

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Band: 5 (1897-1898)
Heft: 4

Artikel: Die exotischen Gebiete, Klippen und Blöcke am Nordrande der Schweizeralpen
Autor: Schardt, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-155240>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die exotischen Gebiete, Klippen und Blöcke am Nordrande der Schweizeralpen.

Vortrag gehalten an der Jahresversammlung der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Engelberg, den 13. September 1897,

von Dr H. SCHARDT,
Prof. an der Akademie von Neuenburg.

Am Nordrande der Westschweizerischen Kalkalpen bemerkt man schon auf einer gewöhnlichen topographischen Karte, noch besser auf einer geologischen Karte, ein Gebiet, welches durch die Taleinschnitte der Aare und der Arve abgegrenzt wird und durch den Einschnitt der Rhone in zwei ungleiche Segmente geteilt erscheint. Es ist das Gebiet der Stockhorn- und Chablaiszone, auch « Préalpes romandes » genannt. Dieses Gebiet ist schon darum leicht bemerkbar, weil dessen Ketten, bezw. Gebirgsfalten, bogenartig nach Norden geschweift sind und auch das ganze Gebiet um etwa 20 Kilometer über den normalen Alpenrand nach Norden hinübergreift. Ziehen wir von Bonneville im Arvethal bis Ralligen am Thunersee die virtuelle Verbindungslinie der dort anstehenden Ketten, so finden wir, dass das dazwischen liegende Glied, also das Chablais- und Stockhorngebiet, um ein bedeutendes über diese normale nördliche Grenzlinie der eigentlichen Alpenkette hervorstösst. Am Thunersee ist diese horizontale Verschiebung zwischen den Stockhornfalten und deren scheinbaren Fortsetzung auf dem nordöstlichen Ufer noch auf 10 Kilometer schätzbar. Gegenüber der am See absetzenden Stockhornkette erheben sich ja auf der andern Seite des Sees mächtige Nagelfluhfelsen. Dieser Umstand hat B. STUDER zur Annahme geführt, dass das Aaretal auf einer Querverschiebung liege, indem der Siegriswylergrat um etwa 10 Kilometer nordwärts vorgeschoben sei und dass auch die gegenüber liegende Stockhornkette dessen Fortsetzung nicht sei.

Aehnliche Verhältnisse treffen wir auch bei einem Vergleich der beidseitigen Gehänge am Arvethal bei Bonneville.

Studer hob schon hervor, dass die Formationen beiderseits des Thunersees nicht dieselben seien, dass die Rallig-

stöcke mehr Aehnlichkeit hätten mit den Gesteinen des Morgenberghorns und dass das Stockhorngebirge am Thunersee wirklich absetze.

Dieser Gegensatz tritt ganz besonders durch den Vergleich der hauptsächlichsten Formationsgruppen hervor ; so finden wir beidseitig der Arve und der Aare :

Nordöstlich der Aare und südlich der Arve.	Stockhorn-Chablais-Zone.
(Helvetische und jurassische Facies.)	(Ostalpine und mediterane Facies.)
Eocän. <i>Flysch</i> . Schiefer, Sandstein, oft Conglomerate, mit Tavayannazsandstein.	<i>Flysch</i> . Schiefer, Sandstein, mit viel Conglomeraten. Ohne Tavayannazsandstein.
<i>Nummulitenkalk</i> u. <i>Schiefer</i> , mit reicher mariner Fauna, oft brakisch an der Basis.	Fehlt.
Kreide. Seewer-Schiefer, -Kalk und -Mergel, dem Senon, Turon und Cenoman entsprechend.	Fehlen oder sind durch rote und grünlich-graue Foraminiferen-Schiefer und Kalke vertreten.
Gault mit reicher Fauna.	
Aptien (Sande und Mergel). Urgonien und Rhodanien.	
Neocom (Hauterivien, Valangien und Berriasschiefer).	Graue Kalke und Schiefer mit Cephalopodenfauna.
Jura. Hochgebirgskalk mit Ofordschiefer.	Tithonkalk mit Knollenkalklager an der Basis (Transversariuszone).
Dunkle Schiefer und Kalke.	Dunkle Kalkmergel und Schiefer mit <i>Zoophycos scoparius</i> .
Lias und Trias, beiderseits zum Teil ähnlich.	Hier oft mächtige Kalkmassen mit Gyroporellen oder ganz ohne Fossilien.

Man sieht also ohne Mühe, wie verschieden die Schichtenreihen dieser Gebiete sind und wie schwer anzunehmen ist, dass das Stockhorn-Chablais-Gebiet ein normales Gebirgs-glied in der nördlichen Randzone der Alpen sei. Es ist noch besonders hervorzuheben, dass gerade da, wo der tektonische Wechsel stattfindet, also auf dem Verlaufe der Quereinschnitte der Arve und der Aare, auch der stratigraphische Wechsel stattfindet. Fahren wir von Spiez über den Thunersee, oder überschreiten wir das Arvetal bei Bonneville, so treten wir in ein ganz neues Gebiet. Wie die Chablaiszone oberhalb Bonneville oder St. Jeoire eigentliche Stockhorn-sedimente aufweist, so treffen wir bei La Roche und St. Pierre wieder die Urgon- und Neocomkalke mit Nummulitenschichten, Gault, Aptien, etc., ganz wie am Nordostufer des Thunersees.

Wären hier normale Verhältnisse vorhanden, so müsste also angenommen werden, dass die Chablais-Stockhornzone das verbindende Mittelstück zwischen den Unterwaldner- und Annecyalpen sei und dass also die Falten dieser Gebiete, vor der Erosion der beiden Thaleinschnitte zusammenhängend gewesen seien, was jetzt in der Tiefe noch thatsächlich der Fall sein müsste. Diese Annahme haben neuerdings noch Herr MARCEL BERTRAND und E. HAUG verteidigt, indem sie den so plötzlichen Facieswechsel durch Tiefenunterschiede der Meeresbecken erklärten, in welchen die Sedimente beider Gebiete abgelagert wurden.

Nicht nur an den beiden Einschnitten der Aare und der Arve, auf der Contactlinie mit ihren scheinbar natürlichen Fortsetzungen, weisen die Chablais-Stockhornketten einen so frappanten Contrast auf, sondern auch der inneren Contactlinie entlang, wo die Stockhornketten an die sogenannte Hochalpenzone anstossen. Hier sehen wir vom Thunersee an, bei Leissigen, bis an das Arvethal bei Samoens, eine fortgesetzte Einsenkung, welche durch eine Reihe von Sätteln markiert ist, durch welche die verschiedenen Quertäler, an ihrem Ursprunge, satt am Fusse der Hochalpen entlang mit einander verbunden werden. Es sind dies die Pässe des Hahnenmoos, des Krinnen und des Truttlipass, des Col de Pillon, des Col de la Croix, des Col de Couz und des Col de la Golèze, letztere beide in der Chablaiszone. Verbinden wir diese Einsattelungen mit einander, so entsteht eine fast gerade Linie, durch welche die Chablais-Stockhornzone ebenso scharf von den nächstinnern Gebirgsketten getrennt wird, wie am Thunersee und am Arvetal von ihren nordöstlichen und südwestlichen Fortsetzungen. Dieser Contactlinie entlang finden wir, auf mehr als 100 Kilometer, einerseits das Gebiet der Stockhornfacies, mit ihrer eigentümlichen Schichtenfolge, und anderseits türmen sich mit kompliziertem Faltenwurf die Schichten der helvetischen Facies empor, die Gebirgsmassen des Wildstrubels, Wildhorn, Diablerets und Dents du Midi bildend. Plötzlich und haarscharf tritt der Wechsel hervor.

Kann man einen solchen plötzlichen und unmittelbaren Wechsel normalerweise annehmen? darf behauptet werden, die beiden Gebirgsteile seien eben in verschieden tiefen Teilen desselben Meeresbecken abgelagert worden und dann an Ort und Stelle gleich gefaltet worden, so dass die Chablais-Stockhornzone wirklich das stratigraphische und tektonische Aequivalent der Unterwaldner und Annecyalpen wäre? Denn im

Vergleich mit ihrer Umgebung erscheint dieses ganze Gebiet, was schon die geologische Karte scharf erkennen lässt, wie ausgeschnitten, gerade wie ein *fremdes Erdstück im Alpenrande eingesetzt*. Diese Frage hatte schon Studer gestellt und seither haben bis 1893 fast alle Alpengeologen an dieser harten Nuss geknackt, ohne deren Inhalt ans klare Licht zu bringen. Eine Tatsache wurde aber aufs deutlichste festgestellt, nämlich dass die Chablais-Stockhornzone nicht alle Falten der helvetischen Facies am Nordrande der Kalkalpen unterbricht, indem nämlich die inneren Ketten mit helvetischer Facies ununterbrochen sich durch das Morgenberghorn mit den Falten des Wildstrubels verbinden und so durch die Kalkketten des Wildhorn, der Diablerets und Dents du Midi und der Dents Blanches, hinter der Stockhorn-Chablaiszone durchgreifend, mit den Annecyalpen zusammenhängen.

Wenn also die Stockhorn-Chablaiszone einerseits über den Alpenrand vorspringt, so greift sie andererseits wie ein Golf in die normale Berandung der Alpen hinein; denn nordöstlich vom Thunersee und südöstlich des Arvethales bildet die helvetische Facies wieder den Alpenrand; die Einbuchtung der Stockhorn Facies inmitten der helvetischen Facies ist, wie gesagt, haarscharf; kein Uebergang ist zu beobachten; keine Formenmischung tritt der Contactlinie entlang zwischen den gleichaltrigen, aber vollständig verschiedenen Faunen auf. Dadurch wird die Lage der Stockhorn-Chablaiszone nur um so befremdender.

Das zu lösende Problem wäre also vorerst die Erklärung dieses Contrastes. Aber andere Fragen knüpfen sich noch an die Entstehung der Stockhorn-Chablaisalpen; wir müssen dieselben vorerst auch in unsern Gesichtskreis ziehen.

I. Exotische Flysch-Breccien, Blöcke und Klippen.

In der ganzen Stockhorn- und Chablaiszone, besonders aber im Stockhorngebiet selbst, tritt der *Flysch* in ungeheurer Mächtigkeit auf; seine abwechslungsweis sandigen, mergeligen und kalkigen Schichten, welche auf eine in seichtem Wasser verlaufende Sedimentation hinweisen, sind stellenweise durch das ausserordentlich häufige Auftreten von Conglomeraten gekennzeichnet. Das Merkwürdigste dabei ist, dass neben Jura- und Trias-Trümmern, welche den umliegenden Gebirgstteilen entnommen zu sein scheinen, zahlreiche, ja oft vorherrschende Bruchstücke von kristallinen Gesteinen auftreten. Oft sogar wachsen diese Trümmer

zu ungeheuren Volumen an; es entstehen eigentliche Riesenbreccien. Allbekannt sind die Breccienlager des Niesen und die Riesenbreccien von Les Ormonts, dann die Gesteine vom Gurnigel und des Habkerentales.

Weitere Rätsel reihen sich also an die schon gestellte Frage an. Erstens wo diese absolut fremden krystallinen Gesteine herkommen, indem ja ringsherum nur sedimentäre Kalkgebirge liegen. Es ist sogar sicher, dass gewisse Granite, welche im Habkerental, am Gurnigel, in den Ormonts, etc., massenhaft vorkommen, auf der ganzen Nordseite der Alpen *nirgends anstehend bekannt sind*. Es sind also tatsächlich *exotische Gesteine*; sie müssen aus weiter Ferne stammen, denn nur in den südlichen und östlichen Alpen sind rote Granite bekannt, wie die vom Gurnigel und vom Habkerenthal, oder grüne Biotitgranite wie die vorherrschende Varietät aus Les Ormonts. Von dorthier sollten sie also hergebracht worden sein? Gegen diese Auslegung scheint nun aber gerade der Umstand zu sprechen, dass diese Gesteine in ausserordentlich grossen Blöcken, und, ob gross oder klein, meist *eckig* vorkommen, und doch sind die Breccienlager schön geschichtet; regelmässig liegen die Mergellager über Breccien und mitten in letzteren treffen wir die härtesten Granite neben den weichsten Liasmergeln mit noch erhaltenen Fossilien (Posidonomyen, Belemniten, etc.), alles in ganz eckigen Bruchstücken. Die Trümmer sind offenbar im Wasser geschichtet worden, das beweist die regelmässige Lagerung, sowie die zahlreichen *Fucoiden*, welche oft die Mergellager erfüllen und die *Helminthoiden* (wahrscheinlich Wurm-spuren), welche die Schichtenoberflächen bedecken, gerade zwischen den Breccienlagern. Hier Trümmergestein, ohne jegliche Sortierung, dort rein schlammige Sedimentation mit schönst erhaltenen *Fucoiden*, das spricht doch offenbar gegen gewaltige Strömung! Denn es müssten ja die Gesteine durchwegs abgerundet sein; jedenfalls müssten weiche Gesteinstrümmer fehlen. Sehr merkwürdig ist, dass grosse Blöcke, aus Granit oder Gneiss bestehend, oft mitten in feinkörnigem Schiefertone eingebettet sind, was den gleichzeitigen Transport durch strömendes Wasser gänzlich ausschliesst. Sollte man nicht Gletscher zu Hilfe ziehen wollen, was auch schon geschah, um diese Erscheinung zu erklären, so kann man höchstens an *Bergsturz* denken; dann aber bleibt unerklärlich, wie die Gesteine aus der Ferne hergestürzt sein könnten; denn, wie gesagt, in dem ganzen umliegenden Gebiet fehlen krystalline Aufschlüsse überhaupt.

Diese Verhältnisse müssen schon Studer aufgefallen sein, da er die Annahme von einem nordalpinen *Randgebirge* aufstellte, welches die rätselhaften Trümmergesteine geliefert habe, aber später versunken und von nachschiebenden Falten überdeckt worden sei. Es ist auch an vulkanische Eruptionen gedacht worden, welche neben Schlamm und Schutt, Granittrümmer und andere krystalline Gesteine aus der Tiefe herauf gebracht hätten; ja die basischen Flyschgesteine, Porphyrite, Gabbros, etc., sind als das Produkt wirklicher Eruptionen zur Flyschzeit aufgefasst worden.

Von allen bis dahin vorgeschlagenen Lösungen könnte die Hypothese eines verschwundenen Randgebirges als die möglichste bezeichnet werden, soweit nämlich als es sich nur um den Flysch der Stockhornzone handelt; aber auch in dem Gebiet mit helvetischer Facies fehlen exotische Blöcke und Breccien nicht. Hier kann es sich gewiss nicht um Bergstürze an Ort und Stelle handeln, weil hier weder die sedimentären noch die krystallinen Trümmer aus dem umgebenden Gebirgslande entstammen können. Alles Material der Breccien und der groben Flyschsandsteine ist hier exotisch. Von Annecy bis an die Arve und von Habkern bis an den Rhein verfolgt man eine dem Niesen- und Ormontsflysch ähnliche Zone, in welcher exotische Gesteine mit denselben Eigenschaften auftreten. Dem Versuch, diese Erscheinung auch auf die Annahme eines verschwundenen Randgebirges zurückzuführen, welches zwischen dem jetzigen Alpenrande und dem Miocänbecken gestanden hätte, widerspricht aber die Thatsache, dass sowohl zwischen Annecy und Arve, als zwischen Aare und Rhein der Contact mit dem Tertiär am Alpenrande meist ein normaler ist.

Ausserdem stossen wir hier auf ein weiteres Problem: Nämlich gerade dort, wo die fremdartigen Breccien am häufigsten auftreten, finden sich *wirkliche Gebirge, vollständig aus Stockhornfacies bestehend*, mitten im Flysch steckend oder diesem scheinbar aufsitzend und ringsum von Gebirgen mit helvetischer Facies eingefasst. Diese Gebirgsteile haben schon längst die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen. So finden wir in den Schwytzer- und Unterwaldneralpen die Mythen, die Rothfluh, den Roggenstock, die Stanser- und Buochserhörner, die Clevenalp, den Giswylerstock, etc., dann in den Annecyalpen die Montagne-des-Annes und den Mont-de-Sullens. Nach den Vorkommnissen am Nordrande der Karpathen sind diese Erscheinungen *Klippen* genannt worden; wie Klippen tauchen sie mitten im Flysch

auf, welcher durch seine Vegetation im Gegensatz zu den schroffen Felskämmen (wie Mythen und Giswylerstock) den Vergleich gewiss rechtfertigt.

Diese Klippen sind ausschliesslich aus Schichten der Stockhornfacies aufgebaut und betrachten wir eine solche im einzelnen, so finden wir zwischen ihr und ihrer Umgebung *ganz denselben Contrast*, wie zwischen der ganzen Zone der Stockhorn-Chablaisalpen und dem dieselben einschliessenden Gebiet mit helvetischer Facies.

Anfänglich wurden diese mitten im Flysch auftretenden Klippen als das Produkt von komplizierten Faltungen und Verwerfungen angesehen, welche die Trias- und Juragesteine aus der Tiefe an Ort und Stelle heraufgedrückt hätten. Ich war wohl der Erste, welcher vor beinahe sechs Jahren, die Behauptung aufzustellen wagte, diese Klippen seien auf dem Flysch *aufsitzende Schollen*, nämlich *riesige exotische Blöcke*. Zwischen diesen Klippen und den exotischen Blöcken ist kein anderer Unterschied vorhanden als der ihrer Dimensionen. Doch kann man bei den Klippen immerhin das wichtige Faktum feststellen, dass die Reihenfolge der sie aufbauenden Schichten von der Trias aufwärts verfolgt werden kann, und dass mehrere Klippen, mit ihrer triasischen Basis auf dem Flysch aufliegend, als durch Erosion von einander getrennte Stücke desselben Schichtencomplexes aufgefasst werden müssen; dass somit die Klippen Bruchstücke einer grössern Decke sein müssen.

Damit ist schon vieles gewonnen: *Die Klippen liegen auf dem Flysch; in ihrer Nähe liegen exotische Blöcke und Breccien; sie gehören derselben Facies an, wie die Stockhorn-Chablaisalpen*, wo auch dieselben Flyschbreccien in so grosser Verbreitung vorkommen. Auch in den Annecyalpen, um die Klippen von Les Annes und Mont de Sullens herum können dieselben merkwürdigen Verhältnisse beobachtet werden. *Es ist somit nicht zu verkennen, dass Klippen, exotische Blöcke und Flyschbreccien in dem Alpengebiet mit helvetischer Facies in einem gewissen Verhältnisse stehen mit der Stockhorn-Chablaiszone, deren Facies-Charakter sie stets begleitet.*

Bedenken wir noch weiterhin, dass in den ungeheuren Anhäufungen von Geröllen, welche die *miocänen Nagelfluhablagerungen* der Ostschweiz zusammensetzen, nur wenig Material mit helvetischer Facies auftritt, sondern vorzugsweise als ostalpin bezeichnete Gesteine, Klippengesteine, möchte man sich ausdrücken, so wird sofort einleuchtend,

dass die Klippen gerade es sind, welche das Material zu dieser Geschiebemasse geliefert haben. Die Klippen bildeten ursprünglich eine zusammenhängende Decke, welche zur Miocänzeit von der Erosion zuerst angegriffen werden musste, weil sie das oberste Glied der Gebirgsmasse bildete. Jetzt bleiben davon nur noch einzelne Fetzen, Ruinen, welche, weil an tieferen Stellen liegend, dort von der Erosion verschont geblieben sind. Stellen wir uns die ursprüngliche Ausdehnung der Klippendecke vor, so muss dieselbe vom Rhein bis zur Aare gereicht haben, sie ist das fehlende Mittelstück, welches die Rhätikonmasse früher mit der Stockhornzone verband. Wohl möchte man eine solche Behauptung als gewagt bezeichnen, wenn nicht in den Stockhornalpen (Spirlgärtengruppe, etc.), an den Giswylerstöcken, an den Ibergerklippen, typische ostalpine Gesteine, wie Hauptdolomit, Gyroporellenkalk, vorkämen, welche den Connex unserer Stockhornfacies mit der ostalpinen stratigraphischen Entwicklung herstellen.

Kehren wir nun wieder in das Stockhorn-Chablaisgebiet zurück, um dort den Vergleich zu machen zwischen den Lagerungsverhältnissen desselben mit dem umliegenden Gebiete.

II. Tektonischer Charakter der Stockhorn-Chablaiszone.

Nicht nur in stratigraphischer Hinsicht, sondern auch vom *tektonischen* Standpunkte aus stechen die Stockhorn-Chablaisalpen scharf von ihrer Umgebung ab, wie dasselbe auch von jeder Klippe gesagt werden kann. Die Beobachtungen, welche wir nun hervorheben, werden uns endlich zu einer endgültigen Lösung aller gestellten Rätsel führen, nämlich der Herkunft der Klippen, der exotischen Blöcke und Breccien.

Bis 1891 hatte der stratigraphische Facies-Contrast die Geologen nicht besonders verwundert. Tiefenverschiedenheiten wurden gerne als Ursachen derselben angeführt. Die Stockhorn-Chablaiszone habe seit der Juraformation eine Geosynclinalvertiefung gebildet, so dass das umliegende Gebiet natürlich verschiedene Facies aufweisen müsse (Haug). Mitten in der Stockhorn-Chablaiszone liegt aber ein schmales Band, wo, zur Zeit des Dogger, Seichtwassergebilde sich abgelagert haben; Inseln mit reicher Vegetation unterbrachen daselbst das Jurameer, was durch oft bauwürdige Kohlenflötze bewiesen wird. Es ist das Gebiet der sogenannten *Mytilus-schichten*, deren Uferbildungen, Corallenfauna und Kohlen-

ablagerungen mit Landpflanzen, von der Simmenfluh bis an die Arve verfolgt werden können. Also eine Geosynclinal- mit einer Anticlinalerhebung ohne Wiederkehr der umgebenden Seichtmeerfacies? Sonderbar!

Eine andere Schwierigkeit zur Aufrechthaltung dieser Geosynclinal- liegt in dem Vorhandensein einer rätselhaften Bildung, nämlich der *Hornfluhbreccie* (bezw. Chablaisbreccie), eine gut geschichtete Kalkbreccie, meist aus Triaskalken bestehend, so fest verkittet, dass auf der frischen Bruchfläche das dunkle Gestein ganz homogen erscheint; nur auf der angewitterten Oberfläche ist die Breccienstruktur deutlich sichtbar.

Dieses sehr mächtig entwickelte Gebilde *liegt regelmässig auf Flysch und Kreide* und bildet oft den Synclinalkern von Jura- und Kreidefalten, wesshalb es auch früher als eocän aufgefasst wurde. Es ist aber ebenso wenig eocänes Gestein als die Klippen selbst. Durch das Vorhandensein von triasischer Rauchwacke, Dolomit und Gyps, Rhät und Liaskalk mit Fossilien, über welchen erst die Breccienbildung folgt, ist das jurassische bezw. liasische Alter derselben festgestellt worden. *Die Hornfluhbreccie liegt ebenso, wie die Chablaisbreccie, klippenbildend auf dem Flysch.* Ihre Lagerung unterscheidet sich tektonisch durch nichts von den an den Klippen der Unterwaldner- und Schwyzeralpen beobachteten Verhältnissen. Wo also diese Breccienbildung getrennte Fetzen (Klippen) bildet, ist wie dort anzunehmen, dieselben haben ursprünglich eine ganze Decke gebildet, *was auch im Chablais thatsächlich der Fall ist.* Hier dehnt sich eine mehr als 25 Kilometer lange und 12 Kilometer breite Brecciendecke überall auf Flysch und Kreide aufliegend aus. Merkwürdig ist noch, dass über der Breccie, stellenweise wieder rote Foraminiferenkalke der Kreide und normaler Flysch folgen, wodurch das jurassische Alter derselben noch befestigt wird. Es ist *also eine wirkliche anormal lagernde Decke.* Wie um die Klippen in den Unterwaldneralpen, häufen sich auch hier die exotischen Gebilde um die Kontaktzone zwischen Jurabreccie und Flysch. Mächtige Granitmassen von mehr als ein Kilometer Länge, liegen im Chablais im Flysch eingebettet, daneben Porphyrit, Gabbro, etc. Wie dieses Ufergebilde, anormal über dem Flysch liegend, in die angebliche Geosynclinal- hereingeraten sein kann, ist gewiss rätselhaft, denn eine Anticlinale, wie die der Mytilusschichten, ist es gewiss nicht. Diese Frage soll sofort zur Entscheidung kommen.

Sehen wir uns nun darnach um, wie es sich tektonisch mit dem *Contact der Stockhorn-Chablaiszone* und dem *Gebiete der helvetischen Facies* beschaffen ist.

Hätten wir es hier mit einer blossen Vertiefung des Meeresbodens zu thun, so müssten wir doch erwarten, einen allmäligen Uebergang zwischen beiden Facies vorzufinden. Dem ist aber nicht so! Wir finden im Gegenteil beständig den schroffsten Abbruch. *Sogar nirgends im ganzen Contactgebiet, von der Aare bis zur Arve, ist überhaupt eine Fortsetzung der beidseitigen Schichten zu beobachten!*

Die Schichten der Stockhornzone brechen scharf ab, sowohl am Ufer des Thunersees und am Arvethal, als auch der Linie der Sättel entlang, zwischen Därligen und Saemoens. Ihr ältestes Glied, gewöhnlich Trias, liegt ringsum auf Flysch und erst unter diesem Flysch steigen die Kreide- und Jurafalten mit helvetischer Facies hervor! Das ist überall aufs deutlichste sichtbar.

Auch am Alpenrande, auf der Contactlinie mit der äussersten Flyschzone oder mit dem Miocän, wo diese Zone fehlt, liegen die Stockhornschichten, immer mit Trias beginnend, auf dem Tertiär!

Die Concordanz der Schichten ist oft so vollständig, dass vielerorts die Trias mit den Flyschschichten ganz parallel gelagert erscheint, was seinerzeit zur Annahme eocäner Rauchwacken und Gypslagern Anlass gegeben hat.

Von dem centralen Teile ausgehend, wo die Hornfluh-Chablaisbreccie aufliegt, finden wir folgende Schichtenreihe und zwar von oben nach unten:

Flysch,
 Rote Foraminiferenschiefer der Kreide (selten),
 Jura-Breccie (Hornfluh und Chablaisbreccie).
 Lias (oft fehlend),
 Rhät,
 Trias,
 ——— . . . anormaler Contact.
 Flysch und Flyschbreccien, exotische Blöcke,
 Rote Foraminiferenschiefer,
 Neocom mit Cephalopoden,
 Malm,
 Dogger mit *Zoophycos scoparius* (stellenweise
 Mytilusschichten),
 Lias,
 Trias,

———— . . . anormaler Kontakt.
 Flyschbreccie und exotische Blöcke,
 Nummulitenkalk,
 Seewerschichten,
 Gault-Aptien,
 Urgon,
 Neocom,
 Berrias,
 Malm, etc.

Dieselbe Erscheinung, wie am Contact jeder Klippe, tritt also auch hier wieder auf. *Das ganze Stockhorn-Chablaisgebiet scheint also eine grosse Klippe, ein exotisches Gebiet, zu sein!* Eine solche regelmässig, an der ganzen Umrandung der Stockhornzone wiederkehrende anormale Auflagerung kann nur durch *eine* Möglichkeit erklärt werden, *nämlich wenn das ganze 125 Kilometer lange Gebiet selber, in seiner ganzen Ausdehnung, eine anormal auflagernde Decke ist.*

Folgende Thatsachen können als Beweise dieser Behauptung aufgefasst werden :

Die Stockhornzone ist von ihrer natürlichen Fortsetzung, der Chablaiszone, durch das tiefe Rhonethal getrennt. Beiderseits desselben, besonders aber auf dem Nordufer des Lemansees, sieht man die jüngeren Schichten weit talaufwärts unter die inneren Gebirgstheile greifen. Die oligocänen roten Molasseschichten streichen talaufwärts auf mehr als drei Kilometer ; am gegenüber liegenden Ufer sind dieselben noch *unter* dem Grammont, der dritten Gebirgsfalte, sichtbar ; mit Rauchwacke beginnend liegen die Schichten der Chablaisfacies darüber. Merkwürdig sind noch die ungeheuren Flyschanhäufungen, welche die Voirons, Playaux, Niremout, Berra und Gurnigel bilden. Sie erscheinen und setzen bei jedem tiefen Taleinschnitt aus. Ihre Beschaffenheit geht besonders durch deren Beobachtung am Rhonetal hervor. Diese Flyschmassen, bis 1700 Meter hoch, mit Jura und Neocomsetzen zusammengeknetet, *nehmen nach der Tiefe zu an Mächtigkeit ab ; sie keilen sich aus*, was aus dem Profil dem Rhonethal entlang deutlich sichtbar ist. Auch am Thunersee und am Arvethal, bei Bonneville, beobachtet man dieselbe Erscheinung.

Das grosse Profil, welches neben einem Panorama der Gestade des Lemansees bei Montreux, vor Ihren Augen sich ausbreitet, kann mehr dahinbezügliches wiedergeben, als Zunge und Feder es vermögen. Man sieht insbesondere, wie

zwischen Monthey und Bouveret die messbare Distanz zwischen den Aufschlüssen der unter der Trias liegenden roten Molasse kaum 10 Kilometer beträgt, während die ganze Chablaiszone 22 Kilometer Breite hat. Es liegt somit auf der Hand, beide Tertiärlager unterirdisch zu verbinden, so dass notgedrungen die ganze Gebirgsmasse wurzellos auf Tertiär zu liegen käme. *Was wir an den Unterwaldner- und Schwyzerklippen und an den Fetzen der Hornfluh und Chablaisbreccie konstatiert haben, kehrt also bei der ganzen Gebirgsmasse der Stockhorn-Chablaiszone wieder.* Dieselbe ist in ihrer ganzen Ausdehnung eine *exotische Masse*. Das schon vor mehreren Jahren von mir ausgesprochene Gesetz der Stockhornalpen: *Wo wir das Liegende der ältesten Schichten mit Stockhornfacies finden, ist es immer Tertiär oder Kreide*, — ist bis jetzt ausnahmslos geblieben. Sogar unter der Carbonmasse von Tanninges, welche so lange als Anhaltspunkt für die Annahme eines Horstes diente, sind Flysch und Kreide zum Vorschein gekommen.

Ein weiterer Contrast liegt im Vergleich des tektonischen Aufbaues der Stockhorn-Chablaiszone mit denen der Alpen mit helvetischen Facies. In der Stockhornzone liegen regelmässige, fast an den Jura erinnernde Falten, hie und da mit kleinen, 2-3 Kilometer betragenden Ueberschiebungen unterbrochen, ächte Ueberschiebungen, zum Teil ursprüngliche Faltenverwerfungen, wie diejenigen am Rande des Tafeljura. In den Hochalpen mit helvetischer Facies sehen wir hingegen langgedehnte liegende Falten ihre Schlingen auf mehrere Kilometer Länge ausbreiten (Dent du Midi). Diese Falten setzen auch unter der Stockhornzone fort (bei Monthey und La Muraz).

Fassen wir nun unsere Beobachtungen über die Chablais-Stockhornzone und die Unterwaldner- und Annecyklippen zusammen, so drängt sich uns der Schluss auf, diese Klippen seien zurückgelassene Reste *einer und derselben Decke*, welche vom Rhätikongebirge ausgehend (welches ja auch auf Flyschbreccien mit fremden Graniten aufruht) über die Glarner-, Schwyzer- und Unterwaldneralpen sich ausdehnend, mit dem Stockhorngebiet zusammenhing und sich südwestwärts bis an den Annecysee ausdehnte. Während der östliche und westliche Teil der Erosion anheimfiel, blieb die Stockhorn-Chablaismasse verschont, weil sie weiter nach Norden, in ein tiefer liegendes Gebiet vorgeschoben wurde, was durch das Untertauchen der Schichten mit helvetischer Facies unter die Gebirgsmassen mit Stockhornfacies, am Thunersee und am

Arvetal, deutlich bewiesen wird. Westlich von der Arve deuten die Klippen vom Reposoir auf ein Rückwärtsgreifen nach Süden, nach einer Richtung, wo möglicherweise ein Wurzelpunkt ähnlich dem Rhätikon zu suchen wäre. Diese anormale Sedimentdecke von Annecy bis an den Rhein muss also ursprünglich über 300 Kilometer Länge gehabt haben. Ihrer Lagerung nach kann es sich sowohl für die ganze Chablais-Stockhorn- und Klippenzone, sowohl als für die daraufliegende Brecciendecke nur um grosse *Ueberschiebungen* handeln, welche die ganzen Schichtenkomplexe gleich Eisschollen übereinander gelegt haben.

Die Herkunft dieser grossen Ueberschiebungsdecke kann hier nur sehr kurz besprochen werden. Sie kann nur von *Süden* gekommen sein, jenseits der Zone mit helvetischer Facies, ja sogar südwärts des Montblanc-Massivs und der Aar- und Gotthard-Massive. Unser Anhaltspunkt, das Rhätikongebirge, liegt übrigens auch in dieser Richtung.

Vom Mittelmeer bis an den Fuss des Rhätikon dehnt sich im centralen Teile der Alpenkette eine mehrmals von kristallinen Centralmassiven unterbrochene Zone von Sedimenten aus, welche als *Bündnerschiefer* allbekannt sind und auch zu viel Besprechungen Anlass gegeben haben. In den französischen Alpen nennt man sie « Schistes lustrés » (Glanzschiefer); sie gehören der von Lory « Zone de Briançon » genannten Gliede der Westalpen an.

In dieser Zone ist zum Teil wenigstens der Heimatsort der Stockhornmasse zu suchen, wenn nicht gar ein noch weiter im Süden des Monte-Rosa-Massivs gelegenes Gebiet hinzugezogen werden muss.

Die Sedimente in dieser centralen Alpenzone sind zwar grossenteils dem Anschein nach sehr verschieden von unsern Stockhorngesteinen.

Ueberall hat der allgemein wirkende, gewaltige, gebirgsbildende Druck die Blätterstruktur hervorgebracht. Die Kalke sind stängelig und plattig geworden, die Mergel schieferig und blättrig, oft hat die Sericitisation aus Mergeln wirkliche Glimmerschiefer geschaffen. Die Wirkung des Metamorphismus ist hier offenbar erst nach der grossen Ueberschiebung zum Ausdruck gelangt, daher der schwere Vergleich. Doch sind bis jetzt wichtige Anhaltspunkte zum Vorschein gekommen, welche meine Vermutung als die richtige erscheinen lassen. Es wurde in der Glanzschieferzone (Zone du Briançonnais) bis jetzt folgende Schichten aufgefunden :

Eocäne polygene Breccien, ähnlich dem Niesensandstein;

Compakter Malm und Knollenkalk der Transversariuszone ;

Dogger mit Zoophycos ;

Obere Liasschiefer ;

Echinodemenbreccie des mittleren Lias ; dunkle Kalke mit Kieselknollen des unteren Lias.

Rhät, ganz demjenigen der Stockhornzone ähnlich ;

Trias, Rauchwacken und Gyps, Gyroporellenkalk ;

Carbon mit derselben Flora wie bei Tanninges.

Jurabreccie, der Hornfluhbreccie sehr ähnlich.

Nur das Neocom mit Cephalopoden und die roten Foraminiferenschiefer sind noch nicht sicher aufgefunden worden.

Vielleicht sind diese Schichten dort vorhanden, aber in ihrem metamorphen Zustande noch nicht erkannt worden. Es darf ausserdem noch die Schwierigkeit in Anbetracht gezogen werden, dass die nun am Alpenrande liegende Sedimentmasse, ja an ihrer ursprünglichen Lagerstätte nicht mehr vorhanden sein kann und dass das wenige, was zurückblieb, nun zum grossen Teil durch Erosion verschwunden ist.

Nicht nur die Sedimente der Stockhornfacies sind in jenem Gebiete erkannt worden, sondern auch von den im exotischen Material vorhandenen krystallinen Gesteinen ist fast alles in der centralen und südlichen Alpenregion nachweisbar vorhanden, aber leider auch meist durch Metamorphismus umgeändert. Granite, denen der Ormonts- und Niesenbreccien ganz ähnlich, finden sich daselbst ; die von der Albula und dem Julier sind ganz übereinstimmend. Gneisse, die ursprünglich Granite waren, warten noch der dahin bezüglichen Untersuchungen ; grüne Schiefer, ursprüngliche Porphyrite, auch Serpentine, einstige Gabbros, ja sogar ganz unveränderte basische Felsarten, finden sich im südlichen Alpengebiet massenhaft. Genaue Untersuchung dieser Gesteine und Vergleich mit dem exotischen Material der nördlichen Alpenzone, wird recht lohnende Arbeit für das künftige Geologengeschlecht abgeben.

III. Mechanismus der Ueberschiebung und Zusammenfassung.

Die Bewegung dieser Ueberschiebungsdecke ist als eine wirkliche Abrutschung zu bezeichnen, welche dadurch hervorgerufen wurde, dass die inneren tiefen Gebirgsfalten sich zusammenhäufte und eine vorerstige Erhebung des centralen Teiles der Alpen erzeugten. Einerseits durch die sich

anhäufenden Falten gedrängt, anderseits und vielleicht hauptsächlich der Schwerkraft folgend, hat sich das 300 Kilometer lange Band von Sedimenten langsam nach Norden abwärts bewegt. Der sich vorwärts bewegende Rand und wohl ein grosser Teil der Decke war vom Flyschmeer bedeckt und bewegte sich um so leichter. Abstürzende gewaltige Massen, teils Sedimente, teils mitgerissene Fetzen kristalliner Gebirgsteile, nährten die Flyschsedimentation mit Trümmern aller Art und jeder Grösse. So mögen auch die grossen Blöcke in die Mergellager des Flysch hinein geraten sein.

Wie leicht erklärt sich also der scheinbare Widerspruch der exotischen Gesteine, deren Einlagerung im Flysch, Transport durch strömendes Wasser aus der Ferne nicht zulässt. Die Gesteine *stammen wohl aus der Ferne, aber die Einführung in das Flyschmeer hat an Ort und Stelle stattgefunden*, weil der Schub durch Ueberschiebung, en bloc, geschah.

Die rutschende Bewegung wurde durch die Trümmersmassen der dolomitischen Kalke und Mergel und besonders durch die plastischen Anhydrit- und Gypslager der Trias bedeutend gefördert. Auch das Eintauchen der Ueberschiebungsmasse in das Flyschmeer musste die Reibung sehr vermindern und so die Bewegung erleichtern. Die Rauchwacken, welche zum Teil aus Dolomittrümmern bestehende Reibungsbreccien sind, markieren durch ihre oft ausserordentliche Anhäufung die Rutschflächen der Ueberschiebung.

Die Decke der Hornfluh- und Chablaisbreccie ist erst auf die Stockhorndecke geworfen worden, als diese schon am Rande der Alpen angelangt war. Diese zweite Decke enthält im Chablais grosse Massen von Granitgneiss, sicher vom Montblanc stammend. Sie ist also über das Montblanc-Massiv gewandert, *als die Hauptueberschiebungsdecke schon darüber weg war*, d. h. sie folgte der Letzteren. An ihrem Heimatsort muss ihre Lage auch *südwärts* der früheren Lagerstätte der normalen Stockhorn-Chablais-Sedimente gewesen sein.

Nach der Ueberschiebung haben noch die verschiedensten Nachwirkungen stattgefunden. Die Ueberschiebungsdecke, welche wohl schon beginnende Faltung aufwies, wurde zwischen den sich auftürmenden innern Hochgebirgsfalten und den angehäuften Flysch- u. Miocänmassen (besonders Nagelfluhmassive) zusammengedrückt. Es entstanden darin kleinere Ueberschiebungen nach beiden Richtungen mit sogenannter fächerförmiger *Schuppenstruktur*. Ueberzeugend in Hinsicht dieser nachträglichen Faltungen sind die Fetzen jurassischer

Hornfluhbreccie, welche in fast isoclinalen Eocänmulden eingeklemmt sind.

Die isoclinalen Falten der Hochalpen, besonders der Dent du Midi, waren wohl zum Teil schon gebildet, als die Stockhorndecke sich darüber hinweg, nordwärts bewegte. Sie haben sich aber dabei mehr als liegende Schlingen ausgebildet und wurden deutlich nordwärts, ja sogar abwärts geneigt durch dieses energische « Streicheln. »

Auch die bogenförmige Richtung der Falten der Stockhornzone erklärt sich auf diese Weise aufs schönste, weil die Decke hier mehr nach Norden vorgeschoben wurde. Gerade im Centrum des Faltenbogens erheben sich die Massive des Dent Blanche und des Monte Rosa, deren Auftauchen, mitten in der Zone der Glanzschiefer, einesteils das Abrutschen bedingt und zugleich auch das weitere Vorwärtsdringen der abrutschenden Decke verursacht haben muss.

Wahrscheinlich waren die nördlichen krystallinen Centralmassen noch nicht so hoch wie heute und wohl noch zum Teil mit Sedimenten bedeckt.

In ihrer neuen Heimat angekommen, ist die Ueberschiebungsdecke, besonders der Teil, wo die Hornfluhbreccienmasse aufsass, eingesunken, was das Untertauchen der liegenden helvetischen Schichten am Thunersee und an der Arve beweist. Beidseits dieser Thäler lag die überschobene Decke höher und die Erosion hatte leichteres Spiel; deshalb ist sowohl zwischen Aare und Rhein, als auch südwestlich der Arve, die Decke bis auf wenige Fetzen, die Klippen, verschwunden. Die Klippen selber, wie leicht ersichtlich, liegen auch in Synclinalfalten, also an tieferen Stellen, wo die Erosion sie verschonte.

Diese Auslegung, welche ich vor bald vier Jahren zum ersten Male kurz auszusprechen wagte, ist heute eine wirkliche Theorie, ein geotektonisches System geworden. Allerseits haben sich weitere Thatsachen herangedrängt, welche neue Beweise schafften. Ja selbst Gegner, welche anfänglich fast spöttelnd von der « Verfrachtungstheorie » sprachen, haben durch ihre eigene Arbeit statt Gegenbeweise nur neue Stützpunkte aufgebracht. Ich habe die Freude heute, sagen zu können, dass alle diejenigen, welche im besprochenen Gebiete selbst gearbeitet haben, die gegebene Erklärung ohne Ausnahme angenommen haben oder doch nichts dagegen einwerfen können, als die Neuheit derselben.

Die Erscheinung einer über 300 Kilometer langen Sedi-
mentdecke, welche, vom Innern der Alpen kommend, sich

60-80 Kilometer weit nach Norden bewegt, ist allerdings grossartig, aber sie hat dennoch einen sehr *einfachen Mechanismus* zur Grundlage. Die dadurch zur Lösung gebrachte Aufgabe ist gewiss eine der schönsten und hinreissendsten, welche je dem menschlichen Scharfsinn zu ergründen gegeben wurde.

Wie wir gesehen haben, erklärt diese Auslegung, mit *einem Schlage*, alle anfänglich so schwierigen Fragen, nämlich :

1. Den stratigraphischen Contrast ;
2. Den tektonischen Contrast der ganzen Zone, sowie
3. Die Klippen ;
4. Die zweite Ueberschiebung der Hornfluhbreccienmasse und deren Klippen ;
5. Die exotischen Blöcke und Flyschbreccien und die Flyschfacies überhaupt.

Eine Nebenwirkung ist wohl durch das schon erwähnte Einsinken der überschobenen Gebirgsmasse zwischen Aare und Arve entstanden. Diese Einsenkung nämlich hat das allgemeine Einsinken der Alpenkette hier lokal verstärkt; deshalb ist auch der Lemensee viel tiefer als alle übrigen nordalpinen Randseen. Dann hat sich dieselbe Einsenkung auch bis an den Jura ausgedehnt und dort zur Entstehung der bis jetzt unerklärten drei Juraseen Veranlassung gegeben, welche auf den Flussläufen der Ziel, der Mentue, der Broie und der Glane entstanden sind ; auch der Genfer Golf des Lemensees ist als Jurasee aufzufassen und verdankt derselben Einsenkung sein Dasein ; ohne dieselbe würde der Leemensee nur bis Rolle und Yvoire reichen.

Die weitere Beweislegung meiner Theorie wird noch zahlreicher Beiträge sich zu erfreuen haben. Doch wäre es unrecht, hier nicht derer zu gedenken, welche durch ihre Vorarbeiten, sowohl in unserm Vaterlande, als in andern Ländern, die Grundlage zur Aufstellung dieser Demonstration gelegt haben.

Ich erwähnte bereits STUDER, welcher schon anno 1825 die Frage nach der Herkunft der fremden Gesteinstrümmen stellte und eine Lösung des Rätsels andeutete. In seiner Geologie der Schweiz begründete er die Annahme eines dem jetzigen Alpenrande vorgesetzten Randgebirges, welches durch Ueberschiebungen von Süden her verdeckt wurde, eine Hypothese, welche später (1863) von BACHMANN weiter begründet und

präzisiert wurde. Die Studersche Hypothese wurde von mir im Jahre 1891 in einer gekrönten Preisschrift der Schläfli-stiftung weiter entwickelt, in welcher Schrift zum ersten Male die Entstehung der Flyschbreccien mit Ueberschiebungen in kausalen Zusammenhang gebracht und die Zubehör der Klippen, als lose Schollen, zur Stockhorn-Chablaiszone hervorgehoben wurde. Das vindelizische Gebirge Gumbels ist nichts anderes als das Studersche Randgebirge. Die meisten neuern Geologen haben mehr oder weniger den gleichen Ton angeschlagen (so MICHEL-LÉVY, MAILLARD, RENEVIER und LUGEON für das Chablaisgebiet, QUEREAU und SCHMIDT für die Klippen); letztere hingegen glaubten Ueberschiebungen von Norden her annehmen zu müssen.

Herr MARCEL BERTRAND, indem er eine westliche Fortsetzung der Glarner Doppelschlinge suchte, glaubte die Stockhorn-Chablaiszone hineinziehen zu müssen. Ohne das Gebiet bereist zu haben, vermutete er in den mesozoischen Ketten daselbst « lambeaux de recouvrement » (Klippen), Reste einer westlichen Ausbreitung der Glarnerfalte, ohne jedoch an der so totalen Faciesverschiedenheit Anstoss zu nehmen. Jetzt noch, nach mehrmaligem Besuche des Chablaisgebietes, ist Bertrand von dem Zusammenhang der Stockhorn-Chablaiszone mit ihrer östlichen und westlichen Fortsetzung überzeugt; er glaubt an einen Uebergang zwischen der Stockhornfacies und der helvetischen Facies und an eine Verbindung der beidseitigen Falten.

Sind es einerseits die Arbeiten Bertrands über die Ueberschiebungsfalten in Südfrankreich, welche mir den Anlauf gaben zur Aufstellung einer Theorie, welche die kühnsten Vermutungen des Meisters weit überschreitet, so ist es anderseits das Verdienst Studers, die eigentliche Grundlage dazu gelegt zu haben, indem er das Problem schon vor mehr als 50 Jahren stellte und eine Erklärung gab, welche als ein Glanzpunkt in der Erforschung des Gebirgsbaues unseres Vaterlandes dasteht, ein Beweis des aussergewöhnlichen Scharfsinns des Begründers der alpinen Geologie.

Trotz ihrer scheinbaren Beschränkung auf die verschwindend dünne uns zugängliche Erdkruste, hat die Geologie doch mit allen Wissenschaften das gemein, dass das Gebiet des noch Unergründeten auch hier ins Unendliche sich ausdehnt.

