Quarzitbänke den Schiefer fast gänzlich verdrängen, wird das Gestein auch weniger faltbar

und verhält sich geotektonisch mehr massivartig und dürfte einheitlich über seine mehr plastische Facies hinausgeschoben worden sein.

Zur Ermittlung des Alters des Blauquarzes, der selbst nie Versteinerungen enthält, eigneten sich natürlich nur die im Blauquarz einge-

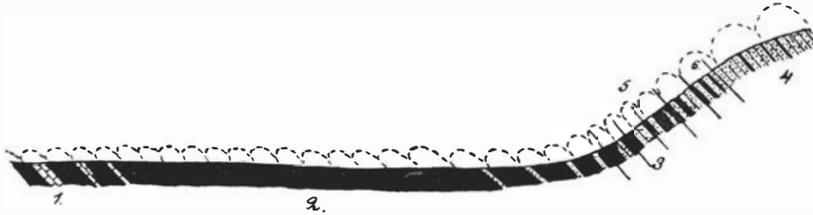


Fig. 24. Schematisches Profil vom Storsjö zum Ostrand des Sällsjöfjell.

1. Ortocerenkalk.
2. Schieferfacies.
3. Übergangszone.
4. Quarzitifacies.
5. Luftsatteln.
6. Überschiebungsebene.

schalteten westlichen Ausläufer der Schieferfacies. Dass diese Vorkommnisse von milden schwarzen Thonschiefen mitten im Blauquarz nicht sekundärer Natur sind, geht aus den häufigen petrographischen Übergängen und der Wechsellagerung der beiden Gesteine hervor, die so intim ist, dass der eingelagerte Schiefer selbst Einlagerungen aus Blauquarz enthält, die mitunter so dünn sind, dass sie nur die Dicke eines einzigen Quarzkörnchens haben. Von einer Einpressung der Schiefer in den Quarzit kann es also keine Rede sein.

Solche Vorkommnisse von Schiefen im Blauquarz sind keine seltenen. Ich habe im letzten Sommer ihrer Mehrere aufgefunden. Beim Bau des



Fig. 25. Schiefereinlagerung bei Bydalen.

1. Blauquarz.
2. Schwarzer Schiefer.
3. Schiefer mit Quarzitbänkchen.

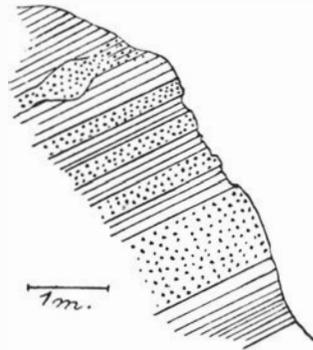


Fig. 26. Profil aus der Schlucht oberhalb Hövallen, Westerfjell oder Sällsjöfjell.

neuen Weges, welcher von Hallen nach Bydalen leitet, sind auf mehreren Stellen Aufschlüsse entstanden, worin Schiefereinlagerungen entblösst worden sind.

In einer teilweise schneegefüllten Schlucht oberhalb der Sennhütte Hövallen habe ich eine ganze Serie Schiefereinlagerungen beobachtet, die ein flaches Gewölbe bilden. Zu diesem gehört die Fig 26.

Am Südende der Schlucht Dromskåran zwischen Drommen und Falkfångarfjell findet sich auch eine derartige Einlagerung schwarzer Schiefer. Selbst die Lage dieser Erosionskluff und des Thals, worin der Fusspfad über das Hochgebirge Westerfjell vom Sällsjö nach Bydalen verläuft, ist von dem etwa nordnordöstlichem Streichen mehr schieferiger oder sandsteinsartiger Varietäten des Quarzits bedingt worden.

Alle diese mehr westlichen und mithin kleineren Einlagerungen haben aber alle das gemeinsam, dass sie, eingeschaltet wie sie sind in dem harten, wenig plastischen Quarzit, sehr arg verschiefert worden, wobei die Verschieferungsflächen parallel mit den Schichtflächen geworden sind. Die Folge davon ist, dass alle Versteinerungen, die ohne Zweifel einst dagewesen, verdorben worden sind. Obschon ich mich im letzten Sommer vierzehn Tage damit beschäftigt, in dieser jedoch ziemlich beschränkten Gegend sehr westliche Schiefereinlagerungen aufzuspüren und Fossilien darin zu suchen, habe ich kein einziges Fossil gefunden. Obgleich schon diese Schiefereinlagerungen selbst gewissermassen als kambrisch-silurische »Leitfossilien« betrachtet werden können, geben sie jedoch keine nähere Auskunft über das Alter des Quarzits. Hierüber weiss ich also bis jetzt nicht mehr, als ich schon 1893 berichtete, nämlich dass er von dem oberen Olenidschiefer bis zum mittleren Graptolitenschiefer reicht.

In seinem nordöstlichen Streichen geht der Blauquarz in ein Aequivalent aus gebanktem, groben Schiefer über.

Zusammenfassung.

Die Tabelle.

Auf der beistehenden Tabelle steht zu oberst ein in mehrere Teile eingeteilter Strich, welcher die normale Ausbildung der kambrisch-silurischen Schichtserie in Jemtland bezeichnet. Dieser Strich nimmt die ganze Breite der Tabelle ein, ist aber auf einer Stelle unterbrochen. Diese Lücke bedeutet nur, dass ich mich einstweilen nicht habe entschliessen wollen, welche Facies ich als normal betrachten sollte.

Die unterste Linie soll die norwegische Schichtserie nach BRÖGGER (1, 2, 3) vorstellen.

Zwischen diesen beiden Strichen habe ich dasjenige eingeführt, was ich als Faciesbildungen des normalen Silurs betrachte. Wenn hier zwei Striche in der Verlängerung von einander liegen, bedeutet das nicht, dass sie auf irgend eine Weise zusammengehören, nicht dass sie Teile eines und desselben unterbrochenen Striches sind. Jeder Strich bedeutet die vertikale Verbreitung einer Faciesbildung. Die nordwestlichen tuffführenden Faciesbildungen, mit denen ich mich wenig beschäftigt, sind nicht

mit eingetragen worden. Dass so viele Faciesbildungen eingezeichnet worden sind, bedeutet nicht, dass der Facieswechsel so intensiv ist, dass so viele verschiedenartige Abänderungen der Schichten vorkommen, sondern beruht zum grossen Teil darauf, dass mein Material es noch nicht erlaubt z. B. Vorkommnisse verschiedener Lokalitäten zusammenzuführen. Es sind mehrere Faktoren, welche vielleicht wenigstens zum Teil schon jetzt hätten berücksichtigt werden und wodurch die Zahl der Faciesbildungen hätte reduziert werden können. So z. B. braucht eine Ablagerung von Sand nicht überall auf demselben Niveau anzufangen, um die künftigen Quarzities einheitlich zu machen. Ich hätte z. B. den Strömsquarzit + den Wemdalsquarzit als Einheit betrachten können und ganz einfach die sandige Sedimentation dieser Facies im Norden eher anfangen lassen als im Süden u. s. w. Aber teils hätte ich diesen Gesichtspunkt jetzt nicht durchführen können, teils habe ich ihn unbewusst und ganz zufällig gewissermassen für die Karte jetzt schon verwendet.

Die Karte.

Als Material meiner Karte habe ich mit nur geringfügigen Änderungen die Karte HÖGBOM's (8) verwendet.

Mit licht Blau habe ich die nordwestliche Facies bezeichnet, mit Blau die normale Lager. Mit Roth habe ich den Strömsquarzit, den Kyrkåsquarzit, den Quarzit bei Sunne und westlich vom Storsjö und den Wemdalsquarzit bezeichnet; mit Violett bezeichnete ich den Schiefer mit Quarzitbänken im nördlichen Jemtland und bei Föllinge und den Blauquarz der Owiksfjell. Braun legte ich den dem Blauquarz verwandten gebankten Schiefer NO von den Owiksfjell. Um so wenige Farben wie möglich nöthig zu haben, wählte ich die Farben eben so, wie oben angegeben ist, und theilte nach dem petrographischen Habitus die Gesteine der Quarzities in zwei verschiedene Gruppen ein. Die erste Gruppe, die mit Roth bezeichnete, besteht aus mehr massiven, meistens undeutlich geschichteten Quarziten. Die Zweite besteht aus den sehr deutlich geschichteten Quarziten, zu denen ich in dieser Beziehung auch den gebankten Schiefer rechne.

Als nun aber die Karte gemalt war, kam ein ganz unerwartetes Bild zum Vorschein. Es hatten sich nämlich die Quarzities der ersten Gruppe in eine ostliche, diejenige der Zweiten in eine westliche Streife geordnet. Weiter fand sich, dass die westliche Quarzitiesreihe im allgemeinen älter ist als die ostliche. Dieses gilt nicht im nördlichen Jemtland, aber hier begegnen und decken sich auch die zwei Quarzitiesstreifen. Die auf Grund des petrographischen Habitus gewählte blosse Zweiteilung war also gut geraten und hatte sich als natürlich erwiesen.

Was bedeutet nun diese Verbreitung der litoralen oder litoralwärts gelegenen Flachseebildungen in Beziehung auf die ehemaligen geographischen Verhältnisse zur Zeit der Bildung der sandigen Sedimente?

Erstens ist es möglich, dass die gegenseitige Lage der beiden Quarzitreihen Resultat nur rein geotektonischer Faktoren ist. Es können nämlich die beiden Reihen im Norden zusammentreffen, nur weil die Faltung gegen Westen stärker gewesen wäre, so dass der westliche Quarzit den Ostlichen so zu sagen eingeholt hätte. Weiter ist es möglich, dass der Wemdalsquarzit und der Blauquarz unter der sie trennenden Überschiebungsscholle zusammentreffen. Dass sie petrographische Übergänge zeigen, ist schon öfters hervorgehoben worden (8, 15).

Am wahrscheinlichsten dürfte es jedoch sein, dass die zur Bewegungsrichtung der Falten senkrecht verbreitete Quarzitreihen vor der Faltung weiter von einander entfernt waren als jetzt.

Demnach dürfte man anzunehmen berechtigt sein, dass die zweifache Verbreitung der Quarzite auf zwei Situationsperioden eines verschiedenen Alters des Ufers hindeuten und auf eine successive Verschiebung des Ufers gegen OSO, was sich auch mit dem Übergang des Blauquarzes in den Wemdalsquarzit gut verträgt.

Schwerer ist es aber zu entscheiden, auf welcher Seite der Quarzitstreifen das ehemalige Land lag, deren Küsten verschoben worden sind.

Es liegt nicht fern anzunehmen, dass die Gebirgsbildung schon während der kambrisch-silurischen Zeit angefangen hätte, was leicht eine Hebung des Meeresbodens in NW hätte hervorrufen können. Eine Folge dieser Hebung wäre natürlich gewesen, dass auch quarzhaltige Gesteine der Erosion anheimgefallen wären und das quarzitisches Sedimentationsmaterial geliefert hätten. Für eine westliche Lage des Landes spricht die schon öfters erwähnte Neigung der Schichten eben gegen Westen in Quarzite überzugehen und weiter der von HÖGBOM (9) nachgewiesene Umstand, dass die norrländischen Flüsse schon gleich nach dem Aufsteigen der Silurschichten aus dem Meere angefangen haben ihre jetzigen Erosionsrinnen auszugraben, und dass sie schon damals in derselben Richtung flossen, was natürlich wieder eine Folge der im Westen thätigen Gebirgsbildung war. Dieses Moment in der Entwicklungsgeschichte unserer norrländischen Flussläufe setzt voraus, dass die Silurformation eine weitere Verbreitung gegen Osten gehabt und ganz Norrland bedeckt hat.

Eine Lage des Landes westlich von den Quarzitstreifen hätte natürlich mit sich bringen sollen, dass westlich von den Quarziten keine marinen Lager hätten gebildet werden können, welche mit den respektiven Quarziten aequivalent wären und der Flachsee angehört hätten. Soweit man bis jetzt beurteilen kann, ist das auch nicht der Fall. Dagegen liegen alle Bildungen jungsilurischen Alters westlich von der westlichen Quarzitstreife. Diese Ablagerungen enthalten aber auch einen Quarzit und zwar einen mit sehr weiter Verbreitung, den Quarzit mit *Phacops elliptifrons*, welcher auch im südlichen Norwegen vorkommt. Entweder muss also das Meer während dieser späteren Zeit wieder transgrediert haben, oder muss man das Vorkommen des Quarzits mit *Phacops elliptifrons* aus einem besonderen Verlauf der Küstenlinien mittels Inselgruppen oder dergleichen

lokalen Verhältnissen erklären. Er hat ja auch eine ziemlich unbedeutende Mächtigkeit und ist wenig anhaltend.

Jedoch muss das Vorkommen dieses Quarzithorizonts seiner grossen Verbreitung wegen eine generelle Erklärung haben.

Das noch zu ermittelnde Alter der nordwestlichen Facies habe ich nicht berücksichtigen können. Sie gehört auch eigentlich der Westseite der Hochgebirge.

Litteraturverzeichniss.

BRÖGGER, W. C.:

1. Die silurischen Etagen 2 und 3 im Kristianiagebiet und auf Eker. Universitätsprogramm für 2 Sem. 1882.

2. Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund—Skien. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne Bd. 28. 3 und 4. 1883.

3. Geologisk Kart over øerne ved Kristiania. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. 31. 2. 1887.

CREMER, LEO:

4. Die Ueberschiebungen des Westfälischen Steinkohlengebirges. »Glüchauf» 1894. No. 62, 63, 64, 65.

HOLST, N. O.:

5. Om en mäktig qvatsit, yngre än olenus-skiffer. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar N:o 120. Bd 11. Häft. 1, p. 33 1889 und S. G. U. Ser. C. 104.

HÖGBOM, A. G.:

6. Om förkastningsbreccior vid den Jemtländska silurformationens östra gräns. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar N:o 102. Bd. VIII H. 4. p. 353. 1886.

7. Om kvartsit-sparagmitområdet mellan Storsjön i Jemtland och Riksgränsen söder om Rogen.

Ibid. N:o 122. Bd XI H. 3. p. 123. 1889 und S. G. U. Ser. C. 104.

8. Geologisk Beskrifning öfver Jemtlands Län. Med 1 karta.

Sveriges Geologiska Undersökning Ser. C. N:o 140. 1894.

9. Installationsvorlesung 1897.

LINNARSSON, G.:

10. Anteckningar om den kambrisch-siluriska lagerserien i Jemtland.

Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar Bd 1 N:o 3. 1872.

11. En egendomlig Trilobitfauna från Jemtland.

G. F. F. Bd. II, p. 491. 1875.

LUNDBOHM, HJ.:

12. Karta öfver Berggrunden i Vesternorrlands län. S. G. U. Ser. C. Noch nicht erschienen.

MOBERG, J. CHR.:

13. Om skiffern med Clonograptus tenellus, dess fauna och geologiska ålder. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar N:o 142. Bd 14 H. 2. p. 87, 1892 und S. G. U. Ser. C. N:o 125.

- SVENONIUS, FR.:
14. Om »Sevegruppern» i nordligaste Jemtland och Ångermanland samt dess förhållande till fossilförande lager. G. F. F. N:o 67, Bd V, N:o 11. 1881.
S. G. U. Ser. C. N:o 45.
- TÖRNEBOHM, A. E.:
15. Grunddragen af det Centrala Skandinaviens Bergbyggnad. Mit einem Résumé in deutscher Sprache. Mit einer Karte. K. V. A. Handl. Bd 28 N:o 5. 1896.
- WIMAN, C.:
16. Über die Silurformation in Jemtland.
Bull. of the Geol. Institut. of Upsala. 1893.

Karten.

- ALBIN, J. A.:
- Karta öfver Jemtlands län. 1:200000. 1885.
Generalstaben:
- Generalkarta. Mellersta delen. 1:1000000. 1877.
Generalstaben:
- Karta öfver trakten kring Östersund. 1:100000. 1895.

Erklärung der Tafeln.

Pl. V.

Quarzit mit *Phacops elliptifrons*.

1. Profil durch die Hügel bei Kluk.
2. Detail von der Südseite des Hügels *b* im Profil 1.
3. Detail von dem Nordende des Hügels *c* im Profil 1.
4. Der Hügel *d* im Profil 1 von der Südseite gesehen.
5. Das Auskeilen des Quarzits im östlichen Teil des Hügels *f* im Profil 1.
6. Kartenskizze vom südlichen Ende des östlichen Quarzits im Hügel *e* im Profil 1.
7. Gedachte Deutung des Zusammenhanges der Hügel *d* und *e* im Profil 1.
8. Kartenskizze an der nördlichen Spitze der Hügel *b* und *c* im Profil 1.
9. Überkippte Falte bei Berge in Offerdal. Das Schwarze ist Turriculatusschiefer.
10. Profil bei Ede in Offerdal.
11. Kartenskizze von Pelsve in Alsen.
12. Schieferbruchstück im Quarzit der Fig. 13.
13. Profil bei Ede in Offerdal, ganz in der Nähe des Profils 10. [Nach HÖGBOM (8).]
14. Profil bei Nordbyn in Alsen.
15. Profil bei Westbacken in Alsen.

Pl. VI.

Vertikale Verbreitung der Faciesbildungen in Jemtland.

Pl. VII.

Karte der kambrisch-silurischen Bildungen in Ångermanland, Jemtland und Herjedalen. Hauptsächlich nach HÖGBOM (8).

B = Blauquarz

Q = Schiefer mit Quarzit

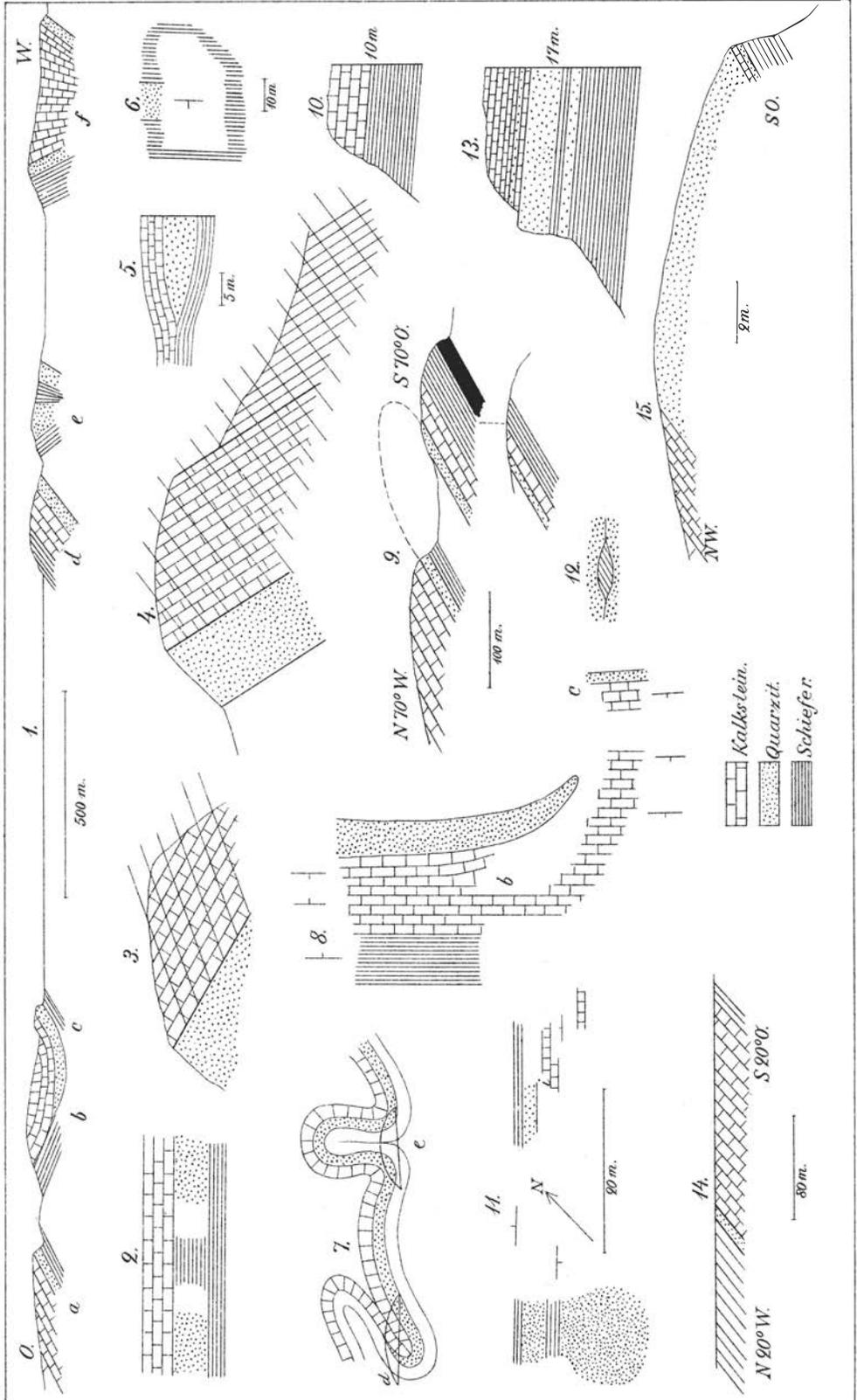
S = Strömsquarzit

K = Kyrkåsquarzit

V = Wemdalsquarzit

Ostlich von den Kambrisch-silurischen Bildungen liegen nicht bezeichnete Urgesteine etc. Den westlichen Teil nehmen die überschobenen Schollen zum grossen Teil ein.





Olen.	Paradoxides	Ek	Olenidensch.	Phyllogr.	Ortocerenkalk	Ph.	O. G.
					Brusflo		
					Schwarzer Schiefer	Kalksandst.	O. G.
					Chasmo psb. Løke	Storsjön Qu. mit Ph. M.	Lejtorp
						Brachiopodensch. Offerdal etc.	
					Strömsquarzit		
					Wemdalsquarzit		
					Løftarsten Løke		
					Schiefer Näliden	Kyrkäsquarzit	
					Schiefer mit Quarzit Föllinge Holmsjön		
					Schiefer mit Quarzit Störåsen		
					Blaugvarz Oviksfjällen		
					Quarzitlicher gebankter Schiefer Zwischen Storsjön, Ockesjön und Oviksfjällen		
					Quarzitlicher Schiefer Näliden-Yiterån		
					Schwarzer Schiefer Hårkan	Quarzit Sunne etc.	
1 b	1 c α	1 c β	1 d ?	2 a	2 b	2 c	2 d
				3 b	3 c α	3 c β	3 c γ
				4 a	4 b	4 c	4 d
				5	6 a	6 b	6 b

Norwegen nach Brøgger

**KAMBRISCH-SILURISCHE
FACIESBILDUNGEN
in
JEMTLAND**

SKALA 200000

