

# Über die Gleitformung der Glarner Alpen

Von

Otto Ampferer

korr. Mitglied d. Akad. d. Wiss.

(Mit 6 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. März 1934)

Die geologische Erforschung der Glarner Alpen ist in ihrem Fortschreiten schon mehrmals für die Auffassung der ganzen Alpen-tektonik von Bedeutung gewesen.

Ich erinnere hier nur kurz an die Frage der Glarner Doppelfalte, an das Werk von Albrecht Heim »Mechanismus der Gebirgsbildung«, an die Frage des Lochseitenkalkes, an die Deutung von M. Bertrand, E. Sueß und M. Lugeon als Einheitsfalte, an die Deutung von A. Rothpletz als mehrfache Schubmassen, an die Ausführungen von Arnold Heim über die Brandung der Überfaltungsdecken an dem Nagelfluhgebirge.

Nun sind die Glarner Alpen durch das soeben erschienene Werk von J. Oberholzer neuerdings in den Vordergrund des tektonischen Interesses und in vielfach neue Beleuchtungen gerückt.

Das Werk von J. Oberholzer über die Geologie der Glarner Alpen stellt ein Lebenswerk im besten Sinne dieses Wortes vor, ebenso ausgezeichnet durch Reichhaltigkeit des Inhaltes, Genauigkeit und vorzügliche graphische Erläuterung.

Die wunderbaren Berggestalten der Glarner Alpen sind durch die Arbeit von J. Oberholzer in ihrem geologischen Aufbau derartig durchsichtig geworden, als wenn sie auf einmal in Bergkrystalle verwandelt wären.

In der Deutung der tektonischen Zusammenhänge hat sich aber J. Oberholzer nicht wesentlich von den Auffassungen seines Lehrers und Führers Albert Heim entfernt.

Er hält die Decken der Glarner Alpen für Gebilde einer Überfaltung, deren Wurzeln an der Südseite des Aarmassivs zu suchen sind.

Ich habe in den Jahren 1932—1933 den Südabfall der Glarner Alpen an der Hand der Karte von J. Oberholzer kennen gelernt.

Meine Felderfahrungen und vor allem das eingehende Studium des Werkes von J. Oberholzer haben mich nun zu einer anderen Deutung der tektonischen Verbände geleitet, über die ich im folgenden kurz berichten will.

Nach meiner Einsicht sind die Decken der Glarner Alpen nicht durch Überfaltung, sondern durch Abgleitung an ihre heutige Lagerstätte gekommen.

Sie liegen als Gleitdecken auf einer alten Erosionsfläche, welche sie mechanisch zu einer glatten Fahrbahn umgeformt haben. Die sogenannte eingewickelte »Wildflyschdecke« ist ebenfalls eine Gleitdecke, jedoch eine ältere, welche zur Zeit der Einfuhr der jüngeren Massen bereits mit ihrem Untergrund verfaultet und auch schon von der Erosion angeschnitten war.

Ich habe für diese Behauptungen folgende Beweise vorzulegen. Die Bahnfläche, auf welcher die Decken der Glarner Alpen ruhen, zeigt in allen Querschnitten eine glatte, weitgespannte Wölbung, welche sich von der Scheitelzone des Aarmassivs nach N absenkt, eine breite, tiefe Mulde bildet und jenseits auf die Höhe der Molasseberge emporsteigt.

Wie der beiliegende Querschnitt (Fig. 1) nach J. Oberholzer zeigt, sind die Dimensionen dieser Bahnkrümmung durch folgende Maße bestimmt.

Die Bahnlänge beträgt von S → N zirka 35 km, das Gefälle vom Scheitel bis zur Mulde zirka 4 km, die Gegensteigung zirka 2 bis  $2\frac{1}{2}$  km.

Wenn man vom Scheitel über diese Bahn eine Kugel herabrollen läßt, so kann dieselbe mit ihrem Schwunge die Gegensteigung spielend überwinden. Dasselbe dürfte auch für einen Bergsturz oder eine Gleitmasse gelten. Nach den Angaben von J. Oberholzer ist diese Bahnfläche verhältnismäßig fein geglättet.

Dabei schneidet sie aber sowohl die Schichten in ihrem Liegenden wie auch in ihrem Hangenden vielfach scharf diskordant ab. Es ist dies ein tektonisch wichtiger Befund, mit dem wir uns eingehender zu beschäftigen haben.

Die Bahnfläche schneidet die Grundgebirgsschichten am tiefsten auf dem Scheitel und an dessen Südseite ab. Hier fehlen die jüngeren Schichten des Tertiärs. Erst an der Nordseite des Aarmassivsscheitels stellen sich dann die tertiären Ablagerungen in großen Massen ein,

Auch diese werden von der Bahnfläche abgeschragt.

Diese Verhältnisse ändern sich erst im aufsteigenden Teil der Bahnfläche. Hier tritt an Stelle der Abscherung eine Anschoppung.

Wir sehen, wie hier auf die Molasseberge Massen von heftig verschupptem Wildflysch aufgeschoben sind und erst darüber die geschlossenen Decken lagern.

Während also an der Fahrbahn im S Abscherung erfolgte, trat im Bereiche der Gegensteigung Anschoppung ein. Die Erkenntnis, daß die Decken der Glarner Alpen zum Teil noch auf die bereits gefaltete und tief erodierte Molassezone aufgefahren sind, hat Arnold Heim schon im Jahre 1906 ausgesprochen und dafür den guten Ausdruck »Brandung der Alpen an dem Nagelfluhgebirge« eingeführt.

Merkwürdigerweise ist diese wichtige Erkenntnis in der Schweiz für die Auflösung des Alpenbaues nicht weiter verwertet worden.

Wenn aber das Nordende unserer Bahnfläche auf einer alten Relieffläche liegt, so kann auch der mittlere und südliche Teil nichts anderes als eine mechanisch umgeformte alte Landfläche sein.

Wäre das Gebiet der Glarner Alpen zur Zeit der Deckenfahrt ein vom Meere bedeckter Sedimentraum gewesen, so hätte sich hier keine glatte und so schön gewölbte Fahrbahn herausbilden können. Die Gleitdecken würden sich im Gegenteil in die weichen Schichten nur eingefurcht und eingebohrt haben.

Außerdem wissen wir, daß über die Füllung des Glarner Tertiärmeeres schon vor Bildung unserer Fahrbahn die Decke des Wildflysches eingeglitten war.

Diese Decke des Wildflysches liegt aber zu ihrem Untergrund ebenfalls schon diskordant. Also war der Untergrund bereits vor diesem Ereignis hier erodiert.

So kommen wir zu der Anschauung, daß die große Bahnfläche der Glarner Alpen aus einer weitgedehnten älteren Landoberfläche hervorgegangen ist, welche durch die Einfahrt der schweren Massen geglättet worden ist.

Wenn wir nur einen Blick auf die Struktur der Bewegungskörper werfen, welche auf der eben beschriebenen Fahrbahn lagern, so können wir unschwer folgende Beobachtungen machen.



Fig. 1. Querschnitt durch die Glarner Alpen nach J. Oberholzer.

1 = Glarner Decke, 2 = Mütschendecke, 3 = Säntisdecke.

Der Querschnitt soll den wunderbaren Schwung der Fahrbahn zeigen, auf welcher die Gleitdecken der Glarner Alpen liegen. Die Krümmung dieser Fahrbahn ist so zweckmäßig eingerichtet, daß eine nachträgliche Verbiegung unwahrscheinlich ist.

Wir haben also die Urkrümmung der Fahrbahn vor uns.

Die der Fahrbahn auflagernde Bewegungsmasse ist nicht einheitlich, sondern deutlich in eine Reihe kleinerer Einheiten zerlegt. Diese Einheiten sind heute von den Schweizer Geologen sorgfältig gegeneinander abgegrenzt und mit eigenen Namen bezeichnet worden.

Die Ausdehnung der einzelnen Teilmassen ist nicht sehr bedeutend.

Insbesondere fällt die Dünne der Decken im Verhältnis zu ihrer Breite und Länge auf.

Einer Breite von etwa 35 km entspricht nur eine Mächtigkeit von etwa 1 bis 2 km.

Das ist außerordentlich wenig.

Die ausgedehnteren Decken besitzen im allgemeinen auch größere Dicke.

Ein weiterer wichtiger Befund ist die Erkenntnis, daß sich alle Decken der Glarner Alpen in normaler Schichtstellung befinden.

Überkipnungen stellen sich lediglich in den Stirneinrollungen der Gleitkörper ein.

Diese Einrollungen besitzen an ihrer Basis durchaus scharfe Abscherungen.

Dieser rein statistische Befund der normalen Lagerung der Bewegungskörper macht die Ableitung derselben aus liegenden Falten zur Unmöglichkeit.

Wären die Decken Reste von liegenden Falten, so müßten verkehrtliegende Serien weit häufiger sein.

Das ist nach den sorgfältigen Aufnahmen von J. Oberholzer bestimmt nicht der Fall.

Ein weiteres Ergebnis von großer tektonischer Bedeutung ist das Vorherrschen von flachen Schichtlagerungen in allen Decken.

Für diese auffallend flache Durchschnittslage der Schichten in den Bewegungskörpern gibt es nur eine zutreffende Erklärung.

Diese Schichten können weder in ihrer Heimat, noch auf der Fahrt in ihren derzeitigen Lagerraum stärkere allgemeine Durchfaltung erlitten haben. Daher können diese Schichtmassen nur durch Schiebung oder Gleitung von ihrer Heimat in die Glarner Alpen gebracht worden sein.

Bei der Herstellung von so großen Falten müßten ja die Schichten beim Übergang von dem normalen in den überkippten Schenkel eine Bugstelle passiert haben. Dies ist aber ohne gewaltige Verbiegungen und Zerbrechungen unausführbar. Solche Deformationen könnten nicht mehr verwischt werden.

Der Transport der Massen kann also nur in der Form von Schiebung oder Gleitung vor sich gegangen sein. Beide Bewegungsarten brauchen die normale Lagerung und Beschaffenheit der von ihnen ergriffenen Schichten nicht zu stören.

Eine Entscheidung, ob die Decken in der Form von Schiebung oder in jener von Gleitung bewegt wurden, ist nicht so einfach zu treffen.

Die Frage, ob in den Glarner Alpen auf der großen Fahrbahn Schub- oder Gleitdecken liegen, ist indes von großer tektonischer Tragweite.

Handelt es sich um Schubmassen, so können dieselben aus dem Gebiete südlich des Aarmassivs emporgeschoben worden sein.

Handelt es sich aber um Gleitmassen, so brauchen dieselben an der Südseite des Aarmassivs nicht nur eine entsprechende Heimatstelle, sondern auch noch ein entsprechendes Abfahrtsgefälle.

Für die Unterscheidung zwischen Schub- und Gleitdecken können wir weitere Einblicke vor allem aus den Detailstrukturen am Nordende der Decken erwarten.

Bei einer Aufschiebung besteht im allgemeinen zwischen dem Gefälle der Fahrbahn und den darauf bewegten Massen nicht jener enge Zusammenhang wie zwischen Gleitbahn und Gleitmasse.

Die Gleitmasse erfährt ja ihre ganze Belebung aus der Neigung der Bahn und ihre Abbremsung aus Gefällsverlusten und Reibungszuwachs.

Bei einer Schubmasse kann die wirksame Kraft eine weit größere sein, so daß ihr Fortschreiten von der Neigung und Reibung unabhängiger wird.

Wenn wir die Profile der Glarner Alpen auf diese Fragestellung hin prüfen, erhalten wir etwa folgende Ergebnisse.

Aus den Neigungsverhältnissen an der Nordseite des Aarmassivs kann man zunächst schließen, daß mit der Umkehr der Neigung auch eine Änderung in der Struktur der vorliegenden Decken Hand in Hand geht.

Die großen Massen des Verrucano bleiben z. B. zurück und nur die obersten Schichten branden auf der Gegensteigung aufwärts.

Dieses Teilungsverhältnis ist bei einem Gleitvorgang leicht verständlich. Bei einer Aufschiebung ist jedoch zu einem derartigen Voreilen der Hangendschichten keine Ursache.

An der Stirne einer ansteigenden Schubmasse haben wir im Gegenteil eine Zusammenstauung und Zerknitterung der Schichten, also Steilfaltung und Pressung zu erwarten.

Am Nordrand der Glarner Alpen begegnen wir keinen solchen Strukturen einer Steilpressung und gewaltsamen Hemmung, vielmehr einem Übereinanderlaufen von schmalen und flachliegenden Decken.

Das sind lauter Anzeichen einer freien und wunderbar lebendigen Bewegtheit, eines lebhaften Vorwärtsflutens, welche nicht mit der Vorstellung des Vorrückens einer schweren Schubmasse zu verbinden sind.

Dieses Bild einer gesteigerten Zerlegung in viele kleine, beschwingte Einheiten paßt nicht an die Stirn einer Aufschiebung, sondern nur an die von Gleitmassen.

Die Vorstellung einer Verfingerung der Stirne einer großen Falte oder einer Schubmasse trifft nicht das Wesen dieses Baustiles.

Jede dieser Decken hat ihre eigene Rollstirne und ihre eigene Fahrbahn.

Diese Fahrbahnen vereinigen sich nicht, sondern bleiben durchaus getrennt.

Entlang der Fahrbahnen erkennen wir hin und hin die Spuren scharfer Abscherungen.

Wären die übereinander liegenden Decken nur Verfingerungen einer großen Masse, so wären diese großen Abscherungen unbegreiflich.

Zu ihrer Erklärung ist man gezwungen, eine relativ lange Wegstrecke mit großer Reibung einzuschalten. Auf einer kurzen Strecke können so große Fehlbeträge weder durch Abscherung noch durch Auswalzung entstehen.

Die einzelnen Decken müssen also beträchtliche Wege in selbständiger Verfassung zurückgelegt haben.

Die Fehlbeträge an der Basis einer oberen Decke müssen sich entweder als Überschüsse in der darunter befindlichen Decke feststellen lassen, oder als Produkte einer Abschleifung, welche über eine große Fläche verteilt sein können. Bei einer solchen Verteilung der Abschleiftrümmer über eine große Fläche können dieselben wegen ihrer Geringfügigkeit und Unregelmäßigkeit leicht unserer Beobachtung entgehen.

Außerdem können solche Gesteine, die unter großem Druck und starker Erwärmung bearbeitet wurden, leicht Änderungen ihrer Beschaffenheit erleiden, welche die Erkennung ihrer Herkunft erschweren.

In den Glarner Alpen ist der sogenannte Lochseitenkalk weithin an der Sohle der großen Verrucanomassen eingeschaltet. Nach seiner enormen inneren Durchknetung und Streckung dürfte der Lochseitenkalk hieher gehören.

Bekanntlich hat Albert Heim schon vor langer Zeit die hohe tektonische Funktion dieses Gesteines richtig erkannt. Nach seiner Auffassung sollte derselbe den ausgewalzten Mittelschenkel der Glarner Doppelfalte bedeuten. Nachdem die Glarner Doppelfalte aufgegeben wurde, ist der Lochseitenkalk nun zum ausgewalzten Mittelschenkel der Einheitsfalte geworden.

Wenn man auf dem Standpunkt steht, daß die Decken der Glarner Alpen aber Gleitdecken sind, muß man auch für den Lochseitenkalk eine andere Erklärung suchen. Der Lochseitenkalk kann das Produkt einer enormen Auswalzung von Kalken sein, welche ursprünglich in das Liegende der Decken, also zur Sedimenthülle des Aarmassivs gehörten.

Diese Deutung, daß das Material des Lochseitenkalks aus der Sedimenthülle des Aarmassivs stammt, hat der junge Schweizer Geologe M. Blumenthal bereits im Jahre 1910 auf seinen Profilen durch die Ringelspitze und den Flimserstein zur Darstellung gebracht.

Nach seiner Zeichnung würde der Lochseitenkalk unter dem Verrucano der kühnen Ringelspitze unmittelbar aus dem Malmkalk der liegenden Tscheppfalte und jener unter dem Verrucano des Flimsersteins aus Schrattenkalk durch Auswalzung entsprungen sein.

Nach J. Oberholzer trifft dies nicht zu, weil sich sowohl an der Ringelspitze als auch am Flimserstein noch jüngere Schichten dazwischen schieben.

Damit ist jedoch die Möglichkeit einer Ableitung des Lochseitenkalks aus Gesteinen des Liegenden nicht ausgeschaltet.

Der Lochseitenkalk dürfte aber wahrscheinlich von noch weiter südlich gelegenen Kalken des Untergrundes abstammen. Seine Masse ist im Verhältnis zu den über ihm lastenden Bewegungsmassen sehr bescheiden.

Merkwürdigerweise tritt er nur unter den großen Verrucanomassen auf.

Vielleicht war dieses oft sehr rauhe Gestein besonders geeignet, Material aus dem Untergrund aufzuschürfen und mitzureißen. Eine weitere Merkwürdigkeit besteht dann darin, daß zwischen dem liegenden Verrucano der Glarner Decke und dem aufgeschobenen Verrucano der Mürtschendecke der Lochseitenkalk vollständig fehlt.

Die große Verrucanomasse der Glarner Alpen ist nicht einheitlich, sondern auf zwei Decken, Glarner und Mürtschendecke verteilt.

Die Zerteilung in diese zwei Decken ist keine gleichmäßige.

Die trennenden Fahrbahnen sind auch mit der Hauptbahn nicht parallel.

Sie weichen im Gegenteil von der Hauptbahn ganz wesentlich ab, indem sie viel stärker gekrümmte Auf- und Abstiege beschreiben.

Eine Zerlegung der Kernmasse des Glarner Verrucano ist ja auch vom Standpunkt der Auffassung als liegende Falte zu erwarten.

Diese Zerlegung müßte aber einen aufrechten, hangenden Schenkel von einem verkehrten, liegenden trennen.

Die tatsächlichen Zerlegungen trennen aber zwei aufrechte Schichtfolgen und beweisen dadurch, daß diese Verrucanomassen keine Faltenkerne sind.

In allen zwei Decken liegt der Verrucano in aufrechter Stellung vor.

Nun tritt der Lochseitenkalk, soweit ich die Verhältnisse kenne, nur entlang der Hauptbahnfläche auf (Fig. 2).

Die Teilungsbahnen zwischen Glarner- und Mürtshendecke verlaufen nun nach J. Oberholzer derart, daß sie auf große Strecken

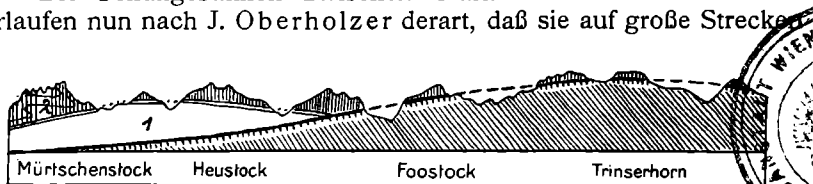


Fig. 2. 1 = Glarner Decke, 2 = Mürtshendecke.

Die Zahnlinie soll die Lage des Lochseitenkalkes entlang der Hauptfahrbahn vorstellen. Die Fahrbahn zwischen Glarner und Mürtshendecke ist durch eine Doppellinie bezeichnet. Hier fehlt der Lochseitenkalk. Daher ist diese Fahrbahn älter und wird von der jüngeren Hauptfahrbahn abgeschnitten.

mit der Hauptfahrbahn zusammenfallen und sich dann wieder darüber erheben.

Dieses Verhältnis der Bahnflächen zueinander vermittelt uns folgende Einsicht in den Ablauf der Bewegungen.

Die Mylonitbildung des Lochseitenkalkes begleitet ausschließlich die Hauptfahrbahn und stellt sich hier unmittelbar unter dem Verrucano, und zwar sowohl der Glarner als auch der Mürtshendecke, ein.

Wie ist es nun aber zu erklären, daß der Lochseitenkalk, welcher die Hauptfahrbahn begleitet, nirgends den Teilungsflächen zwischen Glarner und Mürtshendecke folgt?

Dafür gibt es nur eine Erklärung.

Die Mylonitbildung des Lochseitenkalkes ist jünger als die Zerteilung des Verrucano in Glarner, Mürtshen- und Axendecke.

Diese Decken waren also schon voneinander abgespaltet, als sie ihre gemeinsame Einwanderung in die Glarner Alpen vollzogen. Der Lochseitenkalk erhielt aber erst bei dieser Einwanderung seine tektonische Prägung.

Wir stehen also hier vor dem tektonisch sehr interessanten Fall, daß eine ältere, tiefgreifende Zerteilung in Schub- oder Gleitdecken von einer jüngeren Großbewegung neuerdings ergriffen und ziemlich unversehrt weithin vorwärts getragen wurde.

Bei den höheren Decken der Glarner Alpen versagt das Hilfsmittel des Lochseitenkalks zur Trennung von verschiedenartigen Bewegungen, weil weder dieses Gestein, noch ein Stellvertreter desselben vorhanden ist.

Man kann aber auch unter Umständen aus der genaueren Betrachtung der hier vielfach sehr gut erhaltenen Stirneinrollungen weitere tektonische Einblicke gewinnen.

Die Stirneinrollungen, welche die Decken der Glarner Alpen an ihrem Vorderrand aufweisen, sind sämtlich keine einfachen Umbiegungen der Schichten, sondern zeigen meist außerordentlich kräftige Verdickungen und Verdünnungen ihrer Gelenke.

Fig. 3 führt ein Beispiel solcher Stirneinrollungen nach den Angaben von J. Oberholzer vor.

Wir erkennen an diesen Gebilden zunächst einmal eine sehr weit gediehene Anpassung des Schichtmaterials an die hier jeweils

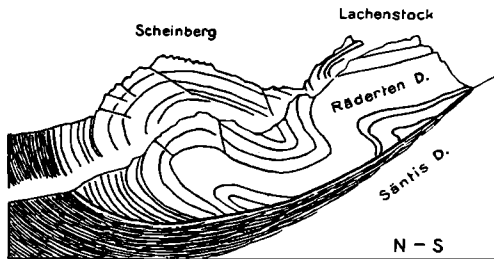


Fig. 3. Muster einer Stirneinrollung nach J. Oberholzer.

Verdickungen, Verdünnungen, Klüftungen liegen hier genau an den richtigen Stellen der Biegeform. Diese Form hat daher keine weitere Durchrollung mitgemacht. Sie ist dann als »fertiges Modell« bei der Bewegung auf ihrer Fahrbahn abgeschliffen worden.

vorliegenden Biegeformen. Die Schichten sind an den Sätteln verdickt und an den Schenkeln verdünnt. Die Zerklüftungen an den Bugstellen starrer Gesteine passen genau zu der derzeitigen Bogenform.

Eine solche genaue Anpassung des Materials an die Bugformen ist nur bei einer erstmaligen Verbiegung von unversehrten Schichten möglich.

Aus einem bereits einmal verbogenen oder von der Erosion zerschnittenen Schichtmaterial kann man unmöglich Formen mit so genauer Inhaltsanpassung bilden. Es ist dies eine Gesetzmäßigkeit der ersten Durchbiegung des Schichtmaterials.

Dieser strenge Zusammenhang zwischen Inhalt und Biegeform ist tektonisch sehr wichtig.

Mit seiner Hilfe kann man unter günstigen Umständen entscheiden, ob eine tektonische Form an Ort und Stelle gebildet wurde oder schon als »fertiges Modell« her transportiert wurde.

Eine weitere Untersuchung dieser stark einseitig übertriebenen Form führt uns dann zu der Einsicht, daß solche Formen gerade



wegen ihrer Übertriebenheit die Fähigkeit zu einer gleichsinnigen Weiterbildung verlieren.

Durch die starke Verdickung der Gelenke sinkt die weitere Biegefähigkeit derselben sehr rasch.

Ebenso verlieren zu sehr verdünnte Mittelschenkel ihren Zusammenhang.

Es wird klar, daß sowohl durch übermäßige Verdickung als auch durch Verdünnung die Gelenke einer Faltung die Fähigkeit zur weiteren Ausübung ihrer Funktionen einbüßen. Geht der faltenschaffende Vorgang weiter, so werden diese unbrauchbar gewordenen Gelenke ausgeschaltet.

Die häufigste Form dieser Ausschaltung besteht in der Bildung von neuen Falten an Stellen, wo die Schichten dafür noch unverdorben sind.

So können immer neue Schichtteile herangezogen werden, bis sich ihr Vorrat erschöpft oder die Faltung zum Stillstand kommt

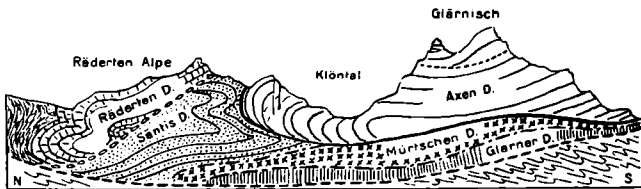


Fig. 4. Bewegungsplan vereinfacht nach J. Oberholzer.

Die Axendecke liegt mit ihrer Rollstirne in einer breiten Furche und hat den Erosionsrand der Säntisdecke vor sich hergeschoben. Durch die spätere Einfahrt der Rädertendecke wurde die Säntisdecke dann überkippt und abgeschert.

Eine andere ebenfalls häufige Form der Ausschaltung der zu dick geschwollenen Gelenke ist die Verknüpfung der zerrissenen Mittelschenkel zu zusammenhängenden Gleitflächen. Wenn wir diese Einsichten für eine Prüfung der Faltformen am Nordende der Decken der Glarner Alpen verwenden, so kommen wir zu folgendem Ergebnis.

Die Falten der Decken sind zu großem Teil aus vorher ungefaltetem Schichtmaterial hergestellt worden. Wir haben also erstmalige Verbiegungen vor uns.

Der Betrag dieser Verbiegungen ist nicht bedeutend, da die Stirngelenke keine längere Durchrollung erlitten haben.

Die Wanderung der Deckenstirnen kann daher nicht auf dem Wege der Überfaltung geschehen sein.

Wenn die Decken trotzdem große Wanderungen ausgeführt haben, so können die Stirnen dies nur als bereits fertige Modelle mitgemacht haben.

Für diesen Vorgang spricht das Auftreten von großen Abscherungen an den Fahrbahnen.

Über diese Bahnen wurden also die fertigen Stirnen noch weiter getrieben, wobei sie große Verluste durch Abschleifung erlitten.

Es gibt unter den Decken der Glarner Alpen auch Formen, welche für eine Verschiedenartigkeit der Einfuhr sprechen.

Ein prachtvolles Beispiel dieser Art ist der Einsatz der Stirne der Axendecke an der Nordseite des Glärnisch.

Die Stirne der Axendecke (Fig. 4) stellt sich hier nach J. Oberholzer als machtvolle Einrollung mit scharfer Abscherung dar.

Dies ist jedoch nur der normale mechanische Zuschnitt einer Gleitdecke.

Was aber die Axendecke hier auszeichnet, ist ihr besonderes Verhältnis zu der unter ihr liegenden Säntis- und Mürtshendecke.

Die Stirne der Axendecke liegt nämlich in einer tiefen Furche der Säntisdecke.

Für diese Erscheinung, daß gerade die Stirne der Axendecke in einer Lücke der tieferen Decke endigt, gibt es zwei Deutungen.

Entweder liegt hier eine Erosionsfurche vor, welche die Axendecke zum Anhalten zwang, oder die anfahrende Axendecke hat die Schichten der Säntisdecke aufgeschärft und vor sich hergeschoben.

Tatsächlich ist nun an der Nordseite der Stirn der Axendecke eine seltsame Aufstauung und Überkippung von Schichten vorhanden, die in der Furche fehlen.

Denkt man sich aber diese Schichten wieder in die Lücke zurückgebogen, so erkennt man, daß sie zur Ausfüllung bei weitem nicht reichen.

Es muß also doch vor der Einfahrt der Axendecke ein starker Eingriff der Erosion erfolgt sein.

Die einfahrende Axendecke hat dann diese Furche durch das Überkippen des Erosionsrandes der Säntisdecke noch verbreitert. Aber erst die Räderten- und Drusbergdecke vermochten dieses Hindernis zu überfahren.

Wenn wir den Stirnrand der Axendecke weiter gegen W verfolgen, so gelangen wir an den tiefen Einschnitt des Vierwaldstätter Sees. Der südlichste Teil dieses Sees (Urner See) liegt bereits im Gebiete der Axendecke.

Es ist nun von hohem Interesse, daß hier A. Buxtorf schon im Jahre 1907 in dem Führer zu den Exkursionen der Deutschen Geologischen Gesellschaft zwei Profile durch die Axendecke zu beiden Seiten des Urner Sees veröffentlicht hat, in denen die Stirne der Axendecke in einer alten Erosionsfurche steckt.

Nach der neuen Übersichtskarte der Schweiz von W. Staub läßt sich die Axenstirne auf eine Länge von zirka 75 km verfolgen. Ebenso lang dürfte wohl auch die Erosionsfurche gewesen sein, die dem Vordringen dieser Decke Halt gebot.

Wenden wir nun unseren Blick gegen S, so sehen wir, daß die Gleitdecken die Scheitelhöhe des Aarmassivzuges überschreiten und jenseits in die Tiefe sinken.

Diese Überschreitung geht noch in glatter, weitgespannter Fahrbahn vor sich.

Dann aber tritt plötzlich eine Knickung der flachen Bahnfläche ein und sie versinkt in steiler Neigung unter die Oberfläche.

Wir wollen nun diese auffallende Knickstelle näher betrachten. Man kann dieselbe nur in dem Gebiete westlich vom Flimser Bergsturz beobachten.

Ich habe die Knickstelle im Gebiete der Alpe Sagens an der Nordseite von Crap San Gion begangen.

Fig. 5 gibt den Ortbefund wieder, aus dem hervorgeht, daß hier entweder eine Verwerfung oder ein alter Erosionsrand vorliegt.

Mit einem einfachen Darüberbiegen der großen Fahrbahn kann man diese Stelle nicht erklären.

Der Winkel der Abknickung beträgt bei Alp Sagens zirka  $50^\circ$ . Ich schließe daraus, daß wir hier nicht eine ursprüngliche Steilbiegung

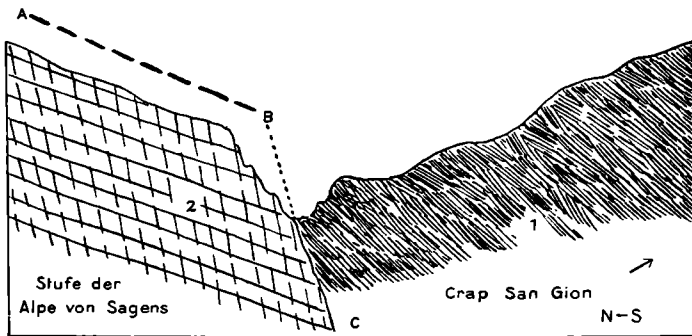


Fig. 5.

- 1 = sehr verschuppte Massen von schiefrigen Verrucanogesteinen,  
 2 = regelmäßig zerklüftete Kreidekalke,  
 A—B = Hauptfahrbahn der Glarner Decken,  
 B—C = jüngere, steile Störung, an welcher die Hauptfahrbahn versenkt wurde.

unserer Fahrbahn, sondern eine nachträgliche Störung derselben vor uns haben.

Zugleich mit der Steilstellung der Fahrbahn setzt nun hier eine enorme Anhäufung von Verrucano ein. Seine Mächtigkeit erreicht bei Illanz zirka 5 km.

Dabei läßt sich diese riesige Masse nach J. Oberholzer längs einer Bahnfläche in einen tieferen Anteil der Mürtischendecke (vorherrschend Tonschiefer-Serizitschiefer) und einen höheren Anteil der Axendecke (vorherrschend Konglomerate-Breccien) zerlegen.

Man hat bisher diese gewaltigen Anhäufungen von Verrucano als Kerne der Überfaltungsdecken der Glarner Alpen gedeutet. Diese Deutung ist nicht zutreffend.

Zunächst besitzen die Verrucanomassen des Vorderrheins nicht den Bau von Sätteln. Dann sind dieselben genau so von Bewegungsflächen geteilt wie weiter im N.

Verkehrte Schenkel lassen sich nicht feststellen. Außerdem würde zu einer so gewaltigen Ausquetschung wohl nichts weniger passen als eine gleichzeitige enorme Verdickung der Kerne.

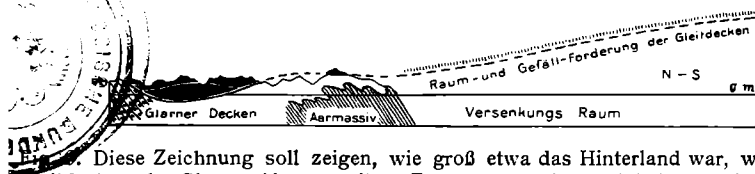
Läßt man aber diese Vorstellung als unmöglich fallen, so kann man aus den naturgegebenen Verhältnissen nur den Schluß ziehen, daß hier die Gleitmassen der Glarner Alpen in die Tiefe versenkt wurden. Diese Versenkung muß riesige Dimensionen umfassen.

Wir können von ihrer Größe eine ungefähre Vorstellung gewinnen, wenn wir uns die Gleitdecken wieder in ihr heute versunkenes Heimatfeld zurückverlegt denken.

Die Ausdehnung der heute noch in den Glarner Alpen erhaltenen Gleitdecken beträgt in der Richtung von S gegen N etwa 35 km.

Man darf bei dieser Berechnung nur die Ausdehnung der Verrucanomassen voll in Betracht ziehen, da die höheren Decken mit ihren jüngeren Schichten ja aus sekundären Abgleitungen von den Verrucanomassen entstanden sein können.

Da wir aber in der Tiefe des Vorderrheintales bestimmt noch nicht am Süden der Gleitdecken stehen, so dürfte ein Betrag von



Diese Zeichnung soll zeigen, wie groß etwa das Hinterland war, welches die Gleitdecken der Glarner Alpen zu ihrer Entstehung gebraucht haben und das später vollständig versenkt worden ist.

40 bis 50 km für die einstige Breite ihres Heimatfeldes wohl kaum zu viel sein. Für die Länge dieses Feldes kommen Beträge von etwa 250 km in Betracht.

Wir stehen also vor einer sehr großen Raumforderung der Gleitdecken (Fig. 6).

Aus der Tatsache, daß zu den Gleitmassen der Glarner wie auch zu allen anderen Gleitmassen an der Nordseite der Alpen die zugehörigen Heimatfelder fehlen, ist nicht zu schließen, daß eben keine vorhanden waren, wohl aber, daß zwischen der Abfahrt der Gleitdecken und der Versenkung ihrer einstigen Sockelgebiete ein enger Zusammenhang besteht.

Wahrscheinlich war die Loslösung der Gleitdecken mit sehr heftigen inneren Umwälzungen in ihrer Sockelzone verbunden.

Das Endergebnis dieser Umwälzungen in der Tiefe war dann einerseits die Abfahrt der Gleitdecken, andererseits die Ausschaltung der zugehörigen Sockelgebiete.

Ich wiederhole zum Schlusse noch kurz die hier vorgelegten Beobachtungen und Gedanken.

Die Glarner Alpen besaßen bereits vor Beginn der großen Massenwanderungen eine Reliefoberfläche, welche sich vom Nordrand der Alpen zumindest bis ins Vorderrheintal ausdehnte.

Diese Landoberfläche wurde durch die Einfahrt der Gleitmassen später in eine wunderbar schön geschwungene und glatte Fahrbahn

verwandelt. Die Umformung geschah durch Abscherung und Anschoppung. Der Verlauf dieser Fahrbahn ist in den Glarner Alpen prächtig erschlossen.

Er bietet uns ein Musterbeispiel und geradezu ein Modell für die Konstruktion ähnlicher, aber verborgener Fahrbahnen.

Die Bewegungsmassen selbst sind nicht aus liegenden Falten entstanden. Sie stellen eine Reihe von selbständigen Gleitmassen vor, die seitlich und rückwärts auskeilen, an der Front jedoch vielfach durch Stirneinrollungen ausgezeichnet sind.

Die Schichten der Gleitdecken haben ihre flache und ablagerungsrichtige Stellung im Raume größtenteils gewahrt.

Eine Ableitung der Decken von ausgequetschten Sätteln und Mulden an der Südseite des Aarmassivs entspricht nicht dem Baustil. Die Einfahrt der Gleitdecken ist kein einheitlicher Vorgang.

Die älteste Gleitdecke der Glarner Alpen ist jene des Wildfleysches. Sie wurde noch mit dem Untergrund verfaltet und erodiert, bevor die jüngeren Decken einrückten.

Glarner- und Mürtschendecke haben ihre Zerteilung bereits fertig mitgebracht.

Von den jüngeren Decken ist die Axendecke in einer langen Erosionsfurche festgefahren. Erst die höchsten Decken vermochten dieses Hindernis zu übersteigen.

Aus der Erkenntnis dieses Systems von gewaltigen Abgleitungen entspringt die Forderung nach einem entsprechend großen Heimatfeld, das heute nicht mehr vorhanden ist.

Zwischen der Loslösung der Gleitmassen und dem Verschwinden des Sockelgebietes ihrer Heimatzone besteht ein enger Zusammenhang von noch nicht näher bekannten Vorgängen der magmatischen Tiefe.

---