

Während die Tektonik der meisten vortertiären Gebirge sich uns erst nach und nach entschleiern, Hand in Hand mit den Fortschritten unserer Kenntnis vom Bau der jungen — alpinen — Faltengebirge, so verhält es sich mit den skandinavischen Gebirgen anders. Nur langsam beginnen wir die Rätsel zu lösen, die Schwarzwald, Vogesen, Harz und Rheinisches Schiefergebirge in ihren mannigfachen tektonischen Linien verbergen, im schwedischen Hochland hat man dagegen seit langem, fast länger schon als in den Alpen, Erscheinungen verfolgt und kennen gelernt, die an Großartigkeit die Deckschollen der Schweiz weit übertreffen, andererseits aber auch viel klarer und einfacher vor uns liegen.

Über die nur wenig gestörten Schichten des baltischen Schildes türmt sich im Nordwesten ein bis zu 2200 m hohes Gebirge, caledonischer Faltung, auf. Die hochgradig metamorphe und kataklastische Ausbildung der Gesteine hat jedoch längere Zeit eine klare Deutung des Aufbaues und der Lagerungsverhältnisse in diesem Gebiete erschwert.

Vergegenwärtigen wir uns zuerst den Schichtenbau, wie man ihn am Rande des Hochlandes im mittleren Schweden antrifft.

Auf die älteren Gneise und Granite und auf die jüngeren Porphyre und Leptite, die zum Urgebirge gehören, folgen die algonkischen Dala-sandsteine mit eingeschalteten Diabasdecken. Eine höhere Abteilung des Algonkiums bildet

die „Sevegruppe“, deren klastische Facies (Sparagmitformation) aus feldspatführenden Quarzsandsteinen besteht, während die kristalline Facies (Åreschiefer) aus Glimmerschiefern, Horn-

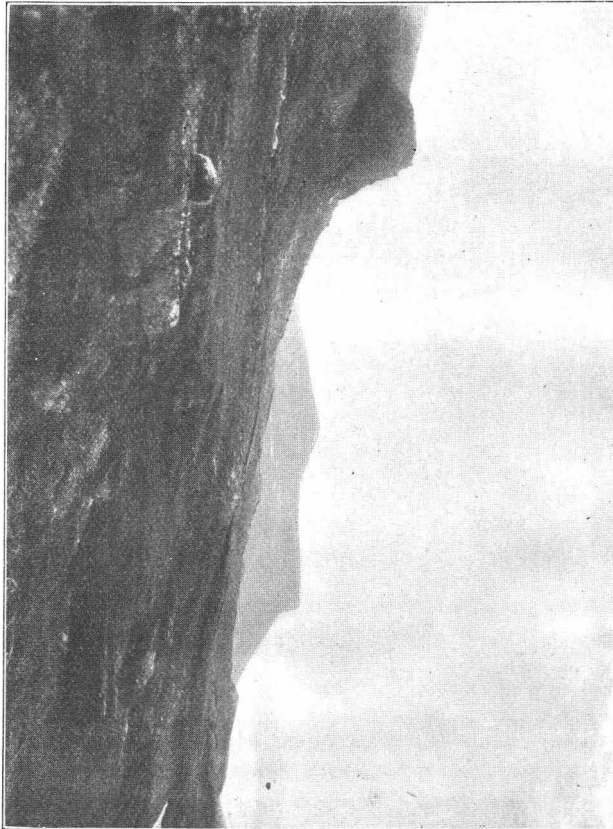


Fig. 1. Mittelgebirgslandschaft der Syenitscholle.
Luopaha und Kaisepakte am Tornetråsk in Schwedisch-Lapland.

blendeschiefern und Gneisen zusammengesetzt ist. In den darauf folgenden silurischen Schichten, die bis ins Obersilur hinaufreichen, treten gleichfalls zwei Ausbildungen auf, eine kalk- und fossilreiche

Facies im Süden und Osten, und kalkarme, stark metamorphe Bildungen (Hochgebirgsfacies) im Westen. Das östliche, kalkreiche Silur liegt fast ungestört und horizontal, während im Westen bedeutende Gebirgsbewegungen stattgefunden haben.

Die im Hochland auf das Obersilur gegen Westen folgenden Schichten sind nicht etwa jünger als dieses, wie man ursprünglich vermutete, sondern als Äquivalente der algonkischen Sevegruppe anzusehen. So folgen in Jämtland, am klassischen Profil des Åreskutan (Profil III) über den nachweislich silurischen Gesteinen zuerst stark metamorphe Schichten der Sparagmitformation und dann die Åreschiefer. Die Auflagerung auf fossilführendes Silur ist bei Ullån und an anderen Stellen deutlich erwiesen. Über den Schichten der Sevegruppe folgen sodann weiter nach Westen (Tännforsen Area) Phyllite, Glimmerschiefer und Hornblendegneise, die als Kølischiefer bezeichnet werden. Daß diese Gesteine als metamorphes Untersilur anzusehen sind, hat sich durch spärliche Fossilfunde und durch Übergänge im Gebiete des Kølahaugen gezeigt.

Nachdem diese stratigraphische Parallelisierung besonders durch Arbeiten von Törnebohm und Högbom sichergestellt ist, können wir am Profil des Åreskutan (Prof. III) folgende Wiederholung der Schichtenfolge erkennen. Es folgen von unten nach oben:

Archaisches Grundgebirge	(Granite und Porphyre)
Algonkium	fehlt an dieser Stelle
Cambrium und Silur	(bis zu den oberen Graptolithenschiefern)
Algonkium	(Sparagmitquarzite und Åreschiefer)
Untersilur	(Kølischiefer)

Diese eigentümlichen Lagerungsverhältnisse, die

in ähnlicher Form und weiter Ausdehnung im ganzen skandinavischen Gebirge zu beobachten sind, lassen zwei Erklärungsmöglichkeiten zu: Entweder liegt eine ungeheure liegende Falte mit ausgequetschtem Mittelschenkel vor, oder es ist eine gewaltige, mehr als tausend Meter mächtige Masse als Deckscholle nach Osten über das Silur hinweg bewegt worden. Die letztere Auffassung wird jetzt von den schwedischen Geologen vertreten und eine Reihe von Untersuchungen, die den Törnebohm'schen Arbeiten in Jämtland gefolgt sind, haben diese Anschauung weiter bestätigt. Die Norweger dagegen, die ursprünglich der gleichen Ansicht beitraten, stehen heute, mit wenigen Ausnahmen, auf einem abweichenden Standpunkt.

Wir haben demnach eine gewaltige Überschiebungsmasse vor uns, die in postsilurischer Zeit von Westen nach Osten bewegt wurde, und sich am Ostrande in einzelne Schollen aufgelöst hat. In einer Breite von etwa 140 km läßt sich diese Überschiebung in Jämtland verfolgen, weiter im Norden ist das Gebiet der Deckschollen schmaler.

Im Westen des flachgelagerten Überschiebungsgbietes treffen wir ein ebenso (100 km) breites Gebiet starker Faltung, das als Ursprungsgebiet (Wurzelregion) der Deckschollen anzusehen ist (Trondhjemsfeld usw.). So liegt also von Westen nach Osten hintereinander:

1. Das Gebiet der Faltung.
2. Das Gebiet der Deckschollen.
3. Das ungestörte Vorland des baltischen Schildes.

Die von Süd-Südwesten nach Nord-Nordosten streichende skandinavische Gebirgskette gehört zum größten Teile Norwegen an; sie beginnt in der Gegend von Haugsund (südlich von Bergen) und läßt sich im Norden bis zur Küste nördlich von Tromsö verfolgen. Auf der norwegischen Seite des Gebirges kommt überall der Faltungszone größere Bedeutung zu, während die meisten

Deckschollen auf schwedischem Gebiete liegen und daher auch von schwedischen Geologen untersucht wurden. Daraus erklärt sich zum Teil auch die abweichende Stellung, welche die norwegischen

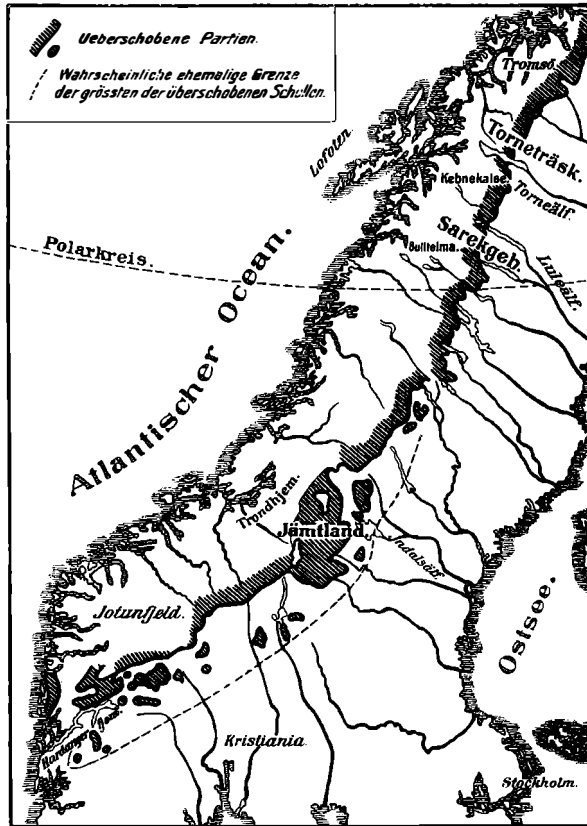


Fig. 2. Karte des skandinavischen Deckschollenlandes.
(Nach Törnebohm, 1903.)

Forscher dem Hochlandsproblem gegenüber einnehmen. Der Ostrand der Überschiebung läßt sich fast 1400 km weit der schwedischen Grenze

entlang verfolgen. Diese Überschiebungszone beginnt im Süden am Boknfjord (bei Stavanger) und reicht hinauf bis in die Gegend von Tromsö (vgl. die Karte); ihre breiteste Ausdehnung hat sie in Jämtland in dem Gebiet, in dem sie auch am eingehendsten untersucht wurde. Da es sich hier um einen Teil des caledonischen Faltungsgebietes handelt, darf man die skandinavische Überschiebung auch als eine Fortsetzung der schottischen Hochlandsüberschiebung ansehen, die vor Ablagerung des Devons zur Ruhe kam, sich aber in entgegengesetzter Richtung von Südosten nach Nordwesten bewegte.

Im einzelnen lassen sich in manchen Gegenden mehrere übereinanderliegende Decken beobachten, an deren Ostrand vielfache Scheerflächen zeigen, daß die Überschiebung sich in Schollen auflöste; auch der silurische Untergrund ist stellenweise von solchen Scheerflächen durchzogen, durch die ein schuppenförmiger Bau angedeutet wird. Die Gesteine der Deckschollen haben weitgehende Veränderungen während der Überschiebung erlitten. In den unteren Partien sind die Gesteine der Sparagmitformation stark zerquetscht und zerbrochen, so daß sie einen mylonitischen Eindruck machen. Für die kataklastischen Syenite und Granite in Nordschweden wurde von Svenonius der Name Kakirit (nach einem See im nördlichen Lappland) geprägt. Gelegentlich treten auch echte Reibungsbreccien mit mylonitischem Bindemittel auf (Offerdal, Kukkesvage).

Durch spätere Denudation sind freilich die ursprünglichen Überschiebungsschollen stark reduziert worden (die einstige Ausdehnung, die ungefähr für die Schollen angenommen wird, zeigt die punktierte Linie auf der Karte). Die jetzige vielfachgewundene Ostgrenze stellt einen Denudationsrand dar, und die auflagernden Massen sind bis zu dem Grade abgetragen, daß an einigen Stellen (Mullfjället, Kukkesvage) das darunterliegende Silur oder Grundgebirge fensterartig zum

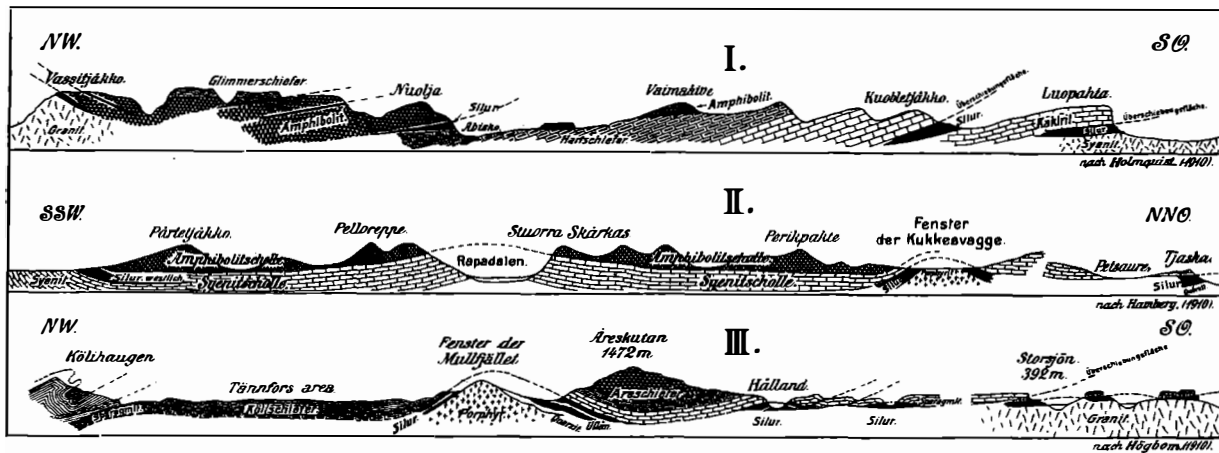


Fig. 3. Profile durch die skandinavische Überschiebungszone. I. Tornerås (1 : 400 000), II. Sarekgebirge (1 : 300 000), III. Jämtland (1 : 600 000).

Vorschein kommt. Der scharfmarkierte Steilabbruch der Deckscholle und die Ostgrenze des Silurgebietes sind als „Glintlinie“ bezeichnet worden, die freilich in Jämtland nur sehr schwach, in Lappland dagegen als deutlich ausgeprägte Geländestufe hervortritt. Der schneller rück-schreitenden Verwitterung weicher silurischer Sedimente unter den spröden granitischen und syenitischen Gesteinen der Decken verdankt dieser Steilabsturz seine Entstehung.

Neben den Untersuchungen in Jämtland liegen für die nördliche Fortsetzung des Überschiebungsgebietes einige Untersuchungen vor, die zeigen, in welcher gleichartiger Ausbildung die Überschiebung sich weit hinauf verfolgen läßt. Es sind einstweilen nur Stichproben und auch in den beschriebenen Gebieten wurden nur cursorische Aufnahmen gemacht, mit Ausnahme einiger kleiner von Holmquist genauer kartierter Gebiete. Untersuchungen wurden gemacht in Pite-Lappland, bis zum Sulitelma von Holmquist (1900), im Sarekgebirge von Hamburg (1910) und in den nördlich angrenzenden Gebieten bis zum Kebnekaise von Svenonius (1900). Das Gebiet am Torneträsk wurde von Holmquist (1904 und 1910) bearbeitet.

In allen diesen Gebieten zeigt sich in gleichartiger Weise, daß eine starre Masse aus metamorphen Sedimenten oder kataklastischen Tiefengesteinen über den silurischen Untergrund des Vorlandes hinübergeschoben wurde, der gelegentlich noch fensterartig hervortritt und als schmaler Saum den Überschiebungsrand begleitet. Die Zerkümmerng und Mylonitisierung der Gesteine an der Schubfläche ist im Norden noch viel ausgesprochenener als im Süden; auch der Steilabsturz der „Glintlinie“ — die Ostgrenze der Deckschollen — ist hier noch schärfer ausgeprägt.

Die in Fig. 3 zusammengestellten Profile stellen die drei wichtigsten und bis jetzt am besten untersuchten Querschnitte durch das schwedische Hoch-

gebirge dar. Durch möglichste Angleichung der Gesteinssignaturen wurde versucht, die Gleichartigkeit der Erscheinung noch besonders hervorzuheben.

Profil I zeigt einen Querschnitt durch das Gebiet des Torneträsk nach Aufnahme von Holmquist. Der Torneträsk ist der nördlichste der nach Osten zu entwässerten Grintseen Lapplands, dem der Torne Elf entspringt.

Zur Schichtenfolge ist zu bemerken, daß die cambrosilurischen Schichten hier wenige aber sicher bestimmbare Fossilien geliefert haben, während der schmale Saum von Tonschiefer, der sonst in Lappland die Überschiebungszone begleitet, bisher nur durch recht unsichere Fossilreste (Hyalolithus) bestimmt war, und nach diesen spärlichen Funden im allgemeinen als Hyalolithuszone bezeichnet wurde. Die Deckscholle beginnt mit zertrümmerten (kataklastischen) Graniten, dann folgen stark veränderte Sedimente von hällfintartigem Typus (Hartschiefer), schließlich als neue Scholle darüber amphibolitische Gesteine und Glimmerschiefer, die metamorphe Sedimente nach Art der Kälischiefer (Jämtland) darstellen dürften. Die Überschiebung hat sich hier in mehrere Schuppen aufgelöst, die nicht nur, wie sonst, auf den Ostrand beschränkt sind. Fig. 1 zeigt den Überschiebungsrand in diesem Gebiet (Kakiritgranit auf Cambrosilur) und gibt zugleich eine sehr charakteristische Ansicht für Tektonik und Morphologie der Gebirge Nordschwedens.

Profil II führt in das weiter südlich gelegene, bedeutendste Hochgebirgsmassiv Schwedens, das Sarekgebirge, welches von den beiden Quellarmen des Lule Elf begrenzt wird. Der Sarekjokko (2090 m), der zweithöchste Gipfel Schwedens, hat diesem Gebirge seinen Namen gegeben.

Das Profil ist nach Aufnahme von Axel Hamberg (Upsala) gezeichnet; vor ihm haben auch Svenonius und Holmquist (nur im südlichen Gebiet) hier gearbeitet.

Die Schichtenfolge erscheint sehr einfach, da genaue Detailaufnahmen noch fehlen. Im allgemeinen kann man zwei Schollen unterscheiden, die über das granitische Grundgebirge und die horizontalgelagerten algonkischen Quarzite und silurischen Tonschiefer hinüberschoben wurden. Die tiefere „Syenitscholle“ besteht aus Syeniten, Graniten und Quarziten. Die tieferen Partien sind stark dynamisch verändert (Kakirit-Mylonit), darüber folgt die „Amphibolitscholle“ mit Glimmerschiefern, Hornblendegesteinen und sedimentären Einschlüssen. Eine Zwischenlage scheinen die westlichen silurischen Bildungen darzustellen, die als Phyllite und Glimmerschiefer (ähnlich den Kölschiefern in Jämtland) ausgebildet und wahrscheinlich von der oberen Deckscholle mitgeschleppt worden sind.

Die beiden Decken unterscheiden sich auch ihrem morphologischen Charakter nach. Das Syenitgebiet trägt Mittelgebirgscharakter und spärliche Tundravegetation; das amphibolitische Hochgebirge (vgl. Fig. 4) zeigt frischere, alpine Bergformen, ist aber ganz vegetationslos und teilweise von Gletschern bedeckt.

Das letzte Profil Nr. III zeigt das am längsten erforschte Überschiebungsgebiet in Jämtland, an der Eisenbahn von Stockholm nach Drontheim. Die mächtigen Deckschollen sind hier noch stärker denudiert als im Norden, so daß auch hier am Mulljället, wie schon im Sarekgebirge (Kukkesvage) der Untergrund fensterartig zutage tritt. Diese Sparagmite und Åreschiefer sind algonkischen Alters, ebenso wie wohl ein Teil der Amphibolitgruppe im Sarekgebirge; die Kölschiefer aber sind offenbar silurisch. Wie weit die Glimmerschiefer vom Torneträsk und das westliche Silur von Sarek damit zu parallelisieren sind, wird erst durch genauere Aufnahmen zu erweisen sein.

Was den Mechanismus der Überschiebungen anlangt, so dachte Törnebohm ursprünglich an Überfaltung mit ausgequetschtem Mittelschenkel,

während jetzt von der Mehrzahl der schwedischen Geologen eine Überschiebung (Holmquist tritt für eine besondere Theorie der Unterschiebung ein) der starren Deckschollen für wahrscheinlich gehalten wird. Diese Deckschollen haben sich bisweilen gestaut und in Schuppen aufgelöst; Reibungsbreccien und die starke Zerquetschung

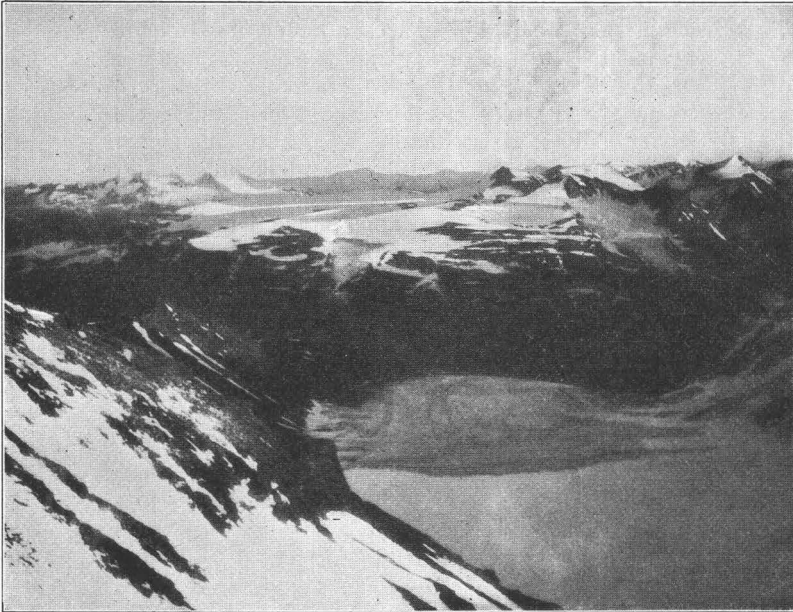


Fig. 4. Hochgebirgslandschaft der Amphibolitscholle im Sarekgebirge. Der Plateaugletscher Olkatj vom Sarekjokko (2090 m) gesehen.

der Gesteine legen deutlich Zeugnis für solche Bewegungsvorgänge ab. An der Basis mögen fremdartige Schollen mitgeschleppt worden sein, wie das westliche Silur im Sarekgebirge oder einzelne Granitschuppen am Stora Sjöfallet zeigen; jedenfalls lassen sich aber alle tektonischen Er-

scheinungen im schwedischen Hochland durch die Deckschollentheorie ungezwungen verstehen und submarine Eruptionen oder überlagernde Deckenergüsse sind zur Erklärung nicht notwendig.

Frägt man freilich, wie überall, wo wir solche gewaltigen tektonischen Bewegungen verfolgen können, wie sind sie zustande gekommen, so muß man auch heutigentags zugeben, daß unsere Kenntnis vom Mechanismus der Überschiebungsbe-
wegungen noch keine wesentlichen Fortschritte gemacht hat. Nur genaue Detailaufnahmen, besonders in außeralpinen Gebieten (wie z. B. in Skandinavien), wo die Lagerungsverhältnisse einfacher sind, können diese Fragen allmählich einer Lösung näher führen. Einstweilen müssen wir uns daher noch an die Worte halten, mit denen Törnebohm seine grundlegenden Untersuchungen über den schwedischen Gebirgsbau abschließt: „Wenn die Natur uns zeigt, daß solche großen Überschiebungen wirklich vorkommen, so sind sie auch möglich, mögen sie uns immerhin noch so unerklärlich erscheinen.“