- Völzing, Dr. K. Gross-Umstadt, Hessen.
 Vorweg, Oskar, Hauptmann a. D. Warmbrunn.
 Vredenburg, E., Geological Survey of India. Calcutta.
 Wagner, Prof. Dr. Paul, Oberlehrer. Dresden A., Eisenacherstr. 13.
 Wahl, Arwed von, Ingenieur. Cassel, Wilhelmshöherallee 139 I.
 Waitz von Eschen, Bergwerksbesitzer. Ringenkuhl b. Gross-Almerode, Hessen.
 Waldschmidt, Prof. Dr. E. Elberfeld, Griffenberg 67.
 Walther, Prof. Dr. Johannes. Halle a. S., Domstr. 5.
 Walther, Prof. Dr. Karl. Montevideo, Camino Millan 396a.
 Wanner, Dr., Privatdozent. Bonn, Beringstr. 23.
 Weber, Prof. Dr. Maximilian. München, Technische Hochschule.
 Weber, Hans, stud. phil. Heidelberg, Geologisches Institut.
 Weg, Max, Buchhändler. Leipzig, Königstr. 3.
 Wegner, Prof. Dr. Theodor. Münster i. W., Pferdegasse 3.
 Weigand, Prof. Dr. Bruno, Realschule. Strassburg i. E., Schiessrain 7.
 Weinlich, Otto Friedrich. Burg Lede b. Beuel a. Rh.
 Weissermel, Dr. Waldemar, Bezirksgeologe. Berlin N. 4, Invalidenstr. 44.
 Welter, Dr. Otto. Bonn, Beringstr. 4.
 Wentzel, Dr. Jos., K. K. Realschulprofessor. Laibach, Kärnten, Wienerstr. 19.
 Wenz, Dr. Wilhelm. Frankfurt a. M., Bergweg 19.
 Wepler, Dr. Emil, Privatdozent. Geol. Institut. Freiburg i. B., Hebelstr. 40.
 Wetterauische Gesellschaft für die gesamte Naturkunde. Hanau.
 Wichmann, Dr. Richard, Geologe. Buenos Aires, Calle Maipú 1241.
 Wiederhold, Dr. K., Chemiker. Mainkur b. Frankfurt a. M.
 Wilkens, Prof. Dr. Otto. Jena, Reichardstieg 4.
 Wilkens, Dr. Rudolf, Geol. Institut d. Universität. Greifswald.
 Wildschrey, Dr. L. Bonn, Goebenstr. 40.
 Willing, H., Bergreferendar. Saarbrücken, Dudweilerstr. 5.
 Windhausen, Dr. Anselm. Seccion geologica, Buenos-Aires, Avenida de Mayo 1157.
 Winterfeld, Prof. Dr. Franz. Mühlheim a. Rh. Sedanstr. 9.
 Wisniewski, Prof. Dr. Thaddaeus. Lemberg (Lwów), Polytechn. Hochschule.
 Witebsky, Dr. Michael, prakt. Arzt. Frankfurt a. M., Bockenheimer Landstr. 111.
 Wittenburg Dr. P. von, Musée géologique de l'académie impériale des sciences. Pétersbourg.
 Wojcik, Dr. Kasimir, Privatdozent u. Assistent Geol. Inst. Krakau, ul Anny 6.
 Wolfram, Hermann, Ingenieur. Düsseldorf-Rath, Reichswaldallee 69.
 Workmann, Miss Rachel. London, 123 Pall Mall c/o Brown Shipley & Co.
 Wright, Dr. Fred. E. Geophysical Laboratory, Washington D. C., U. S. A. Kaborama Road 1829.
 Wundt, G., Oberbaurat d. kgl. Generaldirektion der Eisenbahnen. Stuttgart.
 Wurm, Dr. Adolf, Geol.-Paläont. Institut d. Univ. Heidelberg, Ludwigsplatz 6.
 Wüst, Prof. Dr. Ewald, Geolog. Institut d. Universität. Kiel.
 Zahn von, Prof. Dr. Jena, Marienstr. 8 I.
 Zinndorf, Jakob, Beeidigter Bücherrevisor. Offenbach a. M., Kaiserstr. 15.
 Zirkel, Prof. Dr. Ferdinand, Geh. Rat. Bonn, Königstr. 2.
 Zuber, Prof. Dr. Rudolf, Dir. d. Geol.-Pal. Inst. d. Univ. Lemberg (Galizien).

I. Aufsätze und Mitteilungen.

Die schwedische Hochgebirgsfrage und die Häufigkeit der Überschiebungen.

Eine Erwiderung an Dr. F. Svenonius.

Von Axel Hamberg (Uppsala).

Die Angriffe des Dr. Svenonius.

Anlässlich zweier von mir im Frühjahr 1910 in Uppsala und Stockholm gehaltener Vorträge über die Geologie des Sarekgebirges in Schwedisch-Lappland schreibt Dr. SVENONIUS, ohne an der nachfolgenden Diskussion teilgenommen oder den Druck des Vortrages abgewartet zu haben, eine Kritik meiner Darstellungen. Wenn ich mehr Zeit gehabt hätte, hätte ich wohl schon längst seine Schrift erwidert, aber da ich stets von wichtigeren Angelegenheiten in Anspruch genommen war, wurde die Beantwortung vertagt, zumal eine Polemik mit Dr. SVENONIUS mir als ziemlich nutzlos erschien.

Nun hat Dr. SVENONIUS in Band II Heft 4 dieser Zeitschrift eine neue Schrift über dasselbe Thema veröffentlicht, worin er sich aber nicht direkt gegen meine Darstellungen, sondern gegen eine früher in derselben Zeitschrift gedruckte Abhandlung des Herrn Dr. W. VON SEIDLITZ¹⁾ wendet. Letzterer nahm an der von mir anlässlich des Stockholmer Geologenkongresses geleiteten Sarekexkursion teil und schildert nun in der betreffenden Abhandlung seine Reiseeindrücke, wobei er sich hauptsächlich denselben geologischen Anschauungen anschliesst, die ich schriftlich in meinem Exkursionsführer²⁾ und

¹⁾ W. v. SEIDLITZ: Das Sarekgebirge in Schwedisch-Lappland (Bericht über die Hochgebirgsexkursion des Stockholmer Geologen-Kongresses). Geol. Rundschau, Bd. II. Heft 1. 1911.

²⁾ Gesteine und Tektonik des Sarekgebirges nebst einem Überblick der skandinavischen Gebirgskette. Geol. Fören. Förh. Bd. 32. 1910. S. 681. Zugleich gedruckt als Nr. 9 des Livret Guide des excursions en Suède du XI. congrès géologique international. Stockholm 1910.

mündlich im Terrain ausgesprochen habe. Da Dr. SVENONIUS also tatsächlich unsere Meinungsverschiedenheiten vor das internationale Publikum gezogen hat, finde ich es nunmehr nötig, auf seine Darstellungen zu entgegnen.

SVENONIUS scheint zu meinen, dass er allein detaillierte und gewissenhafte Beobachtungen der Geologie Lapplands vorrätig habe, während die offiziellen Leiter der Hochgebirgsexkursionen des Geologenkongresses, HÖGBOM, HOLMQUIST und ich nur eine Art Zaubertrick mit der Überschiebungshypothese betrieben hätten. Dabei wären die Teilnehmer hinter's Licht geführt worden — wie das unkritische Publikum von allen Zauberern, die nicht entlarvt werden — und hätten nicht einmal bemerkt, dass die Meinungsverschiedenheiten der drei Leiter beträchtlich, ja so gross waren, dass „jeder von den dreien die Hypothesen der beiden anderen als ‚unmöglich‘, ja sogar als ‚unsinnig‘ bezeichnet hat“. Nach der Aussage von SVENONIUS hätte überdies HÖGBOM in einem Vortrag im Geologischen Verein in Stockholm „lebhaft bedauert, dass es nicht — wie man es gehofft hatte — gelungen sei, Einigkeit in unserer verwickelten Hochgebirgsfrage zu erzielen.“

Diese Darstellung der Vorbereitungen zu den Exkursionen ist nun zunächst vollkommen falsch. So viel ich weiss, sind keinerlei Verhandlungen geführt worden — jedenfalls nicht mit mir — um Einigkeit in der Hochgebirgsfrage zu erzielen, statt dessen hat jeder Exkursionsleiter für sich gearbeitet. Trotzdem sind die Meinungsverschiedenheiten der drei Exkursionsleiter tatsächlich ziemlich gering und HÖGBOM äusserte auch — so viel ich mich erinnern kann — seine Zufriedenheit über diese verhältnismässig grosse Übereinstimmung. Dass die Anschauungen der drei Exkursionsleiter in der Hochgebirgsfrage verhältnismässig wenig differieren, geht aus folgendem hervor. HÖGBOM akzeptiert für Jemtland die Überschiebungstheorie, findet aber in Übereinstimmung mit TÖRNEBOHM, dass für die theoretischen Erklärungen der Ursachen und Entstehungsweise der Überschiebungen die Zeit noch nicht reif ist. Ich habe mich derselben Theorie angeschlossen, aber versucht, theoretische Erklärungen der Überschiebungen zu finden, bin aber dabei zu keinem bestimmten Resultat gelangt, sondern betrachtete zwei verschiedene Theorien als vorläufig gleichberechtigt, bis fernere Untersuchungen eine davon wahrscheinlicher machen könnten. HOLMQUIST verhält sich in seinem Führer durch das Torne-träsk-Gebiet hinsichtlich der langen Überschiebungen mehr zurückhaltend, nimmt jedoch die Überschiebungen als tatsächlich vorhanden an, sucht sie aber in Verbindung mit Faltungen zu stellen. Ebenso wenig, wie ich, äussert er aber eine ganz bestimmte Meinung. Zwischen den Auffassungen von HÖGBOM und mir existiert also kein wesentlicher Unterschied, während die Anschauung von HOLMQUIST von den unsrigen etwas mehr divergiert. Dies kann aber wohl nicht Wunder nehmen, da wir alle in von-

einander ziemlich entfernten Gegenden gearbeitet haben. Was SVENONIUS über die Dissonanz zwischen den drei Exkursionsleitern schreibt, die so gross wäre, „dass jeder von den dreien die Hypothese der beiden anderen als ‚unmöglich‘, ja sogar als ‚unsinnig‘ bezeichnet“ habe, ist tatsächlich unwahr, denn jedenfalls habe ich im fraglichen Zusammenhang keine so schmälernenden Urteile geäussert; ob die anderen Herren solche Ausdrücke benutzt haben, ist mir dagegen unbekannt.

Wie schon gesagt sind es hauptsächlich die Details, die Dr. SVENONIUS sowohl in meinem Aufsätze als in demjenigen des Herrn von SEIDLITZ vermisst. SVENONIUS pflegt seine Abhandlungen häufig hier und dort mit gewissen sehr detaillierten Angaben zu schmücken, die meistens darin bestehen, dass er für gewisse Punkte ziemlich unbearbeitete Tagebuchnotizen über eine Schichtfolge anführt. Bisweilen haben diese Notizen ein gewisses Interesse für die grossen Züge der Geologie dieser ausgedehnten Gegenden, in anderen Fällen gar keines. Die Punkte seiner wichtigeren Beobachtungen sind aber so dünn gesät, dass die detaillierten Notizen seiner Darstellung einen Nimbus von Gründlichkeit verleihen, die sie nicht hat. Detailliert, weit mehr als seine Beobachtungen gestatten, sind auch seine Karten und Profile. Aus dem Jahre 1896 stammt z. B. von seiner Hand ein im Terrain mehr als 100 Kilometern entsprechendes Profil durch das Gebirge des westlichen Lapplandes und der angrenzenden Teile von Norwegen. Wirkliche Beobachtungen scheinen aber nur den beiden Enden des Profils zugrunde zu liegen, das übrige ist lauter Phantasie.

Ich will nun aber nicht behaupten, dass meine eigene geologische Untersuchung des Sarekgebietes gründlich sei, im Gegenteil ist sie viel summarischer als die grossartige und interessante Gegend es verdient. Dies kommt aber zum Teil daher, dass ich meine topographische Karte der Gegend zuerst fertig machen wollte, bevor ich die geologischen Untersuchungen in allzu kleinen Details triebe, denn auf der jetzt vorhandenen Karte lassen sich solche Arbeiten im allgemeinen nicht wiedergeben. Indessen ist die Abhandlung dessenungeachtet auf ziemlich ausführliche Detailarbeiten gegründet, ja ich kann sagen auf so ausführliche Arbeiten dieser Art, sowohl im Terrain als im Institute, dass ich die Originalbeobachtungen fast nie habe anführen können. Im allgemeinen dürfte es wohl auch nicht als zweckmässig anzusehen sein, seine Tagebücher, Präparatprotokolle, chemische Gesteinsanalysen usw. in einem Exkursionsführer zu veröffentlichen, überhaupt habe ich nicht einmal daran gedacht, sondern vielmehr mich bestrebt, eine auf genügender Detailbeobachtung fussende, übersichtliche Darstellung der Geologie des Sarekgebirges zu geben, die das wissenschaftlich Interessanteste in sich schloss.

Wenn man SVENONIUS eigene Arbeiten in der Gegend mit den meinigen vergleicht, dürfte man finden, dass erstere keineswegs eine grössere Fülle richtiger Detailbeobachtungen enthalten als letztere.

Man vergleiche z. B. die letzte von SVENONIUS 1900 veröffentlichte Karte über einen Teil der Gebirgsgegenden von Norrbotten mit meiner zehn Jahre später erschienenen dem kritisierten Führer beigelegten Karte. Die Karte von SVENONIUS ist weit detaillierter, die meisten Details sind aber Phantasiegebilde, besonders hinsichtlich der Verbreitung der von SVENONIUS speziell geliebten östlichen Silurfazies, deren Ausdehnung er viele Male zu gross angegeben hat.

Dr. SVENONIUS meint nun, dass er durch den grösseren Detailreichtum seiner Untersuchungen auseinandergesetzt habe, dass die von mir als Überschiebungsschollen bezeichneten stratigraphischen Einheiten, die Syenitscholle und die Amphibolitscholle, nur eruptive Decken seien.

Unter anderem behauptet er, dass zwischen den Schollen keine bestimmten Grenzen, sondern allmähliche Übergänge vorhanden wären. „Wo liegt z. B.“ — bricht er aus — „in den Gegenden von Tarrekaise oder Njåtsosjokk“ diese Grenze? Für den von mir noch nicht besuchten Tarrekaise kann ich diese Frage nicht beantworten, aber am Njåtsosjokk ist die betreffende Grenze nicht schwierig zu bestimmen. Sie schneidet den Talboden einige hundert Meter östlich von den kleinen Teichen am Ostende des östlichen Njåtsosjaur.

Was die Grenze zwischen dem Silur und der Syenitscholle betrifft, so ist sie häufig ganz scharf. Dabei sind im allgemeinen die obersten Schichten des Silur zu einer Breccie zertrümmert, die aber meist nur Bruchstücke des silurischen Schiefers enthält. Eine solche Breccie hat SVENONIUS Ramanschiefer genannt. Bisweilen liegt auf der Breccie nicht Syenit, sondern Quarzit, der offenbar über die Breccie gerutscht ist. Wahrscheinlich ist dieser Quarzit ein aus dem Silur mitgerissenes Stück, jedoch dürfte diese Deutung fernerer Bestätigung bedürfen.

Für seine Ansicht, dass die Syenitscholle sich über die östliche Silurfazies, als eine glutflüssige Decke ergossen habe, findet SVENONIUS eine Stütze in einer vermeintlichen Wechsellagerung in der Nähe des Kontaktes zwischen dem Silur und der Syenitscholle. Solche in den Silur eingeschaltete Lager von Syenit scheinen aber sehr selten zu sein und überschneidende Gänge sind in der Nähe der Kontaktfläche überhaupt nicht bekannt. Aus der Gegend von dem Stora Sjöfallet hatte SVENONIUS eine Wechsellagerung zwischen Silur und Granit angegeben. Mit einer gewissen Spannung verliess ich in Gesellschaft eines Studenten am 1. August 1909 die Sjöfallshütte, um die von SVENONIUS auf seiner Karte von 1900 angegebenen wechselnden Zonen von Silur und Granit im Aleb Kirkao und am Jertajaure näher in Augenschein zu nehmen. Allein wir wurden grausam betrogen, denn nachdem wir den roten Sandstein am Stora Sjöfallet verlassen hatten, fanden wir in keinem Niveau über dem See irgend welche Spuren feststehenden Silurs, sondern nur gneissige Gesteine, die in verschiedenen Zonen stark verschiefert waren. Die vielen „Details“,

mit denen SVENONIUS das Silur am Stora Sjöfallet schmückt, sind lauter Phantasie. In Wirklichkeit bildet diese Formation ein schmales Band, das sich vom Sjöfallet gegen Osten langsam erhebt bis es am Ostende des Luleb Kirkao die Höhe von etwa 150 Meter über dem See Langasjaur erreicht.

Da an der Südseite des Langasjaur die Angaben von SVENONIUS so wenig mit der Wirklichkeit übereinstimmten, verzichtete ich auf eine Prüfung seiner Resultate an der Nordseite dieses Sees und kann deshalb keine bestimmte Meinung über seine Angabe von zwei Granitbetten innerhalb der silurischen Schichten von dem Juobmotjåtkko aussprechen. Da sonst in derselben Gegend keine von der Syenitscholle aus in das Silur hineingehenden Apophysen bekannt sind, muss ich stark bezweifeln, dass solche im Juobmotjåtkko vorliegen. Wahrscheinlich gehören diese Granitgänge nicht der Syenitscholle an. Sie befinden sich auch — nach den Angaben von SVENONIUS — 200 Meter unterhalb derselben.

Weiterhin behauptet Dr. SVENONIUS, dass Dr. VON SEIDLITZ und andere gesagt hätten, „das die Eruptivgesteine der Hochgebirge keine Charaktere von Ergussgesteinen — weder supra- noch submarinen — darbieten, also nicht Decken sein können“. Streng genommen hat aber weder VON SEIDLITZ noch ich dieses gesagt, sondern nur dass die Syenitscholle typischer Ergussgesteine entbehrt. Im Anschluss an diese kleine Verdrehung hebt SVENONIUS eine ganze Reihe Tuffe, Mandelsteine und Porphyre den Hochgebirgsgegend hervor. Nach dem Zusammenhang könnte man bei flüchtigem Lesen und ohne Kenntnis von der Lage der angeführten Fundstellen glauben, dass sie der Syenitscholle angehörten, denn sonst hatte ja die Aufzählung dieser Vorkommnisse in einer gegen VON SEIDLITZ und mich gerichteten Kritik keinen Sinn. Wenn man nur die betreffenden Ausführungen von SVENONIUS näher prüft, findet man aber folgendes:

Die „grünen Schiefer“, die SVENONIUS anführt, befinden sich am Sulitälma und gehören dem Silursystem an. Dass sie Tuffe sind, dürfte durchaus unbewiesen sein.

„Die Grünsteine der Gegend von Sitojaure“ im Vakevaratj und Martahavaratj gehören wahrscheinlich auch nicht der Syenitscholle an. Die beiden Vakevaratj liegen 1 à 2 km ausserhalb des nächsten Randes der Syenitscholle im Tsirakpakte und sind deshalb zu dem Liegenden des Silurs zu rechnen. Dasselbe gilt auch von dem Martahavaratj, wo die silurischen Tonschiefer und Quarzite nach SVENONIUS eigenen Angaben auf dem Grünstein liegen. Die Quarzporphyre, die SVENONIUS aus dem Puollamtjåtkko erwähnt, gehören selbstverständlich auch zur Unterlage des Silur und nicht zur Syenitscholle.

„Auch sieht man nicht allzu selten eine unbestreitbare Fluidalstruktur, am schönsten vielleicht am Sirkasluokta.“ Dieser Ort liegt

am Westufer des Wirihare in der Nähe der norwegischen Grenze und hat nichts mit der Syenitscholle des Sarekgebirges zu tun.

„Die deutliche Lage der kambrischen Grünsteine konform und wechsellagernd mit den weissen Sandsteinen usw. am Njarkavare vis à vis dem Saltoluokta am Langas stimmt auch besser mit Deckenals mit Gangnatur überein.“ Ich kenne dieses Vorkommen nicht, will aber behaupten, dass solche Lagergänge von Grünsteinen im Silur hinsichtlich der Genesis der Syenitscholle wenig beweisen.

„Als analoge Vorkommnisse kann man die auffallende deckenförmige Wechselung zwischen sauren und syenitischen Graniten mit Grünsteinen selbst im angrenzenden „Urgebirge“ bei Tsåkesluokta, Koinosatjåkko usw. oder in jüngeren Stufen bei Vakotavare und Poggevaratj hervorheben.“ Der Tsåkesluokta und der Koinosatjåkko liegen östlich vom Rande der Syenitscholle. Den Vakotavare und den Poggevaratj kenne ich nicht durch Autopsie. Die Theorie von SVENONIUS scheint mir aber unter allen Umständen unwahrscheinlich, denn dass alternierende Deckenergüsse von syenitischen und basaltischen Magmen die Wechsellagerung verursacht hätten, ist wohl kaum glaublich; wahrscheinlicher wäre wohl dann, dass die Grünsteine als in den Gneis eingeschaltete parallele Gänge aufzufassen wären.

In der Fortsetzung spricht SVENONIUS von Fluidalstruktur, die in einem Berge Tjaska vorkommen soll, ferner von augengranitischer Entwicklung „von gewissen Granithorizonten“. Beide Strukturen sind jedenfalls sehr selten in der Syenitscholle und haben für die Auffassung seiner Genesis keine Bedeutung. Porphyrische Gesteine wie einen Augitdioritporphyr mit 3—5 cm langen Andesinkristallen, einen Bytownitit mit zollgrossen Bytownittafeln, einen Hornblenditporphyr mit ebenso grossen Hornblendekristallen usw. habe ich selber beobachtet, da aber alle diese Gesteine auch grobkörnige Grundmasse enthalten, ist auf sie kein Beweis für die Auffassung der Syenitscholle als einer Ergussdecke zu gründen.

Andere Beweise für diese vermeintlich effusive Genesis der Syenitscholle hat SVENONIUS auch nicht geliefert. Seine Beispiele von Ergussgesteinen aus Lappland stammen nicht aus der Syenitscholle und beweisen hinsichtlich der letzteren nicht mehr, als die Porphyre in Dalarne oder im Siebengebirge. Dieser Umstand, dass SVENONIUS selber kein einziges effusives Gestein aus der Syenitscholle selbst anführen kann, aber eine Menge solcher aus anderen Niveaus anführt, spricht meiner Meinung nach sehr dafür, dass seine Meinung falsch ist.

Indessen setzt SVENONIUS seine Beweisführung fort. Dabei weist er auf seine frühere Zusammenstellung der Argumente für die Deckennatur der Granite hin, nach welcher die Eruption der Syenite (Granite) in folgender Weise¹⁾ stattgefunden hätte:

¹⁾ Öfversikt af Stora sjöfalllets och angränsande Fjälltraktens geologi. Geol. Fören. Förh. Bd. 22. 1900. S. 317.

Da keine Spur einer pyrogenen Kontaktmetamorphose an der Oberfläche des Silurs wahrzunehmen ist, nimmt SVENONIUS an, dass die bis etwa 1000 m mächtige Granit- (Syenit-)masse nicht bei einer einzigen Eruption gebildet worden sei, sondern bei einer Reihe von Eruptionen unter denen die ersten, die den Kontakt mit dem Silur bildeten, verhältnismässig dünn waren und deshalb keine Kontakterrscheinungen in den unterliegenden Silurschichten erzeugen konnten. Diese Theorie ist aber an und für sich nicht wahrscheinlich, denn da die Silurschichten sehr ausgedehnt sind, kann nicht überall die auf ihnen unmittelbar lagernde Eruptivdecke gleich dünn sein, es ist wohl vielmehr anzunehmen, dass gegen den Krater hin die Dicke der Lavaströme zunehmen würde. Bei Lavaströmen von einigen Kilometern Länge kommt man aber sogleich zu ganz beträchtlichen Tiefen, besonders wenn man die geringe Fluidität der hier vorkommenden syenitischen Magmen in Betracht zieht. Da zudem die sauren Eruptivgesteine ziemlich energische Kontaktwirkung auszuüben pflegen, wie die betreffenden der Syenitscholle, ist es sehr befremdend, dass keine Spuren solcher Einwirkung zu beobachten ist. Noch unmöglicher erscheint die Theorie aber, wenn man auf die Struktur der Gesteine Rücksicht nimmt. Denn das wäre wohl ein ganz sonderbares Spiel des Zufalls, dass alle diese aufeinander gehäuften Eruptivdecken, obgleich sie wirklich Effusivgesteine wären, trotzdem aller Zeichen der effusiven Strukturen entbehrten und nur diejenigen der Tiefengesteine zeigten.

Auf der Syenitscholle kommt die Amphibolitscholle, die aus einer Gruppe von kristallinen Glimmerschiefern und Quarziten besteht, in die amphibolitisierte Gabbrodiabase in grosser Menge eingedrungen sind. Wenn nun auch der Syenit als effusive Lavaströme sich über das Silur hätte ausbreiten können, so ist es doch nicht möglich das Vorhandensein der Amphibolitformation mit ihren mächtigen Gliedern von sicher sedimentären Gesteinen in dieser Weise zu erklären.

Überhaupt gibt es fast keine Beobachtungen, die man an Ort und Stelle machen kann, die für die Anschauung von SVENONIUS sprechen, fast alles und insbesondere die mechanische Zertrümmerung an den vermuteten Überschiebungsflächen, sowie die Quetschung der Gesteinsmassen ziemlich hoch über derselben, deutet auf Überschiebung hin. Diese muss als eine empirisch bewiesene Tatsache betrachtet werden, wenn man auch noch keine sichere theoretische Erklärung dafür gefunden hat. In verschiedenen Gegenden dürfte die Genesis und Entwicklung der Überschiebungsvorgänge sich ziemlich verschieden gestaltet haben. Nach dem, was ich im verflossenen Sommer an der Westseite des Sarekgebirges gesehen habe, finde ich es wahrscheinlich, dass daselbst die Überschiebungen als nach SO übergeworfene Falten angefangen haben, deren Unterschenkel bei fortgesetzter Bewegung unter die Oberschenkel lange Strecken unterschoben wurden, während der Mittelschenkel verschwunden ist oder aus-

gewalzt wurde. Die Untersuchungen an der Westseite des Gebirges sind aber lange nicht so vollständig, dass ich diese Anschauung als definitiv anzugeben wage.

Für die SVENONIUS'sche Theorie findet man bei Beobachtungen im Terrain keine Stützen. Zur Erklärung der lappländischen Lagerungsverhältnisse hat SVENONIUS die basaltischen Lava- und Tuffdecken von Island, die er nicht durch Autopsie kennt, als ein Muster gewählt. Mit dieser isländischen Eruptivformation hat die Syenitformation der Sarekgegend aber nicht die entfernteste Ähnlichkeit. Die Gesteine der beiden Vorkommen sind an und für sich grundverschieden und die Vorkommen selber sind auch ganz ungleichartig, denn Island ist ein von Gebirgsfaltungen unberührtes Land, während die Sarekgegend die Aussenzone einer stark gefalteten Gebirgskette darstellt.

Wenn SVENONIUS statt dessen sein Beispiel aus einigen gut untersuchten Gebirgsketten gewählt hätte, so müsste er zu anderen Analogieschlüssen gekommen sein. Für ihn sind aber alle Überschiebungen unnatürlich. Das kommt wohl daher, dass der Plutonismus mehr als hundert Jahre alt ist und sich in einem ganz anderen Masse in die allgemeine geologische Anschauung eingebürgert hat, als die moderne Überschiebungstheorie. Nunmehr weiss man aber, dass Überschiebungen in den Aussenrändern der Kettengebirge tatsächlich so häufige Erscheinungen sind, dass sie daselbst fast als normal betrachtet werden können. Wegen einer vermeintlichen Seltenheit der Überschiebungsvorgänge ist es also nicht nötig die Überschiebungstheorie zu vermeiden. Ich glaube indessen, dass eben dieses der wirkliche Grund des Widerstandes ist, den SVENONIUS und mit ihm mehrere norwegische Geologen der Anwendung der Überschiebungstheorie auf die skandinavische Gebirgskette entgegengestellt haben. Obgleich letztere Theorie wenigstens auf dem europäischen Kontinent nunmehr wahrscheinlich viel mehr Anhänger als Gegner hat, finde ich es trotzdem sowohl nötig als nützlich im Zusammenhang mit der Diskussion über die skandinavische Hochgebirgsfrage in gedrängter Form eine Darstellung der Entwicklung der Überschiebungstheorie zu geben, obgleich man z. B. schon in SUESS' Antlitz der Erde gute Hinweise auf die Geschichte der Theorie hat.

Blick auf die Entwicklung und Anwendung der Überschiebungstheorie.

Die erste richtig erkannte Überschiebung wurde von dem britischen Geologen NICOL in dem bekannten Überschiebungsgebiet des Nordwest-Hochlandes von Schottland beobachtet. Nach langjährigen Untersuchungen daselbst sprach er im Jahre 1860¹⁾ eine bestimmte Meinung

¹⁾ On the structure of the North-Western Highlands and the relations of the Gneiss, Red Sandstone and Quartzite of Sutherland and Ross-shire. Quart Journ. Geol. Soc. Bd. 17. S. 85.

aus, dass der auf dem dortigen Silur liegende Gneis keineswegs an seinem jetzigen Ort entstanden sei, sondern eine ältere Bildung sei, die durch einen horizontalen Schub über das Silur übergeschoben worden wäre. Dieses wurde bewiesen sowohl durch die Beschaffenheit der Überschiebungsebene als durch Übereinstimmung zwischen dem übergeschobenen Gneis mit demjenigen, der das Silur und den darunter kommenden Torridonsandstein unterlagert. Diese Auffassung veranlasste einen langwierigen Streit, an dem unter anderen MURCHISON teilnahm, der behauptete, dass der „Fundamental Gneis“ ein ganz anderer sei als der sogenannte Gneis, der auf dem Silur liegt und als ein jüngerer stark metamorphorsiertes Sediment aufzufassen sei. Dieser Streit wurde erst durch die Arbeiten des Geological Survey in den Achtzigerjahren des vorigen Jahrhunderts abgeschlossen. Nunmehr liegt über dieses Überschiebungsgebiet ein offizielles, monumentales Werk¹⁾ vor, das auch einen Rückblick auf die älteren Untersuchungen enthält.

Eine andere Gegend, wo schon früh Überschiebungen konstatiert wurden, ist das belgisch-französische Steinkohlenbecken. Die ältesten einschlägigen Beobachtungen wurden im französischen Teil gemacht und von BRETON und GOSSELET im Jahre 1877 beschrieben. Schon drei Jahre später lieferte letzterer eine tektonische Übersicht²⁾ des Kohlenbeckens, seit welcher Zeit mehrere neue Untersuchungen hinzugekommen sind³⁾. Der ganze Südrand desselben ist in der Erdoberfläche von dem Nordrand einer Überschiebungsebene, la Faille du Midi, begrenzt, deren hangende Schichten dem Unterdevon angehören, der also über Oberkarbon übergeschoben ist. Mehrere andere Überschiebungsflächen finden sich nördlich davon, wodurch das Becken zum Teil sogenannte Schuppenstruktur erhält. Einige Decken liegen umgekehrt, die offenbar als Zwischenschenkel einer liegenden Falte aufzufassen sind. Sämtliche ältere Schichten sind ausserdem stark gefaltet. Auf deutschem Gebiet werden die tektonischen Störungen allmählich schwächer.

Dieses Kohlenbecken bildet den Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges oder des einst mächtigen variscischen Gebirges, von wo die Bewegungen nach Norden hin ausgegangen sind.

Die von GOSSELET gewonnene Auffassung der Struktur des belgisch-französischen Kohlenbeckens hat geschichtlich eine grosse Rolle gespielt, insofern als MARCEL BERTRAND dadurch die Anregung zur Erklärung der sogenannten Glarner Doppelfalte⁴⁾ als einer einfachen

¹⁾ Mem. Geol. Surv. of Great-Britain. The geological structure of the North-West Highlands of Scotland. Glasgow 1907.

²⁾ Sur la structure générale du bassin houiller franco-belge. Bull. Soc. géol. de France 3. Sér. Bd. 8. 1879—1880. S. 505.

³⁾ Vergl. DANNENBERG: Geologie der Steinkohlenlager. 2. Teil. Berlin 1911.

⁴⁾ Rapport des structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. Bull. Soc. géol. de France. 3. sér. Bd. 12. 1883 u. 1884. S. 318.

von Süden gekommenen breiten liegenden Falte mit fast ausgewalztem Mittelschenkel oder als einer Überschiebungsdecke erhielt. BERTRAND dehnte die Theorie auch zur Erklärung der allgemein vorkommenden abnormen Überlagerungen am Nordrand der Schweizeralpen aus. In dieser Übereinstimmung des Aufbaues so verschiedener Gegenden sah er mit klarem Blick ein allgemeingültiges Gesetz, wie aus den Schlussworten seiner Abhandlung hervorgeht.

„La coïncidence si remarquable qu'on met ainsi en évidence dans deux soulèvements d'âge bien différent, celui du Hainaut et celui des Alpes, laisse présumer qu'il y a là une règle générale, et que le résultat de la contraction du globe par refroidissement est non seulement le plissement de l'écorce, mais l'écoulement et le déversement du centre de la zone plissée.“

Später fand BERTRAND viele andere Beispiele horizontaler Verfrachtung von Gebirgsschollen namentlich im französischen Teil der Alpen. Zahlreiche wichtige Beobachtungen ähnlicher Art machten später KILIAN, HAUG und TERMIER daselbst.

Im Jahre 1893 trat SCHARDT¹⁾ für grosse Überschiebungen in den Alpen der Umgegend des Genfer-Sees ein. Wenige Jahre danach entwickelte er eine Theorie der Struktur des ganzen Nordabhanges der Schweizeralpen, welche Theorie zu einem immer vollkommeneren tektonischen System in später erschienenen Arbeiten von SCHARDT und anderen Schweizergeologen wie LUGEON²⁾, C. SCHMIDT, A. HEIM u. a., entwickelt wurde. Nördlich von der kristallinen Zentralzone der Schweizeralpen, die meist nach Norden stark überkippte liegende Falten einschliesst, kommt meistens — nicht überall — eine Zone von stark gepressten Glanzschiefern, dann folgt eine breite Zone liegender Falten tertiärer und mesozoischer Schichten helvetischer Fazies, die die hohen Kalkalpen bilden. In der Gegend zwischen der Arve und dem Thuner See können nach den ausführlichen Untersuchungen von SCHARDT³⁾ auf diesen Deckfalten wenigstens zwei aufeinander liegende Decken derselben geologischen Formationen, aber in einer anderen Faziesausbildung unterschieden werden. Jede der beiden Decken ist für sich gefaltet. Innerhalb jeder Decke ist die Schichtenfolge normal, an den Grenzflächen der Decken ist die Überlagerung abnorm. So ruhen z. B. die Juraschichten der unteren Decke, die sogenannte Chablais-Stockhorndecke, fast überall auf Flysch. Ihr Ursprungsort muss wahrscheinlich südlich von der Glanzschieferzone liegen. Die obere Decke, die Chablais- und Hornfluhbreccie, hat wiederum zum Teil

¹⁾ H. SCHARDT: Coup d'oeil sur la structure géol. des environs de Montreux. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. Bd. 29. S. 241. Lausanne 1893.

H. SCHARDT: Sur l'origine des Préalpes romandes, du Stockhorn et du Chablais. Arch. sc. phys. nat. Genève. Bd. 33. 1893.

²⁾ M. LUGEON: Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bull. soc. géol. de France. 4. sér. Bd. 1. 1901. S. 723.

³⁾ H. SCHARDT: Die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges. Verh. d. schw. naturf. Ges. St. Gallen 1906.

andere Fazies und muss aus noch südlicher gelegenen Gegenden herkommen. Endlich glaubt man noch Spuren einer dritten Decke, der rätischen Decke, gefunden zu haben, die eine ganz südalpine Fazies darstellt. Die Chablais-Stockhorn-Decke hat sich wahrscheinlich früher sowohl in nordöstlicher als in südöstlicher Richtung festgesetzt, ist aber nunmehr nur von geringen Fragmenten, den sogenannten exotischen Klippen, in vereinzelt Vorkommen vertreten.

Am Rhätikon treten neue Verhältnisse ein. Wir können da den Arbeiten des von SVENONIUS angegriffenen von SEIDLITZ¹⁾ folgen. Nach vergeblichen Versuchen, die Tektonik des Rätikon durch Annahme von Falten, die im Zusammenhang mit dem naheliegenden Untergrund stehen, zu erklären, fand sich von SEIDLITZ durch seine eigenen Beobachtungen genötigt, sich der schon früher von SCHARDT, LUGEON, TERMIER u. a., ausgesprochenen Anschauung, dass dieses Gebirge, gleich den Freiburger und Glarner Alpen, aus ortsfremden von Süden übergeschobenen Decken bestünde, anzuschließen. Die Decken sind aber z. T. andere als in den Freiburger Alpen. Nach von SEIDLITZ folgen auf einer Unterlage der „helvetischen Fazies“ sowie der Glanzschiefer — hier Bündener Schiefer genannt — nachstehende Decken in stark verquetschtem und ineinander geknetetem Zustand: 1. Falknisdecke (= Chablais-Stockhorn-Decke oder Klippendecke). 2. Brecciendecke (= Chablais- und Hornfluhbrecciendecke). 3. Rätische Decke. 4. Ostalpine Decke. Letztere kommt in den Ostalpen als ein neues Glied der Tektonik hinzu, das unter anderen grosse schwimmende Massen kristallinischer Gesteine enthält.

Weiter nach Osten scheint der Bau der Ostalpen nicht im Detail erforscht zu sein. Die Mehrzahl der Geologen, die sich mit diesen Gegenden in letzter Zeit eingehender beschäftigt haben, sind wohl darüber einig, dass die nördlichen Kalkalpen zwischen dem Rhein und Wien über den Flysch der helvetischen Fazies im Norden übergeschobene, meist triadische Kalksteine sind, die eine von den entsprechenden Bildungen der Westalpen stark getrennte Fazies darstellen. TERMIER²⁾, welcher den ersten Versuch zur Analyse der Ostalpen mit Hilfe der Überschiebungstheorie gemacht hat, meint, dass die ganze gewaltige ostalpine Decke von der Gegend im Süden der hohen Tauern hergekommen sei. Unter dieser ostalpinen Decke scheinen aber nicht nur im Rätikon ältere oder „tiefere“ Decken vertreten zu sein. Die hohen Tauern, die die ostalpine Decke durchbrechen, sind teils von einer Schieferhülle, teils von mesozoischen Kalken umgeben. Letztere gehören aber nicht der ostalpinen Fazies, sondern den nächsttieferen, sogenannten lepontinischen Decken an, die

¹⁾ W. v. SEIDLITZ: Geol. Untersuchungen im östl. Rhätikon. Ber. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. Bd. 16. S. 232. 1906.

²⁾ PIERRE TERMIER: Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes. Bull. Soc. géol. de France. Sér. 4. Bd. 3. S. 771. 1903.

also hier die ostalpine Decke durchbrechen. Auch am Nordrand der Ostalpen treten diese nächstälteren Decken zutage¹⁾.

Mehrere der oben angeführten Decken, wie die Chablais-Stockhorn-Decke und die ostalpine Decke werden von gewissen Forschern als aus mehreren einfachen Decken zusammengesetzt angesehen. Die Zahl der im ganzen Alpensystem nördlich von der kristallinen Zone vorhandenen selbständigen Decken würde dann ein Dutzend übersteigen, unter denen die ältesten und untersten vorzugsweise im Westen, die jüngsten und obersten hauptsächlich im Osten vertreten wären. In einem beschränkteren Gebiet, wie es z. B. die Berner Alpen sind, dürfte wohl kaum mehr als die halbe Zahl vorhanden sein.

Hinsichtlich der Herkunft oder der Wurzel der Decken gehen die Meinungen noch ziemlich weit auseinander. Gemeinsam für alle Deduktionen²⁾ dieser Art ist inzwischen, dass sämtliche Decken von Süden, in Frankreich von Osten, gekommen sind, und dass ihr Ursprungsort um so südlicher liegt, je höher in der Reihe die betreffende Decke sich befindet. Die meisten Forscher, die sich über diese Sache geäußert haben, scheinen insofern einig zu sein, als sie die Wurzel der jüngeren Decken wenigstens von der rätischen Decke an südlich von dem Höhenkamm der Alpen verlegen.

Die österreichischen Geologen haben sich anfänglich hinsichtlich der Überschiebungstheorie meist ablehnend verhalten. Dies gilt nicht nur von den Ostalpen, sondern auch von den Karpathen. Noch im Jahre 1903 leugnete der beste Kenner der Geologie der Karpathen, VIKTOR UHLIG, die Anwendbarkeit der Überschiebungstheorie auf dieses Gebirge. Er benutzte dabei selbst ganz bestimmte Ausdrücke, wie: „Die karpatischen Klippen haben mit Deckschollen nichts zu tun. Anhänger der Deckschollentheorie werden in den Karpathen wenig Anregung finden“³⁾. Trotzdem konnte aber LUGEON⁴⁾ in demselben Jahre auf Grund eben der sorgfältigen Karten und Beschreibungen UHLIG's eine Analogie des Baues der Alpen und der Karpathen nachweisen. Ein paar Jahre danach war UHLIG aber vollständig bekehrt. In einer grossen Arbeit über die Tektonik der Karpathen⁵⁾ vom Jahre 1907 gibt er zu, „dass wir bei wohlwogener Beurteilung der vorliegenden Tatsachen keinen begegneten, die mit der Annahme eines

¹⁾ G. STEINMANN: Geologische Probleme des Alpengebirges. Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenvereins. 1906. S. 39.

²⁾ OTTO WILCKENS: Wo liegen in den Alpen die Wurzeln der Überschiebungsdecken? Geologische Rundschau. Bd. II. 1911. S. 314.

³⁾ V. UHLIG: Bau und Bild der Karpathen. S. 120. In Bau und Bild Österreichs von C. DIENER, R. HOERNES, F. E. SUSS und V. UHLIG. Wien u. Leipzig 1903. S. 770.

⁴⁾ M. LUGEON: Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des Klippes des Carpathes. Bull. des Lab. de Géol., Géogr.-phys., Minéral. et Palaeont. de l'université de Lausanne. No. 4. 1903.

⁵⁾ V. UHLIG: Über die Tektonik der Karpathen. Sitzber. d. k. Akademie d. Wissenschaften. Math.-naturw. Kl. Bd. 116. Abt. 1. S. 871. Wien 1907.

Deckenbaues unbedingt unvereinbar wären.“ — Gewisse Verhältnisse wie namentlich die Ergebnisse der Tiefbohrungen am Rande des mährisch-schlesischen Kohlenbeckens, schreiben die Existenz einer grossen Fernüberschiebung mit bedeutender Förderungsänge kategorisch vor und drängen „uns daher, ob wir wollen oder nicht, auf den Boden des Überschiebungs- und Deckenbaues, auf den wir auch durch die Tektonik der Tatra verwiesen werden. Eine weitere Ergänzung bildet die Tatsache, dass sehr viele tektonische und stratigraphische Erscheinungen der Karpathen unter der Voraussetzung der Deckenlehre nicht nur besser verständlich werden als vordem, sondern erst durch sie die richtige Beleuchtung gewinnen und nur durch sie zu einem grossen und einheitlichen Ganzen von jener höheren Einfachheit verbunden werden, die zugleich die innere Wahrscheinlichkeit für sich hat“.

Nach den Untersuchungen UHLIG's würden sich die am besten bekannten, westlichen und nördlichen Teile der Karpathen aus fünf verschiedenen, von Süden nach Norden übereinander geschobenen Decken zusammensetzen, die von unten nach oben folgenderweise bezeichnet werden: 1. die subbeskidische Decke, 2. die beskidische Decke, 3. die pieninische Decke, 4. die hochtatische Decke, 5. die subtatische Decke.

Die beiden ersten Decken bilden die stellenweise 100 km breite karpathische Sandsteinszone, deren Überschiebung über das sudetische Vorland schon von E. SUSS im ersten Bande¹⁾ seines „Antlitz der Erde“ hervorgehoben worden ist. Beide Decken enthalten alte tertiäre, kretazeische und oberjurassische Schichten, unterscheiden sich aber durch verschiedene Faziesausbildung besonders des Alttertiärs. Am Kontakt fällt überall die subbeskidische Serie unter die beskidische ein. Innerhalb jeder Decke kommen geringere Überschiebungen vor, die beiden Decken eine ausgeprägte Schuppenstruktur verleihen. Das Ausgehende der pieninischen Decke ist nur wenige Kilometer breit, weil sie hauptsächlich nur in zur Schichtung fast normalem Querschnitt vorkommt. Diese Decke scheint eine Riesenbreccie darzustellen, worin grosse jurassische und unterkretazeische Felsen in oberkretazeische und alttertiäre Schichten eingeschlossen liegen. Die Bildung dieser eigentümlichen Masse scheint in Dunkel gehüllt. Die Dogger- und Malmschichten scheinen in zwei auf verschiedene Zonen verteilten Fazies aufzutreten, weshalb die Decke möglicherweise in zwei übereinander geschobene geteilt werden sollte. Die höchsten Teile der Karpathen bilden die hochtatischen und subtatischen Decken. Hier ist eine starke Faltung vorgekommen. Die untere, hochtatische Decke tritt als Kern der Antiklinale in den Fenstern der subtatischen Decke auf. Diese Kerngebirge enthalten Granit und kristallinische Schiefer, die von permo-mesozoischen Gesteinen umgeben sind.

¹⁾ S. 247.

Südlich von den Kerngebirgen kommen — nach UHLIG — zwei fernere und zwar jüngere Decken vor, „die Decke des inneren Gürtels“ und „die Decken des ungarischen Mittelgebirges“, deren Natur als Decken jedoch noch nicht genügend auseinandergesetzt ist.

Die Karpathen bilden eine unmittelbare Fortsetzung der Alpen. In der Gegend von Wien kommen die beiden Ketten einander ziemlich nahe. UHLIG hat deshalb auch versucht, eine Parallelisierung der karpathischen Decken mit den alpinen sowohl auf Grund der räumlichen Anordnung als der Faziesbildungen durchzuführen. Den helvetischen Decken der Alpen stellt er die beskidischen an die Seite, obwohl letztere in ihrem jurassischen Teil einen mehr mediterranen Charakter aufweisen, als die helvetischen. Dies wird durch die verschiedene Lage dieser voneinander entfernten Gegenden erklärt. Die Chablais-Stockhorn-Decke, die Brecciendecke und die rätische, oder zusammengefasst die lepontinischen Decken der Alpen würden den pieninischen und hochtatratischen Decken der Karpathen entsprechen. Endlich sollen die subtatratische Decke, sowie die Decken des inneren Gürtels und die des ungarischen Mittelgebirges, als Äquivalente der ostalpinen Decken zu betrachten sein. Dass mehrere dieser vergleichenden Zusammenstellungen sehr hypothetisch sind, liegt auf der Hand.

Die Überschiebungen in dem schottischen Highland, in den Alpen und in den Karpathen scheinen dem ganzen Vorderrand dieser Gebirge zu folgen, der also stets über das Vorland übergeschoben ist. Im belgisch-französischen Kohlenbecken ist dies auch der Fall; soweit bekannt ist, keilen aber die übergeschobenen Decken auf deutschem Gebiet allmählich aus. In neuester Zeit scheint indessen E. HARBORT¹⁾ im Harz Überschiebungen angetroffen zu haben. In Verbindung mit den Beobachtungen in dem Kohlenbecken könnte diese Angabe vielleicht als eine Andeutung einer allgemeinen Überschiebung des Aussenrandes des ganzen variskischen Gebirges betrachtet werden.

Ebenso verbreitet scheinen die Überschiebungen in den Pyrenäen, wenigstens auf ihrem Nordabhang, zu sein, wo sie einen ähnlichen Aufbau wie die Chablais-Stockhorn-Kette in den Alpen zeigen. Nach der von L. BERTRAND²⁾ gemachten, hauptsächlich auf die Arbeiten des „Service de la Carte géologique de France“ sich stützenden Zusammenstellung sind die verhältnismässig gut untersuchten östlichen und zentralen Teile des Nordabhanges der Pyrenäen in folgender Weise aufgebaut:

Den Nordrand des Gebirges (Région souspyrénéenne) bilden stark gefaltete oberkretazeische und untertertiäre Schichten, die

¹⁾ E. HARBORT: Zur Frage der Deckenüberschiebung des Iberger Kalkes bei Grund im Harz. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1911. S. 675.

²⁾ LÉON BERTRAND: Contrib. à l'histoire stratigraph. et tecton. des Pyrénées orientales et centrales. Bull. de Services de la Carte géol. de la France etc. Vol. 17. 1907. No. 118.

autochthon sind und den Deckenschollen als Unterlage gedient haben. Bei den tektonischen, von Süden nach Norden gerichteten Bewegungen der Hauptschollen ist aber aus der Unterlage eine besondere Scholle, Z oder die präpyrenäische (nappe prépyrénéenne), entstanden, die die tiefer liegenden Schichten (Paläozoicum und Mesozoicum) des autochthonen Gebirges enthält und dieses meistens von den Hauptschollen trennt. Letztere (nappes nord-pyrénéennes) werden von unten nach oben mit den Buchstaben A, B und C bezeichnet. Die Scholle A enthält fast nur mesozoische Schichten, die Scholle B sowohl mesozoische als paläozoische, die Scholle C ganz überwiegend paläozoische sowie kristallinische Schiefer und Granite. Die Wurzeln der Decken B und C sind nicht direkt zu beobachten, sondern diese Decken erscheinen stets als auf ihrer Unterlage „schwimmend“. Südlich von der Zone der nordpyrenäischen Deckenschollen folgt die hohe zentrale Zone der Pyrenäen (zone primaire centrale), die stark gefaltete paläozoische oder ältere Schichten, aber keine Deckenschollen zu enthalten scheint.

Der weite Bogen des Apennin und des Atlas ist auch ein ausgedehntes Gebiet von Überschiebungen¹⁾. Nach G. STEINMANN¹⁾ ist der nördliche Apennin sehr regelmässig von zwei Deckensystemen, den lepontinischen (= Chablais-Stockhorn-Decke, rätische Decke) und den ostalpinen Decken aufgebaut. Die Bewegungen der Deckschollen haben aber im Apennin in einer Richtung stattgefunden, die derjenigen in den Alpen entgegengesetzt ist, wie man dies auch wegen der Tatsache erwarten kann, dass in letzterem Gebirge die zentralen Teile östlich und südlich, im Apennin aber westlich vom Gebirgsbogen liegen. Dies hat — wie STEINMANN hervorgehoben hat — einen Umtausch der Reihenfolge der Decken veranlasst: im Apennin liegen also die ostalpinen Decken, nicht wie in den Alpen, über, sondern unter den lepontinischen. Als Ursprungsort der lepontinischen Massen des nördlichen Apennin werden Elba und Korsika angegeben²⁾. Nach TERMIER³⁾ soll auf Sizilien und im Atlas die Bewegung von Norden nach Süden stattgefunden haben.

Dagegen bildet das Juragebirge, das aus ziemlich regelmässigen Falten besteht, eine Ausnahme. Überschiebungen sind da weit seltener und kommen hauptsächlich nur im östlichen Teil vor.

Wenn nicht der Zweck dieser Zusammenstellung wäre, Beweise für die Überschiebungen in der skandinavischen Gebirgskette zu geben, so würden diese jetzt zu behandeln sein. Wegen der Vollständigkeit der geschichtlichen Darstellung will ich hier — auch auf

¹⁾ G. STEINMANN: Alpen und Apennin. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 59. 1907. Nr. 8/9.

²⁾ Vergl. auch: PIERRE TERMIER: Sur la tectonique de l'île d'Elbe. Bull. Soc. géol. France. 4. sér., 10, 1910. 134.

³⁾ PIERRE TERMIER: Les problèmes de la Géologie tectonique dans la Méditerranée occidentale. Revue générale des Sciences, 30 mars 1911. Paris.

die Gefahr hin, eines Circulus in demonstrando angeklagt zu werden — einige Worte über in Skandinavien wahrscheinlich nachgewiesene Überschiebungen äussern.

Der erste Versuch eine abnorme Überlagerung hier in Schweden durch Überschiebung zu erklären, wurde von A. E. TÖRNEBOHM 1883 — also etwas vor der Veröffentlichung der Arbeit BERTRAND's über die tektonische Analogie der Glarner Alpen mit dem belgischen Steinkohlenbecken — gemacht. Diese früh beobachtete Überschiebung ist in Dalsland gelegen, wo die hauptsächlich sedimentäre algonkische Dalslandformation von einem dem Urgebirge angehörigen Granit überlagert wird¹⁾. Fünf Jahre später wandte derselbe Forscher zum ersten Mal die Überschiebungstheorie auf die von ihm selbst fünfzehn Jahre früher gefundenen abnormen Überlagerungen in Jämtland an²⁾, die viele Meinungsverschiedenheiten veranlasst hatten. Wie TÖRNEBOHM später mit Erfolg die Überschiebungstheorie auf die ganze skandinavische Gebirgskette ausdehnte, habe ich eben in meinem von SVENONIUS angegriffenen Kongressführer geschildert. Im Sarekgebirge glaube ich zwei übereinander liegende Schollen, die Syenit-scholle und die Amphibolitscholle, nachgewiesen zu haben. Beide scheinen wenigstens zum Teil über weiche silurische Schichten gegliedert zu sein.

Aus aussereuropäischen Gegenden sind mir überhaupt nur wenige als Überschiebungen gedeutete tektonische Verhältnisse bekannt. Diese sind hauptsächlich die von SUSS aus den Rocky mountains und den Klamath mountains erwähnten Überschiebungen. Erstere befinden sich am Ostrand der Gebirgskette, wo auf bedeutenden Strecken paläozoische Schichten über kretazeische in der Richtung von Westen nach Osten übergeschoben sind³⁾. In den Klamath mountains am Stillen Ocean hat sich die Überschiebung in entgegengesetzter Richtung vollzogen⁴⁾. Hier mögen auch die im Appalachen Gebirge sehr regelmässig auftretenden Faltenverwerfungen und Überschiebungen von meist geringer Breite erwähnt werden.

Eine interessante Überschiebung scheint endlich im Himalaya von C. L. GRIESBACH und C. DIENER beobachtet worden zu sein⁵⁾. Im südlichen Hundes daselbst gehören die unteren Teile der Gipfel der Formationsserie von Spiti an, an der sich sowohl paläozoische als mesozoische Schichten reichlich beteiligen. Auf dieser Serie kommen in mehreren hohen Gipfeln Decken von etwa denselben Formationen,

¹⁾ A. E. TÖRNEBOHM: Om Dalformationens ålder. Geol. Fören. Förhandl. Bd. 6. S. 622. Stockholm 1883.

²⁾ A. E. TÖRNEBOHM: Om fjällproblemet. Geol. Fören. Förhandl. Bd. 10. S. 328. Stockholm 1888.

³⁾ E. SUSS: Das Antlitz der Erde. Bd. III. 2. Hälfte. S. 445—447. Wien 1909.

⁴⁾ E. SUSS: Das Antlitz der Erde. Bd. III. 2. Hälfte. S. 481. Wien 1909.

⁵⁾ E. SUSS: Das Antlitz der Erde. Bd. III. 1. Hälfte. S. 351. Wien 1901.

aber in einer zum Teil ganz abweichenden Faziesausbildung. Diese Decken müssen aus dem Nordosten herrühren. Andere im Himalaya gemachte Beobachtungen, wie das allgemeine Untertauchen des Tertiärs des südlichen Vorlandes unter die kristallinen Felsarten am Südrand der Gebirgskette, deuten ebenfalls auf Überschiebungen hin, obgleich genauere Untersuchungen von diesem Gesichtspunkte aus — so viel ich weiss — bis jetzt fehlen.

Schlusswort.

Aus obenstehender kurzer Darstellung der mir bekannten, in verschiedenen Gebirgsketten der Erde beobachteten, als Überschiebungen gedeuteten abnormen Überlagerungen dürfte vor allem die Häufigkeit dieser Erscheinungen hervorgehen. Denn in Europa sind sie in fast allen verhältnismässig gut untersuchten Gebirgsketten, nämlich in den kaledonischen, variskischen, alpinen, pyrenäischen, apenninischen und karpathischen Gebirgen, und zwar fast stets sehr ausgeprägt, in ihren Aussenrändern vorhanden. Eine Ausnahme bildet der schweizerisch-französische Jura, der nur geringe Überschiebungserscheinungen erkennen lässt. Dies dürfte indessen mit der verhältnismässig geringen Intensität der gebirgsbildenden Kräfte dieses Kettengebirges im Zusammenhang stehen. Dass in anderen Teilen der Erde die Frequenz der bis jetzt beobachteten Überschiebungen verhältnismässig gering ist, dürfte wohl auf Rechnung der Unzulänglichkeit der Untersuchungen zu setzen sein.

Dass es sich wenigstens in den allermeisten der oben erwähnten abnormen Lagerungsverhältnissen wirklich um Überschiebungsvorgänge handelt, geht zweifellos daraus hervor, dass in den meisten Fällen versteinierungsführende Schichten, sowohl die Unterlage als die verschiedenen Decken bilden. Von der Beträchtlichkeit des Weges, den gewisse Schollen zurückgelegt haben, bekommt man häufig eine Vorstellung durch die Faziesausbildung der Decken, wenn dieselbe von der Fazies der nahe liegenden Schichten abweicht, aber mit derjenigen entlegenerer Gegenden übereinstimmt.

Die Ursache und Entstehungsweise der Überschiebungen bleibt noch in den meisten Fällen dunkel. Wo die übergeschobenen Schichten eine einigermaßen deutliche liegende Falte bilden, ist die Ursache wohl meist auf dieselben Kräfte zurückzuführen, wie andere Gebirgsfalten. In anderen Fällen könnte man am ehesten an Unterschiebungen denken. Bei isolierten Schollen, die eine exotische Fazies einschliessen, die in dem autochthonen Gebirge nicht sichtlich wurzeln, und deren Ränder rundum frei sind und Schichtenköpfe bilden, fehlen noch meist genügende Anhaltspunkte zur Erklärung ihrer Ortsveränderung. In solchen Fällen muss man sich mit der Überschiebung als einem „fait accompli“ begnügen.

Besonders in Betracht der Häufigkeit der Überschiebungen darf man aber für die Anerkennung einer Überlagerung als Überschiebung

nicht die Bedingung aufstellen, dass strenge Beweise des höheren Alters des Übergeschobenen vorliegen müssen. Überschiebungen, bei denen das Übergeschobene jünger ist, sind selbstverständlich auch möglich und kommen auch tatsächlich sehr häufig als Schuppenbildung, z. B. in der Sandsteinzone der Karpathen vor.

Das Hangende der Überschiebungen der skandinavischen Gebirgskette wird meistens dem Urgebirge oder dem Algonk zugerechnet, während das Liegende häufig dem Silur angehört. Erstere Formationen enthalten zwar keine Petrefakte, einen stratigraphischen Beweis ihres höheren Alters fand TÖRNEBOHM aber darin, dass sie ihrerseits das normal liegende Silur von Norwegen tragen. Im grossen und ganzen liegen dieselben Beweise für ein präsilurisches Alter der Überschiebungsdecken des Sarekgebirges vor. Dass die gegenwärtige Tektonik dieser Gegend durch Überschiebung entstanden ist, geht ausserdem mit grösster Wahrscheinlichkeit aus der Beschaffenheit der Kontaktfläche und der Struktur der hangenden Decke hervor.

Wenn man nicht wüsste, dass die Aussenränder stark gefalteter Gebirgsketten so häufig durch aufeinander geschobene Decken auf gebaut sind, so würde es vielleicht kühn sein, einen solchen Aufbau für den Ostrand des Sarekgebietes anzunehmen; wie die Sache jetzt liegt, ist es dagegen die natürlichste Annahme.

Für die Auffassung von Dr. SVENONIUS gibt es keine Spur von Wahrscheinlichkeit. Für die äusseren Zonen der Gebirgsketten sind Ergussgesteine keineswegs kennzeichnend. An den Nordabhängen der Pyrenäen, der Alpen und der Karpathen fehlen solche Gesteine; an den Innenrändern der beiden letzteren Gebirgsbogen sind sie dagegen häufig. Da stehen sie in Zusammenhang mit den Senkungen der zentralen Teile des Bogens. In der skandinavischen Gebirgskette, deren zentrales Senkungsfeld im atlantischen Meer liegt, würden also die Effusivgesteine auf der norwegischen Seite zu suchen sein. Die schwedische Seite, um die es sich hier handelt, ist die Aussenseite der grossen skandinavischen Gebirgsbogen. Hier, und zwar auch an dem in Norwegen gelegenen Anteil des Aussenrandes, sind sicherlich keine vulkanischen Ausbruchsstellen zu finden, wie Dr. SVENONIUS und mehrere norwegische Geologen mit aller Gewalt versuchen wollen. Hier ist die natürliche Zone der Überschiebungen, hier hat ein guter schwedischer Forscher solche schon vor vierundzwanzig Jahren zu einer Zeit nachgewiesen, als nur an einigen Stellen der Erde derartige Erscheinungen bekannt waren. Seine Auffassung hat sich glänzend bestätigt. Dr. SVENONIUS ist nicht der Mann, der sie umstürzt.

II. Besprechungen.

A. Unter der Redaktion der Geologischen Vereinigung.

Fortschritte in der Kenntnis des geologischen Baues der Zentralalpen östlich vom Brenner.

II. Das ostalpine Gebirge im Norden und Süden der Tauern.

Von Dr. Franz Heritsch (Graz).

Mit 2 Textfiguren.

In früheren Auseinandersetzungen wurde der Bau der Hohen Tauern diskutiert¹⁾ in der folgenden Erörterung werden die neuen Studien über das Gebirge dargestellt, welches das Fenster der Tauern im Norden und Süden begleitet, also jenes Gebirge, das z. T. als Deckenland, z. T. als Wurzelland über den Tauern liegt²⁾; es handelt sich hier ausschliesslich um ostalpines Gebirge.

Im Norden der Tauern liegt die breite Zone der Pinzgauer Phyllite; diese unterscheiden sich — abgesehen vom Alter (TERMIER!) — von der Schieferhülle der Hohen Tauern (3) durch die geringere krystallinische Ausbildung und durch das Hervortreten der H₂O-reichen gegen die H₂O-armen oder -freien Gemengteile. Die Zone der Pinzgauer Phyllite liegt etwa von Wagrein gegen Osten auf dem Schladminger Deckenmassiv, von da gegen Westen direkt auf der Schieferhülle bzw. auf den dieser in Rudimenten aufgeschobenen Schubsetzen des Tauerndeckensystems. Durch die Quertäler der Salzach, Saalach und Ziller wird die Zone der Pinzgauer Phyllite in mehrere grosse Abschnitte gegliedert.

Das hierher gehörige Gebiet zwischen Salzach und Saalach, also südlich des steinernen Meeres und der übergossenen Alpe, ist bisher von den Geologen geradezu gemieden worden, so dass ein Versuch, dieses Gebiet unter einen modernen Gesichtspunkt zu bringen, geradezu nur auf den ältesten Nachrichten basiert. In den Pinz-

¹⁾ Siehe diese Zeitschrift. Bd. 3. S. 172ff.

²⁾ Die Literatur wurde in der früheren Darstellung angegeben.