

Geologische Nachlese Nr. 18.

Die vermeintliche „Gewölbeumbiegung des Nordflügels der Glarnerdoppelfalte“ südlich vom Klausenpass, eine Selbstkorrektur.

Von

ALBERT HEIM.

Hiezu Tafel III und IV.

1. Einleitung.

In der Nachlese „Nr. 17“ habe ich einleitend den Rahmen angedeutet, in welchem sich auch diese „Nachlese“ bewegt. Im besondern kommt hier noch in Betracht, dass die Klausenstrasse an sonst sehr schwierig zugänglichem Gehänge Zutritt und Aufschlüsse und auch in der Höhe gute Unterkunft geschaffen hat, und dass der enorme Rückgang der Gletscher und besonders der Firnfelder am Griesstock und Scheerhorn zusammenhängende Beobachtung da ermöglicht hat, wo früher nur einzelne Felsköpfe aus dem Schnee auftauchten.

Wir waren früher immer in dem Irrtum befangen, die Wurzel eines überliegenden Gewölbes sei in der Richtung, nach welcher die Schichten hinabfallen, die Gewölbestirn dagegen in der Richtung des Aufstieges zu suchen. Es war dies einfach ein Ausfluss der Tendenz, von der Natur stets das Einfachste vom Möglichen zu erwarten. Die scheinbar einfachere Erklärung gilt als die wahrscheinlichere. Das war schon bei Escher die Veranlassung dazu, die grosse Glarnerfalte als eine Doppelfalte aufzufassen in dem Sinne, dass über einer relativ gesunkenen Region von Norden her ein flach südlich ansteigendes Gewölbe, von Süden her aber ein flach nördlich ansteigendes einander entgegengeschoben worden sind bis beinahe zur Berührung ihrer Umbiegungsscheitel. Westlich stellte sich zwischen die beiden Teile das Aarmassiv hinein. Der Gedanke, alle Gebirge nördlich der Linie Klausenpass—Elm—Vättis bis hinaus mit dem Säntis seien von Süden her über das Zentralmassiv überschoben, wäre damals als wahnsinnig erschienen. Recht beweisend für die Auffassung der Doppelfalte schien mir nun ferner das sichtbare gegen Süd gerichtete Umbiegungsknie zu sein, welches der Malmkalk der Balmwand am Griesstock gegen das Scheerhorn hin macht, während der normale Malmkalk von Windgälle-Tödi mit seinem gewaltigen Auf-

schwung zur Brücke über das Zentralmassiv hinauf durch eine Masse von Eocaen deutlich vom Griesstockmalm getrennt ist. Der Balmwand—Griesstockmalm erschien mir in Zusammenhang mit der Malmplatte am Nordabhang des Kammerstockes und mit dem Lochseitenkalk, er war für mich der gegen das Umbiegungsknie hin verdickte Lochseitenkalk, und die älteren Kernschichten der Glarner nordfalte, nämlich Dogger, Lias, Röthidolomit, Quartenschiefer, blieben streng nördlich des Balmwand—Griesstockmalm zurück, der sie südlich zu umwölben schien („Mechanismus“ Bd. I. S. 170 bis 173). Manchmal stand ich vor der Frage, wo sind Nord- und Südfalte voneinander zu trennen. Escher und Theobald hatten den Hausstock zur Südfalte genommen, ich nahm ihn zum Käpfstock auf die Nordseite. Zwischen Sardona und Foostock konnte zwar kein Zweifel über den Ort der Trennung bestehen, aber hier stellte ich mich oft selbst vor die Frage, ob da nicht Zusammenhang gewesen sein müsste und ob nicht am Ende die Doppelfalte bloss eine Falte sei. Die gegen Norden gewendete knieförmige Aufbiegung des Lochseitenkalkes am Zwölfhorn und das verstellte Niveau der Verrucanoüberlagerung zwischen Sardona und Ruchenfoostock halfen mir auch hier wieder über die Schwierigkeiten einer Doppelfalte hinweg.

Marcel Bertrand publizierte sodann im Februar 1884 im Bulletin de la Société géol. de France auf Grundlage meiner Beobachtungen und eines Vergleiches der Lagerungsverhältnisse im „bassin houiller du Nord“ mit denen des Kantons Glarus, ohne selbst dort gewesen zu sein, seine Hypothese von der einen Glarnerfalte an Stelle der Doppelfalte. In dieser Schrift findet sich der vortreffliche Gedanke ausgesprochen, dass gerade die Überlastung der Erdrinde durch die Überschiebungsplatten zu dem Einsinken der liegenden Falte in ihrer Stirnregion geführt haben möge. Bertrand geht in seiner Schrift noch weiter. Er sucht den Ausgang des Flysch von Sernfthal und Linthal erst am Nordrand der Kreideketten und bezeichnet in seiner Kartenskizze Glärnisch, Mürtschenstock, Churfürsten und Säntis als „Lambeaux de recouvrement“. Er schliesst mit dem Satze: „. . . 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“.

Damals habe ich die Betrachtung von Bertrand nicht erfasst. Es schien mir zu vieles entgegenzustehen. Heute erfüllt mich sein Seherblick mit Bewunderung.

Als Suess 1892, aus der Umgebung von Elm zurückkommend, mich in Zürich besuchte, und mir vor dem geologischen Relief des

Gebietes stehend, seine unabhängig von Bertrand gewonnene Überzeugung mitteilte, die Glarnerdoppelfalte sei nur eine einzige von S kommende liegende und mit der Stirn nördlich abtauchende Falte, da waren es wieder besonders zwei Schwierigkeiten, die mir entgegen zu stehen schienen: 1. Wo hinaus soll sich dann der geschlossene Sack des Linthaler und Sernfthaler Eocaen öffnen? Er hat ja keinen Ausweg mehr, denn am Mürtchenstock steigt alles normal aus der Tiefe südlich hinauf — dass dies unter dem Säntis durch stattfinden könnte und auch der Säntis auf Eocaen schwimme, blieb unerörtert; 2. Das Umbiegungsknie der Nordfalte ist im Griesstock direkt sichtbar (Mechanismus Bd. I. S. 173 und Profile VII, VIII und IX, und „Beiträge z. geol. K. d. Schweiz, Lfg. XXV, Profil 4, Taf. I“¹⁾).

Auf diese Einwürfe antwortete Suess: „Diese Widersprüche werden sich vielleicht anders lösen. Wir sind erst am Anfang der Erkenntnis dieser tektonischen Erscheinungen, es kommt vielleicht noch ganz anders.“ Ich bat ihn dann, seine Ideen darüber zu veröffentlichen, das werde zu abermaliger Untersuchung des Gebietes anregen. Er antwortete: „Nein, das müssen Sie dann selbst tun, wenn Sie auch zu dieser Überzeugung gekommen sein werden.“

Ich selbst blieb überbürdet mit Pflichten, Mühsalen und Komplikationen. Jahrelang konnte ich keinen Tag erobern, um nach eigener wissenschaftlicher Lust im Gebirge zu beobachten, zu forschen. Und doch lag mir die Sache stets im Sinn. Ich hatte nun Aussicht, dass einer meiner Spezialschüler sich der Frage tüchtig annehmen werde und ich erwirkte zu dessen Ermunterung die Ausschreibung einer Preisaufgabe der Schläflistiftungs-Kommission der Schweiz. naturf. Gesellschaft auf den 1. Juni 1896 über die Frage, ob die Glarnerdoppelfalte wirklich aus zwei Falten bestünde oder bloss aus

¹⁾ Ausserdem hatte ich noch theoretische Bedenken. Ich glaubte gezeigt zu haben, dass die Glarnerdoppelfalte gewissermassen ein negatives, d. h. nach unten gefaltetes Zentralmassiv sei, welches in seinem Betrag des Zusammenschubes, den ich zu bemessen versuchte, das Aarmassiv gegen Osten ablöse. Diese auf die Erscheinungen der Streichrichtungen und das vermeintlich rasche Teilen und Abnehmen der Doppelfalte gerade da, wo das Aarmassiv hineintritt, gegründete Auffassung zu verlassen, fiel mir schwer. Bei dieser Gelegenheit sei mir noch eine Bemerkung gestattet. Im „Mechanismus der Gebirgsbildung“ 1878 hatte ich auf Grundlage der bis damals vorhandenen Querprofile durch die Alpen den Gesamtzusammenschub in der Erdrinde, welcher die Alpen faltete, auf wenigstens 120 km geschätzt. Selbstverständlich war dies eine ganz vorläufige Schätzung und auch nur als solche gegeben. Es ist einleuchtend, dass bei unserer jetzigen Erkenntnis der Überfaltungsdecken an Stelle der früher ausschliesslich autochthonen Falten diese Zahl wenigstens verdoppelt, vielleicht verdreifacht oder vervierfacht werden muss. Leider hat aber diese fast 30 Jahre alte ungefähre Schätzungszahl von 120 km gerade in einigen neuesten Auflagen geologischer Lehrbücher wieder unverändert Eingang gefunden.

einer. Meinen jungen Freund instruierte ich und empfahl ihm nach einem genauen Studium der Kontakterscheinungen des Eocaens am Lochseitenkalk, von denen ich hoffte, dass sie die relative Bewegungsrichtung des Hangenden stets verraten, besonders die Prüfung des Malm von Balmwand-Griesstock südlich am Klausenpass. Kaum begonnen, wurden die Untersuchungen wieder abgebrochen, weil dem jungen Geologen eine mehrjährige Stellung in Argentinien angeboten worden war, und die Preisfrage blieb ungelöst.

Endlich gelang es mir, in der Person meines ehemaligen Schülers Herrn J. Oberholzer, Lehrer in Glarus, einen vortrefflichen Mit-helfer zu finden. Manche Tage stiegen wir zusammen im Glarnerlande herum, zuerst im Gebiete der grossen Bergstürze (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, II. Serie, 9. Lieferung); dann am Südabhang des Glärnisch, am Schilt, Klausen-, Panixerpass etc. Als Herr Oberholzer mehr und mehr Sicherheit in der Beobachtung erlangt hatte, liess ich ihn selbständig weiter arbeiten, und ging mit ihm nur noch hie und da in schwierige Gebiete. Bald wird unsere 1 : 50 000-Karte des Linthgebietes in Druck gelangen können. Sie ist zu über drei Vierteln seine Leistung.

Unterdessen hatte Rothpletz das Gebiet mit erfundenen vertikalen Grabenversenkungen durchsetzt und mit aus allen Himmels-gegenden, sogar von Osten kommenden Überschiebungen bedacht. („Das geotektonische Problem der Glarneralpen“ 1898.) Manche gute Beobachtung ist darin mitenthalten, manches hat Rothpletz zuerst gefunden, manche Überschiebung zuerst erkannt, auch einige Male mich richtig korrigiert (Kreide nicht Dogger auf dem Flimserstein, Kreide ob Leuggelbach etc.). Ich zolle ihm dafür alle Anerkennung! Allein wir mussten doch uns das Programm stellen, das ganze Gebiet, vollständig unbeeinflusst durch diese Publikationen, vertieft zu unter-suchen und in 1 : 50 000 geologisch zu kartieren, denn leider hat Rothpletz seine guten Beobachtungen und Schlüsse mit einem Mehr von Irrtümern und Erfindungen so fürchterlich verhackt, dass ein Auseinanderlesen unmöglich ist.

Der Fortgang unserer gemeinsamen Untersuchungen im Linth-gebiet wie meine neuen Begehungen im Säntis hatten uns nun mehr und mehr vorbereitet, die eigentlich schon von Bertrand vorgezeich-nete Schardt-Lugeonsche Auffassung nach einer langen ein-gehenden mündlichen Darlegung durch Lugeon in Zürich 1901 als ein neu aufgegangenes Licht zu empfinden, das uns manche Rätsel in unsern eigenen Beobachtungen auf einen Schlag löste. (Bulletin Soc. géol. de France 1901, S. 823 etc. Lettre ouverte de Heim à Lugeon.) Davon, dass die Glarnerdoppelfalte nur eine von S nach

N überliegende Überschiebungsfalte sei, hatte ich mich allmählich überzeugt und an die Konsequenzen mich allmählich gewöhnt. Meine früher gegebenen Profile durch die Glarnerdoppelfalte, alles was ich über die Beschaffenheit des ausgewalzten Mittelschenkels, die Lagerung des Eocaens darunter etc. beobachtet hatte, blieb ja bestehen. Nur die punktierten Linien, welche den ursprünglichen Zusammenhang andeuten sollten, waren zu verändern, und das Phänomen überliegender Falte mit ausgewalzttem und zerrissenem Mittelschenkel, das Viele zunächst als eine blossе Phantasie von mir angesehen hatten, stand noch viel gewaltiger vor unseren Augen, als ich es mir vorzustellen gewagt hatte. Dass im einzelnen eine noch eingehendere Prüfung noch viele bisher übersehene Verwicklungen nachweisen könne, und dass es vielleicht überhaupt niemals möglich sein werde, das ungeheure Phänomen der Glarnerfalte in allen Teilen ganz vollständig zu erkennen, war mir selbstverständlich.

Auch für Lugeon war die Malmumbiegung am Griesstock ein Stein des Anstosses, (Bulletin Soc. géol. de France, Lugeon »les grandes nappes de recouvrement« S. 777); auch für mich stand er im Wege. Es galt also, denselben genauer zu prüfen.

Im Sommer 1905 meldete mir zuerst Herr Oberholzer, er habe bei den Hütten von Unterbalm am Klausenpass gefunden, dass der Lochseitenkalk und der Balmwand — Griesstockmalm stellenweise durch einen schmalen Streifen Nummulitenkalk getrennt seien, der Balmwand — Griesstockmalm sei also nicht eine Verdickung des Lochseitenkalkes, wie ich früher angenommen hatte! Darauf beging ich im Sept. 1905 zusammen mit Herrn Oberholzer und meinem Sohne Klausen und Griesstock. Ferner verbrachte ich im Sept. 1906, zum Teil begleitet von meinem Schüler Ed. Blösch, zum Teil allein, abermals eine Anzahl strenger Exkursionstage am Kammligrat, zwischen Griesstock und Scheerhorn, im Brunnital — Griestal im Urnerbodengebiete. Die Frage des Griesstockmalm ist dadurch endgültig entschieden zu gunsten der Einheit der Glarnerfalte, der „Stein des Anstosses“ ist weggeräumt. Freilich, eine detaillierte Kartierung dieser enorm verwickelten Gegend wäre nur möglich auf Grundlage einer viel genaueren Karte in bedeutend grösserem Masstabe, 1:50 000 genügt hierfür durchaus nicht. Ich will versuchen, mit Hilfe von Profilskizzen und Ansichten die Verhältnisse klar zu legen. Der Leser wird am besten folgen können, wenn er ausser den beiliegenden Tafeln Nr. III und IV die 1:50 000-Blätter des eidgen. Atlas Nr. 403 und 404 gleichzeitig vor Augen hat.

2. Die Trennung der Balmwand vom Lochseitenkalk.

Der alte Klausenpassweg entsteigt dem Eocaenboden im circusförmigen Hintergrunde des Schächentales mit seinem herrlichen Wasserfall („Stäuber“) in steilen Zickzacklinien sich östlich ziehend und übersteigt nun die aufliegende Balmwand bis hinauf zu den Hütten von Balmalp—Unterstaffel. Die neue Klausenstrasse dagegen nimmt einen grossen Teil der Höhe weiter talauswärts durch die Kehre Unterschächen—Urigen auf dem Eocaenboden der Nordseite des Tales und zieht sich von da mit gleichmässiger Steigung auf ca. 3 km Länge stets nahe an der Oberkante des Malm der Balmwand hin — bald in den Malmkalk eintretend, meistens die aufliegenden Schichten anschneidend. Der klarste Aufschluss an der Klausenstrasse, von dem wir denn auch hier ausgehen wollen, liegt bei ca. 1700 m unter den Hütten von Oberbalm, gerade da, wo die von Westen gegen Osten hier sanft sinkende ausgehende Oberkante des Lochseitenkalkes die gegen Osten ansteigende Strasse trifft und von ihr angeschnitten wird. Hier zeigt der Lochseitenkalk die typischen Erscheinungen, wie wir sie überall im Sernft- und Linthgebiete finden: Oberkante eine auffallend ebene ca. 15° gegen N fallende Fläche, Mächtigkeit von Schritt zu Schritt sehr wechselnd von 2 bis ca. 20 m, meistens um einige wenige Meter, Unterfläche uneben mit vielen bald runden, bald zackigen meistens gegen S gekehrten Ausbuchtungen, oft von Rutschflächen umschnitten. Der Lochseitenkalk ist an der Strasse unterlagert von einem wechselvoll gestellten enorm gekneteten geschleppten, bald mehr fälteligen, bald linsig zerdrückten, bald von Clivage und geschlepptem Clivage durchsetztem eocaenem Schiefer. Unter ca. 30 m Eocaenschiefer folgt schöner Nummulitenkalk. Der Lochseitenkalk selbst ist hier im Handstück ununterscheidbar von vielen Stellen im Kärpfgebiete und hie und da genau so weiss und grau sehnig gewunden wie an der Lochseite selbst. Durchweg ist er fleckig marmorisiert von ausgezeichneter schlieriger Knetstruktur. Auf das, was unter dem Eocaen folgt, kommen wir nachher zu sprechen. Wenden wir uns erst gegen Osten nach Unterbalm.

Die Oberkante des Balmwandmalm erweist sich hier wie fast überall als sehr uneben. Gerade im NE-Winkel des Talcircusrandes, an dessen Oberkante wir uns befinden, sticht ein Keil von Eocaenschiefer ein Stück weit in die Balmwand hinab, ein anderer folgt bei den obersten Windungen des alten Passweges an der Balmwand. Ich habe diesen letzteren 1872 irrthümlich für einen Keil des aufliegenden Lias und Doggerschiefer gehalten, der südlich von Malmkalk umhüllt sei („Mechanismus Bd. I S. 172 und Profil VIII). Wie

es aber gekommen ist, dass er in der geologischen Karte 1:100 000 Blatt XIV mit der Farbe des Quartenschiefers und Röthidolomites bemalt und dieser Fehler unkorrigiert geblieben ist, ist mir heute rein unerklärlich.

Kommen wir nun den alten Klausenpassweg aus dem Eocaen beim Stäubifall herauf über die Balmwand, zu den Hütten von Balm, zum Bach bis 1732 m und von da zum Hotel an die Strasse hinauf, so beobachten wir von unten nach oben folgendes, durch die Skizze Fig. 1 Tafel IV erläutertes Profil:

1. Malmkalk in der Bachfurche schon von ca. 1300 m an aufwärts und, zwar oft verschüttet, bei den mittleren Kehren des Weges von ca. 1500 bis 1700 m. Der Malmkalk ist massig, strichweise ziemlich stark marmorisiert und hellgrau, wachstartig durchscheinend nach Art des Troskalkes, er hat aber niemals die ausgeprägt schlierige Knetstruktur des Lochseitenkalkes, und strichweise geht er in ziemlich normalen Hochgebirgskalk (Quintnerkalk) über.

2. Bei etwa 1680 m tritt der oben erwähnte schieferige Keil in die Malmwand hinab. Der Weg benützt zum Teil die Grenzfläche desselben am unterliegenden Malm und das Schieferband selbst. Im unteren Teil des Keiles nördlich des Weges ist Kieselkalk, am oberen Rand eine Bank erfüllt mit verkieselten Austern, sie kreuzt den Weg und lässt sich in flacher Lage auch nördlich des Weges verfolgen. Es sind die Bänke des obersten Neocom mit der *Exogyra sinuata* (?).

3. Darüber folgt heller grauer marmorisierter Kalk an den paar obersten Zickzack des Weges und bis unter die südlichen Hütten von Unterbalm. Diesem Kalk fehlen die Knetschlieren des Lochseitenkalkes, aber auch die Übergänge in dunkle Varietäten. Zuerst hatten wir ihn für Malmkalk angesehen, nachher habe ich mich davon überzeugt, dass dies der Schrattenkalk ist, die Fortsetzung desjenigen, der auch an der Strasse westlich Balm entblösst ist. Mächtigkeit schwierig zu schätzen, ca. 10 m. Der Schrattenkalk taucht gegen Osten im Talboden von Unterbalm unter und bleibt östlich verdeckt.

4. Nummulitenkalkstein, 2 bis 20 m dem Schrattenkalk direkt aufliegend oder anliegend, rauh, braun, gelb anwitternd. Die Grenze zwischen beiden taucht steil hinab. Bei 1732 m zwischen den beiden Hüttengruppen ist der Nummulitenkalk am Bache leicht zu sehen.

5. Lochseitenkalk, 2 bis 6 m mit ausgezeichneter Marmorisierung und Knetstruktur, und hie und da mit Knollen, Linsen oder Schlieren von Kiesel, die ebene Oberkante ca. 15° Nord fallend, die Unterfläche wie immer uneben mit eocaenen Schiefeln und Num-

mulitenkalken verknestet. Im östlichen Teil des Kessels von Unterbalm tritt der Lochseitenkalk auf die Südseite und der Bach läuft dort zwischen Lochseitenkalk und Rauhwaacke.

6. Einige Zwischenlagen roter Mergelschiefer, Vorläufer der Quartenfacies, weiter westlich unter Nossen bis 3 m stark.

7. Rauhwaacke, Zellendolomit, zerreiblicher, gelber, zuckerkörniger Dolomit, 4 bis 6 m. Darauf stehen die nördlichen Hütten von Unterbalm.

8. Dünne Einlagerung von violetter Schiefer, abermals Vorläufer der Quartenschieferfacies, die ja an vielen Orten die ganze Röthidolomitgruppe (helvetische Trias) durchsetzt.

9. Dichter Röthidolomit, reich an Quarzausscheidungen von unregelmässiger Form, sehr rauh angewittert, etwa 3 m mächtig.

10. Rote Mergelschiefer, fast blutrot, Quartenschiefer über 10 m.

11. Weisse und rote Quarzite mit Brocken von Röthidolomit, noch zum Quartenschiefer gehörend, finden sich mehrfach im Quartenschiefer und besonders in seinem oberen Teil, 1 bis 3 m — ebenso an der Klausenpasshöhe.

12. Lias-Quarzsandstein und Schiefer an der Strassenkehre bei 1767 m und hinauf beim „Hotel Klausenpasshöhe“ etc. Der Lias besteht hier aus schillernden Tonschiefern in mannigfaltiger Wechselagerung mit Kalkbänken und Quarzitsandstein. In manchen Abänderungen erinnert er an Bündnerschiefer. Etwas über der Stelle, wo jetzt das „Hotel Klausenpasshöhe“ steht, habe ich vor 34 Jahren einen sehr schönen *Arietites raricostatus* in dunklem Kalkschiefer dieses Lias gefunden, diesmal nur Stielglieder von *Pentacrinus*.

Alle diese Schichtgruppen Nr. 6 bis 12 liegen vollständig concordant auf der Oberseite des Lochseitenkalkes.

13. Darüber hat sich ein kleiner Bergsturz aus Malmblocken geworfen.

Hier also bei Unterbalm tritt der Balmwandkalk nahe an den Lochseitenkalk heran. Zwischen beiden bleibt aber bei 1732 m doch eine Trennung, bestehend aus einigen Metern verworren gelagertem Schiefer und gelbbraunem rauhem Kalkstein, welcher letzterer mit Nummuliten dicht erfüllt ist. Und ausserdem erweist sich der obere Teil der Balmwand hier nicht als Malm, sondern als Schrattenkalk. Diese Trennung hatte ich 1872 übersehen. Wie das kommen konnte, wurde mir weiter östlich im Tälchen gegen die Klausenpasshöhe und noch mehr zwischen Klausenhöhe und Glaridengletscher und bei Vorfrutt, wo ich 1872 herumstieg, verständlich, indem dort hie und da das trennende Eocän und die Kreide aussetzten und der Malmkalk

der Balmwand direkt an die Unterfläche des gegen Nord abfallenden Lochseitenkalkes anstösst. Geht man über solche Stellen, so hält man notwendig Lochseitenkalk und Balmwandmalm für eine Masse.

Wir haben nun die Trennung über die Klausenpasshöhe und gegen den Glaridengletscher zu verfolgen versucht. Hie und da ist sie gut sichtbar, manchmal verdeckt. Noch vor der Klausenpasshöhe taucht der Balmwandkalk in schieferm Winkel östlich unter den Lochseitenkalk und bald ebenso die überliegenden Bänke von Eocaen und von Seewerkalk. Sie sind schief an der Unterfläche des Lochseitenkalkes abgeschnitten. Unbekümmert um alle Wechsel an der Unterfläche steigt die ebene Oberkantfläche des Lochseitenkalkes gegen Süden auf. Der Lochseitenkalk ist südlich der Klausenpasshöhe in ansteigenden Lappen, noch bedeckt von Röthidolomit und etwas Quartenschiefer, erhalten und dann streicht er in die Luft hinaus über die Glariden hinaufzielend. Unten bei Vorfrutt aber sind Malmkalk und Lochseitenkalk völlig verwachsen.

Gehen wir wieder zu derjenigen Stelle an der Strasse zurück, wo der Lochseitenkalk auf die Nordseite der Strasse tritt. Seine Oberkante lässt sich gegen Westen als ebene Platte verfolgen. An manchen Stellen, z. B. in der Schlucht zwischen Heidmannsegg und Mettenen ist die überliegende Schichtreihe: Röthidolomit, Quartenschiefer, Lias wieder gut zu beobachten, der Lochseitenkalk liegt dort bei ca. 1820 m. Der Zwischenraum von Lochseitenkalk und Balmwand wird westlich grösser, indem der erstere höher steigt, die letztere ungefähr mit der Strasse tiefer sinkt. So sind aus den wenigen Metern Nummuliten-Zwischenlagerung bei den Hütten von Unterbalm nun über dem Tunnel der Klausenstrasse am Westende der Balmwand etwa 230 m Vertikalabstand geworden.

3. Die Unterkante des Balmwand—Griesstockmalm im Schächental.

Die Balmwand bildet vom Klausenstrassentunnel, 1519 m, bis zum Griesstock im Grundriss ein grosses Hufeisen, das zugleich der Circusabschluss des Schächentales ist. Dabei steigt die mächtige Platte der Balmwand von N gegen S an und erreicht zunächst im Griesstockgipfel, 2666 m, einen Höhepunkt. An der Nordseite ob Wanneli ist die Balmwand etwa 175 m hoch, im Hintergrund des Circus unter der Kammlialp übersteigt die Gesamtmächtigkeit des Malm der Balmwand 300 m, wovon die unteren über 100 m völlig senkrechte Wand bilden. Unter dem Griesstockgipfel ist der Malm etwa 250 m stark.

Manchmal ist die Unterkante der Malmwand von Schuttkegeln verhüllt, dazwischen, besonders an vorspringenden Felsoulissen oder in Bachfurchen ist die Untergrenze in aller Schärfe entblösst. Sie verläuft ziemlich eben, nur wenig wellig, also ganz anders als die Unterseite des Lochseitenkalkes. Meist treffen wir auch hier Rutschflächen an der Unterseite. Das Liegende sind eocaene Schiefer und Quarzitsandsteine — kein Nummulitenkalk wurde in direkter Berührung getroffen, und mit Ausnahme bei Wanneli konnte keine Kreide zwischen dem aufliegenden Malm und dem unterliegenden Eocaeen gesehen werden. Am Nordabhang des Schächentalhintergrundes treten in zwei Furchen östlich Wanneli aus der Grenzstufe über dem Eocaeen bei ca. 1320 m Quellen hervor. Die Eocaenschichten liegen im ganzen der Kontaktfläche annähernd parallel, Abweichungen sind nicht auffallend und lokalisiert. Die scharfe Grenze zwischen aufliegendem Malmkalk und unterliegenden eocaenen Schiefen und Sandsteinen durchsetzt bei 1980 m den Weg zwischen Kammlialp und Oberalp, steht an der NW-Ecke des Griesstock bei ca. 2340 m und endlich am Fuss der nach SSW gerichteten Kante des Griesstocks bei ca. 2200 m, dann aber verschwindet sie unter mächtigen Moränen und unter dem Lammerbachgletscher. Aufsteigend gegen Osten auf alten Seitenmoränen an der Südflanke des Griesstocks und später auf dem langen schmalen, ziemlich zerrissenen Gletscher haben wir stets nördlich den Malmkalk des Griesstock, südlich die eocaenen Sandsteine und Schiefer der Wände des Kleinruchen und Scheerhorn. In den letzteren sind massenhaft Bänke von prachtvoll lauchgrünen Taveyanaz-Diabastuffen vertreten. Die Grenze zwischen dem Malmkalk und dem Eocaeen taucht endlich in senkrechter bis steil S fallender Stellung am obersten Rande des Lämmerbachgletschers an den Wänden des Kleinscheerhorns wieder aus Schnee und Eis hervor. An die fast senkrechten Platten des Malmkalk auf der Nordseite, die hier den zackigen unübersteigbaren Scheidegrat zwischen Lammerbachgletscher und Griesgletscher bilden, legt sich südlich konkordant ein Komplex von dunkeln Schiefen und dann die grosse Masse der bankigen Sandsteine und Taveyanazgesteine bis hinauf an das jetzt recht schwierig gewordene Pässchen „Scheerhorngriggeli“. Die Nummulitenschichten, wie sie z. B. in der Region des Seewelisees auf dem autochthonen Malm und unter den Taveyanazgesteinen liegen, bleiben offenbar südlicher und in tieferem Niveau, und treten nirgends an den Griesstock hinan. Letzterer hat gar keine Verbindung mit dem autochthonen Malm der Windgällen—Scheerhornkette.

Wir kehren später in unserer Darstellung an diese Stelle zurück.

4. Die Oberseite der Balmwand.

Schon im „Mechanismus“ habe ich als den Charakter der Oberseite der Malmwand am Griesstock auf dem Malm aufliegende Kreide, Fältelung und Clivage angegeben. Unsere neuen Beobachtungen bestätigen dies in noch weiterem Umfang. Die aufliegende Kreide reicht im oberen Teil der Balmwand weiter bis an ihr nordwestliches Ende, wo ich sie früher nicht gekannt habe, und einige der scharfen nördlich überliegenden Fältchen können als Überschiebungsschuppen bezeichnet werden. Ausnahmslos besteht auch hier in aller Verwicklung die eine grosse Harmonie ungetrübt: die Fältchen und Überschiebungen sind alle gegen Norden gewendet. Eines dieser nördlich überliegenden Fältchen bildet am Griesstock den Gipfel, 2730 m. Ein anderes sendet einen Malmkeil über den sogenannten Munggenbändern nördlich aufwärts. Eine Aufschiebfläche durchsetzt nördlich der Kammlialp die ganze Malmwand. Nach mehrfachem Wechsel von Malm, Kreide und Eocaen folgt die durch das Neocom am Zickzackweg charakterisierte Störung, dann sticht ein Eocaenkeil unter Oberbalm und ein zweiter in den Bachschluchten oberhalb Wanneli, letzterer durch die Strasse in die Malmwand hinab. Der Strasse entlang sind diese kleinen Faltungen oder schuppenförmigen S-N-Überschiebungen durch die Aussenfläche des Gebirges sehr schief angeschnitten. Unmittelbar bei dem Strassentunnel am Windeggen, 1519 m, liegt das Westende der Balmwand. Sie erscheint hier wie eine blossе Schale angeklebt an das Gehänge und direkt am Westausgang des Tunnels von Nummulitenkalk hinterhüllt. Am oberen Tunnelausgang dagegen kommen hinter dem Malmkalk steil gestellte Platten heraus von vielleicht Valangienkalk, dann Neocomkieselkalk und Neocomschiefer. Etwa 150 m hoch über dem oberen Tunnelausgang zeigt sich ein heller Felskopf mit braunem Dach. Vom Malmkalk des Strassentunnels aufsteigend, kommt man über Kieselkalk mit einigen Toxasterdurchschnitten und Belemniten zu Mergelschiefeln voll verkieselter Austern. Wer das Gebiet durchsucht hat, erkennt darin sofort das Oberneocom mit *Ostraea sinuata* und *macroptera*. Die weisse Wand darüber, ca. 20 m mächtig, ist ein weisser marmorisierter Schrattenkalk mit marmorisierten, requienienförmigen Schalen und wesentlich anderem Ansehen als der Malmkalk. Wie bei Balm liegt dicht auf dem Schrattenkalk als das braune Dach Nummulitengestein, und dann noch 100 m hoch anderes Eocaen bis wir an die Unterlage des Lochseitenkalkes hinaufkommen. Schrattenkalk und Neocom streichen östlich zur Strasse hinab, dagegen sind sie westlich der Bachfurche, unter welcher der Strassentunnel durchgeht, auch nicht mehr zu finden. Die Balm-

wand und ihre Begleiter hören hier auf, wie dies auch die 1/100 000-Karte Bl. XIV richtig angibt — überlagert, nach Neocom und Schrattenkalk von Eocaen, umlagert von Eocaen, unterlagert von Eocaen. Sie hat keinen Zusammenhang mit dem Lochseitenkalk oben, keinen mit dem autochthonen Malmkalk unten bei Unterschächen, die Balmwand schwimmt im Eocaenen; sie ist ein verfalteter, auf ihrer Oberseite unregelmässig von Kreide begleiteter Malmfetzen.

Vom Strassentunnel bei 1519 m weg aufwärts gegen die Alpen von Balm ist die Strasse auf über 2 km Länge in meistens steil nordfallendes Neocom und Schrattenkalk eingeschnitten. Die Mächtigkeiten sind schwer zu beurteilen, mögen aber für diese beiden Kreidestufen 50 m erreichen. Gault und Seewerkalk haben wir hier nicht gefunden. An dem Strasseneinschnitt beobachtet man eine Lage von etwa 10 cm fein zerriebenem Gesteinsmaterial auf der mit Rutschflächen versehenen Trennungsfuge zwischen Schrattenkalk und dunklem Nummulitenkalk.

Über das Neocomien und den Schrattenkalk bei den obersten Zickzack des alten Klausenpassweges unter den Hütten von Balm haben wir schon berichtet. Sie erreichen zusammen ca. 50 m, Gault und Seewerkalk fehlen auch hier vollständig.

Beim Aufstieg von der Balmalp nach Kammlialp wechselt merkwürdigerweise der Charakter der aufliegenden Kreide. Hier war kein Neocom mehr zu finden, Schrattenkalk nur unsicher, dagegen ein völliges Gemenge von Malmkalk, Seewerkalk, Nummulitenkalk und Eocaenschiefer, als hätte man die Schichtplatten wie ein Kartenspiel gemischt. Auf der Höhe der Kammlialp hat auch dies ein vorläufiges Ende. Der Malmkalk bildet prachtvolle Karrenflächen und hält ohne Zwischenlagerungen an den Gehängen gegen Westen bis an den Fuss der mächtigen Balmwand aus.

Bei horizontaler Schichtlage bei der nördlicheren Hütte der Kammlialp (2050 m) notierte ich in Übereinstimmung mit der früheren Darstellung folgendes Profil von oben nach unten:

Gelbe Nummulitenkalksteine

0,5 m Mergelschiefer, darüber kleine Quellen

0,8 bis 1 m heller marmorisierter Kalk (Seewerkalk oder Schrattenkalk?) damit verbunden einige Linsen echten Seewerkalkes

0,5 m Grünsandmergel (Gault?)

Troskalk, Malmkalk 300 m.

Die bei der Hütte liegenden grossen Blöcke, welche halb aus Seewerkalk, halb aus wie angeschweisstem Nummulitenkalk bestehen,

sind von den nächsten überliegenden Felsen des Kammligrates gestürzt und waren nicht in direktem Zusammenhang mit den Balmwandgesteinen.

Bei den nur weniger südlicheren Hütten der Kammlialp treffen wir abermals einen scharfen stratigraphischen Kontakt in horizontaler Schichtlage und ohne irgend welche Verschiebungs- oder Überschiebungsmerkmale. Dort ist das Profil von oben bis unten:

- Gelbangelwitterter Nummulitenkalk einige Meter
- 0,8 m kieseliger gelber Kalkstein mit Nummuliten
- 0,5 m dunkler Kalkstein (Eocaen)
- 1,0 m helle und dunkle Thonschiefer (Eocaen)
- 1,0 m helle Flyschmergel, vielleicht obere Kreide repräsentierend
- darunter Malmkalk (Troskalk).

Es ist recht auffallend, dass die an der Strasse so mächtige untere Kreide hier fehlt.

Wir gehen weiter an der Oberkante der Malmwand gegen Süden. Der Weg von Kammlialp nach Oberalp geht durch den Malm, links daneben streicht ein Malmwändchen gegen Süden abwärts. Über demselben, gegen die sogenannten Munggenbänder, treffen wir Kreide in einer wiederum sehr abweichenden Entwicklung von oben nach unten wie folgt:

Zunächst mächtige Nummulitenbildung und zwar:

- gelbliche Nummulitenkalke
- dunkle eocaene Kalksteine
- dunkelgrüner Glauconitfels mit wenig Nummuliten
- eocaene Mergel
- hellgelb anwitternde Kalke dicht erfüllt mit Nummuliten.

0,4 m Seewerkalk typisch mit schwarzen Häuten, nach oben mit dem Nummulitenkalk so verwachsen, dass man eher an kontinuierliche Ablagerung unter Facieswechsel denken möchte, als an Transgression nach Erosion, oder gar an mechanisch erzeugten Kontakt. Der helle Seewerkalk ist weithin zu verfolgen.

3 bis 4 m Gault und zwar: a) Bergerischichten, genau so wie im Säntisgebirge, durch Übergang mit dem Seewerkalk verbunden, 1 m glauconitischer Kalkstein, reich an vorragenden Petrefakten, worunter viele Ammoniten, Hamiten, Turrilites Bergeri in prachtvollen Exemplaren. b) 0,1 m Glauconitsandstein, hie und da mit Kalkknollen. c) 2 m Glauconitmergelschiefer (=Concentricusschiefer).

2 bis 3 m heller Schratzenkalk

1 m Mergel mit verkieselten Austern (oberes Neocom)

2 bis 3 m hell anwitternde dünnbankige Kalke, erfüllt mit Kieselknollen, darunter schwarze Lydite, Aequivalent von Kieselkalk und Valangien.

Darunter Troskalk, heller Malmkalk.

An dieser Stelle überrascht die gute Ausbildung des Gault, die Reduktion der unteren Kreide.

Bald nach der Überschüttung mit den grossen Moränen des Griesgletschers treten im Dach der Malmwand an der Aussenkante des Griesstocks braune Einfaltungen auf und der östlich abfallende Rücken des Griesstockes ist weissgrau und rostbraun gefleckt von aufliegender Kreide. Ich kann hierüber nur das früher gesagte („Mechanismus“ Bd. I, Seite 74 bis 75) bestätigen. Die Kreideauf-lagerung mit ihrer Malmunterlage ist wellig gefältelt und zugleich von starker südfallender Transversalschieferung durchsetzt. Wo die ganze Schichtreihe normal liegt, zeigt sie auf dem Griesstock folgende Entwicklung:

1. Eocaen.

Schwarze Flyschschiefer

5 m helle Flyschquarzite

6 m gelbbraun angewitterter Nummulitenkalk

2 m Assilinen-Glauconitfels.

2. Kreide:

5 m Seewerkalk, feinschichtig, dunkelgrau, dicht

11 m Gault, und zwar:

1 m Glauconitkalkstein, Bergerischichten, reich an Turriliten, Belemniten, Ammoniten, Hamiten, Nautilus

5 m Glauconitfels mit spärlichen gequetschten Kalkknollen (Knollenschichten) und schiefriger dunkler Grünsandmergel

5 m Quarzit und Sandstein mit schwarzen Phosphoritknollen

2 bis 20 m Schrattenkalk, hell, marmorisiert mit marmorisierten Requienschalen

7 bis 22 m Neocomien und zwar:

2 bis 3 m dunkelbraune Schiefer, rauh kieselig mit gelb verkieselten Korallen

2 bis 3 m schwarze Schiefer oder braune Kalkschiefer, dicht voll von gelb verkieselten Schalen von *Exogyra sinuata* und verkieselten Schwämmen. Oft der grösste Teil des Gesteines aus verkieselten Austerschalen gebildet. (Drusberg-schichten.)

1 bis 6 m gelbbraune Echinodermenbreccie, zum Teil grobkörnig mit vorragenden Sandkörnern und Crinoidenteilen, darin einzelne grüne Glauconitstreifen (Altmansschichten)

2 bis 10 m Kieselkalk, an der angewitterten Fläche braun mit streifig schlierigen Zeichnungen, Algen etc., oft voll Kieselkollen (Schwämme), ganze Nester von *Toxaster* mit verkieselten Schalen.

Jura: Malm, hell salinischer Troskalk mit vielen weissen Figuren — anscheinend von *Diceras Luzei* stammend — oft blau-grauer Hochgebirgskalk.

Die Karte ist zu Eintragungen am südlichen kreidegedeckten Rücken des Griesstock ungenügend, der Zusammenhang nicht zu übersehen. Nördlich unter dem Gipfel 2730 m ist eine verkehrte Folge der ganzen Schichtreihe sehr deutlich, in diesem Kopfe selbst steckt eine von SW aus gut sichtbare nördlich überliegende Gewölbeumbiegung des Malm, südlich des Kopfes folgt wieder eine Einsattelung mit jüngern Gesteinen. Wie viele der kleineren Falten im Dach des Griesstockes sind, kann ich nicht sagen.

Das Auftreten von Kreide über der Malmwand ist sonderbar! An der Klausenstrasse war es mächtiger Kieselkalk, Sinuataschichten und Schrattenkalk. Hier auf dem Griesstock ist besonders das Neocom viel weniger mächtig, es treten aber Gault und Seewerkalk hinzu und zwischen den beiden Stellen fehlt die Kreide ganz oder fast ganz, ohne dass man z. B. auf der Kammlialp Spuren einer Erosion mit späterer Auflagerung zwischen Malm und Eocæn sehen könnte. Im Vergleich mit den äusseren Kreideketten ist auffallend, dass der Gault schon am besten, die anderen Schichtgruppen aber weit unvollständiger entwickelt sind. Im Autochthonen der gleichen Gegend, also z. B. im Brunnital, Griestal und am Nordfuss von Windgälle und Ruchen fehlt die Kreide vollständig. In Begleitung des Lochseitenkalkes, z. B. am grössten (unteren) Teil des Kammligrates, fehlen alle unteren Kreidestufen, wogegen der Seewerkalk oft vorhanden ist. Die Ausbildung der Kreide auf dem Griesstock scheint mir am ähnlichsten der autochthonen Kreide auf dem Kistenpass und in Fluaz zu sein.

Dort schätzte ich autochthone Kreide am Kistenpass unter Kistenstöckli:

- 6 m Seewerkalk
- 12 m Gault
- 15 m Schrattenkalk
- 30 m Neocom

In Fluaz zwischen Kistenpass und Panixerpass fand ich:

- 10 m Seewerkalk
- 8 m Gault

10 m Schrattenkalk

10 m Neocom.

Valangien wusste ich nicht abzutrennen.

Die Eocaenbildungen, welche der Griesstockkreide aufliegen und in ihre Falten eingreifen, sind rostige wunderschöne Nummulitenkalke, Nummulitenglauconitfels und Mergelschiefer, etwas Sandsteine aber kein Taveyanazgestein.

Unterseite und Oberseite des Balmwand-Griesstockmalm sind also ungleich: Unterseite eocaene Thonschiefer und Sandsteine, fast keine Nummulitenkalke und gar keine Kreide; Oberseite: Streckenweise Kreide, fast immer Nummulitenkalke und eocaene Thonschiefer, fast keine Sandsteine.

Vergleicht man ferner den Griesstock-Balmwandmalm mit dem Lochseitenkalk, so springen folgende Differenzen in die Augen:

Beim ersteren ist die Oberseite vielfach intensiv gefältelt und ausgebuchtet, die Unterfläche vorherrschend eben und oft als Gleitfläche entwickelt. Beim Lochseitenkalk ist umgekehrt die Oberseite glatte Gleitfläche, die Unterseite uneben, reich an in die Unterlage eingeschürften Auszackungen.

Bei beiden ist die Unterlage Eocaen, beim Balmwand-Griesstockmalm sind es eocaene Schiefer und Sandsteine, beim Lochseitenkalk in dieser Gegend eocaene Schiefer und Nummulitenkalke.

Auf der Oberseite des Balmwand-Griesstockmalm liegt in normaler stratigraphischer Schichtfolge die Kreide, auf der Oberseite des Lochseitenkalkes dagegen überschoben Trias, Lias, Dogger, Malm etc.

5. Das südliche Ende des Balmwand-Griesstockmalm am Scheerhorn.

Schon lange haben wir die gegen N convexe Schichtbiegung im Scheerhorn unter dem Kleinscheerhorn bewundert und auch abgebildet („Mechanismus“ Atlas Tafel X, Fig. 6). Eocaen an der äussern Seite, Eocaen an der innern Seite — so haben wir auch die hellen Kalkstreifen in der Biegung zwischen den braunen und dunkelgrauen Schichten für Einlagerungen heller Eocaenkalke gehalten, gibt es doch z. B. im Kammligrat auch ganz hellgraue Nummulitenkalke. Die Besteigung des Grossscheerhorns lieferte mir nichts sicheres. Ein Versuch, dem nördlichen Felsfuss des Scheerhorns entlang die hier zum Teil herabsteigenden Schichten anzuschlagen, musste 1906 wie 34 Jahre früher aufgegeben werden. Bald hinderten grosse Firnschründe den Zutritt, bald waren es Steinschläge, bald Eislawinen von oben, und da die meisten der Furchen bis hoch hinauf die ver-

schiedensten Schichten durchschneiden, konnte auch aus den bis weit auf den Griesgletscher hinaus gesprungenen Stücken nicht viel geschlossen werden.

Am obersten Ende des Lammerbachgletschers konnten wir in nächster Nähe ganz deutlich sehen, dass und wie der Malmkalk des Griesstocks in das Scheerhorn hinein fortsetzt. Nachdem er auf der Südseite des Griesstocks sich aus flacher Lage in Vertikalstellung und zum nördlichen Überliegen aufgebogen hat, bildet er in dieser Lage zunächst den östlichen Teil des Felsgrates zwischen Griesgletscher und oberstem Teil des Lammerbachgletschers. Noch steil südlich fallend, tritt der Griesstockmalm östlich in die Felswände des Kleinscheerhorns hinein. Dort macht er die prachtvolle Umbiegung der Scheerhornschichten mit, er wölbt sich über die senkrechte Stellung hinaus südlich in die Höhe. Die stärksten hellen Felsbänder in der Scheerhornbiegung sind der Griesstockmalmkalk. Auf der Innenseite, das ist südlich, liegt auch hier Flysch an, erst schwarze Schiefer, dann Sandsteine; auf der äusseren nördlichen Seite auch hier im Scheerhorn die Fortsetzung der Griesstockkreide und Nummulitenbildung. Die letztere bildet die Nordkante und den Gipfel des Kleinscheerhorns. (Fig. 2 Taf. IV.)

Die merkwürdigste Tatsache ist aber die folgende: Der Malmkalk, der beim Übertritt vom Griesstock ins Scheerhorn noch über 100 m Mächtigkeit haben mag, verdünnt sich rasch nach oben. Am Rande des nördlichen Hängegletschers am Kleinscheerhorn ist er auf etwa 10 m zusammengeschwunden und an der westlichen Gipfelkante des Kleinscheerhorns bei ca. 3050 m Meerhöhe hat die helle Bank wohl kaum mehr einen Meter Mächtigkeit, auf der Maderanerseite ist sie verschwunden. Ganz so ergeht es auch dem etwas höher liegenden Schrattenkalk. Ob überhaupt noch Kreide in den südlichen Gräten des Scheerhorns mitten im Eocaen eingeschlossen ist, weiss ich nicht bestimmt, es ist dies aber nach früher Gesehenem und Notiertem höchst unwahrscheinlich. Immerhin scheint die Kreide in die Höhe unter das Kleinscheerhorn hinauf etwas länger auszuhalten, als der Malm.

Betrachte ich nun den Griesstock wie vor mehr als 30 Jahren in günstiger Beleuchtung von Westen, z. B. vom südöstlich abfallenden Grate der Sittliserhörner, so ergibt sich folgendes:

Die mit der Konvexität nach Süden gewendete Umbiegung des Griesstockmalm an der Südseite des Griesstockes, welche ich für das südliche Gewölbeknie des Nordflügels der Glarnerdoppelfalte gehalten hatte, ist sichtbar. Durch eine Coulissendeckung setzen sich von hier gesehen mehrere kleinere Falten des Griesstocks mit der Auf-

biegung des Malmkalkes im Hintergrund des Lammbachgletschers so zusammen, dass man zur Meinung geführt wird, der Rückschlag des Griesstockmalm nördlich über sich selbst vollziehe sich trotz einigen Nebenfalten unter der Griesstockkreide (wie „Mechanismus“ Profil VII und VIII dargestellt) und ganz innerhalb des Griesstockes; im Griesstock liege somit der Malm doppelt. Die Aufbiegung ins Scheerhorn ist von hier nicht deutlich. Dass diese Rückbiegung des Malmkalkes am Südrande des Griesstockes nicht so ganz klar und einfach ist, habe ich auch vor 34 Jahren beachtet („Mechanismus“ Bd. I, Seite 173 Mitte).

Dem gegenüber müssen wir heute konstatieren:

Die nördlich über sich zurückgeschlagene Aufbiegung des Griesstockmalm enthält in ihrem gegen Nord geöffneten Winkel schon am Griesstock noch braune Kerngesteine, aber nicht die Kerngesteine des vermeintlichen Nordflügels der Glarnerdoppelfalte, Röthidolomit, Quartenschiefer, Lias etc., sondern Kreide und Eocæn! Kreide und Eocæn des Griesstockes gehören in den Kern der Falte, nicht auf deren Gewölbeschenkel hinauf. Der aufgebogene Malmkalk geht nicht nach Norden zurück, sondern wenig höher steigt er wieder südlich in die Höhe, harmonisch dem autochthonen Malm, aber von diesem durch mächtige Eocænmassen getrennt. Darüber Kreide und Eocæn und noch viel höher oben, wo jetzt die blaue Luft steht, wäre erst der Lochseitenkalk zu erwarten. Auf diesem Wege ins Scheerhorn hinauf aber nimmt der Balmwand-Griesstockmalm mit seinen Begleitern, den Kreideschichten, an Mächtigkeit beständig ab, bis er sich hoch oben am Südgrat des kleinen Scheerhorn im Eocænen völlig auskeilt. Das ist das wirkliche südliche Ende unseres Balmwandkalkes!

Der Malmkalk von Balmwand-Griesstock ist also ein vollständig in Eocæn schwimmender, seiner Einhüllung im allgemeinen konkordant liegender und mit ihr konkordant gefalteter Jurafetzen, auf der Oberseite stückweise von Kreide begleitet. Er ist eine grosse linsenförmige Schuppe, die dereinst als eine liegende Teildecke irgendwo zwischen dem kreidelosen oder kreidearmen autochthonen Gebirge und den helvetischen Kreidezügen, als diese noch südlich des Aarmassives lagen, abgeschürft und durch die Bewegungen des Flysch verschleppt worden ist. Nach der Ausbildung der ihn begleitenden Kreide möchte ich vermuten, dass er von wenig weit südlich der Scheitelhöhe der Sedimentbrücke über dem Aarmassiv stammt. Vielleicht lässt sich später noch herausfinden, ob er einer der schon bekannten Decken, z. B. der Mürtschendecke, zugehört, oder eine selbständige Zwischendecke darstellt. Er deutet

zugleich eine tektonische Trennung an zwischen dem an Sandstein und Taveyanazgesteinen hier so reichen autochthonen und dem darüber gewanderten Taveyanaz-freien Nummulitenflysch an.

Unsere „Griesstockdecke“ oder „Balmwanddecke“, wie wir diesen in Flysch schwimmenden Malm-Kreidefetzen vorläufig nennen könnten, stimmt mit anderen „Decken“ auch darin überein, dass sein nördliches Ende beim Strassentunnel im Schächental gerundet mit Umbiegungsknie gegen Norden gerichtet endet, gegen Süden aber sich ausspitzt. Mein Sohn hat wohl recht, wenn er diese letztere Erscheinung („*amincissement des nappes*“) mit einem Abquetschen und Verschleppen durch den Druck einer überliegenden, sich nach Nord bewegenden Überfaltungsdecke in Zusammenhang bringt, die durch ihre Bewegung die unterliegende schwächere Decke von ihrer Wurzel abgerissen hat (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1905, S. 110). Die Griesstockdecke unterscheidet sich von der ihr aufliegenden Hauptglarnerdecke oder Glarner-Stammdecke dadurch, dass sie keinen verkehrten Mittelschenkel, keinen Lochseitenkalk mehr hat, während bei letzterer der Lochseitenkalk fast ständig vorhanden ist.

Tiefer unten im Fusse der Felswände des Kleinscheerhorns erscheint über dem Griesgletscher abermals ein heller Kalkstein, wahrscheinlich Malmkalk. Dies ist wohl die Fortsetzung des kleinen Malmgewölbes, welches am Griesstock den Gipfel 2730 m bildet.

6. Gibt es westliche und östliche Fortsetzungen des Balmwand-Griesstockmalm?

a) Westlich.

Das Westende der Balmwand beim Tunnel der Klausenstrasse ist klar und scharf ausgesprochen. Von dort aus beobachtet man im Hintergrund der Sittliser Alpen eine sonderbare Kalkwand zwischen Eocaen unten und Eocaen oben. Die gleiche Kalkwand sticht durch die Sittliserhörner hindurch und erscheint auch am Westabfall über Alt Staffel. Man sieht sie auf jener Seite von Altdorf aus. Auf dem geologischen Blatt XIV 1:100 000 ist sie an der Westseite des Hohen Faulen und der Sittliserhörner richtig angegeben, auf der Ostseite ob Sittliseralp leider weggeblieben.

Vor 34 Jahren habe ich am Hohen Faulen deutlich gesehen, dass die weit nördlich ins Eocaene hineinragende Malmwand mit dem autochthonen Malmkalk zusammenhängt und einer nördlich überliegenden kleinen Falte desselben entspricht. Auf der Sittliseralp konnte ich diesen Sommer konstatieren, dass der Nordrand dieser Malmfalte NW-SE streicht, so dass sie am SE-Ausläufergrat des

Sittliserhornes eben noch von etwas Eocæn umhüllt ist. Südlich hinter dieser Umhüllung reichen die unterliegenden Flyschschiefer der Sittliser Alpen nur noch wenig weit, dann verbindet sich wahrscheinlich auch hier — die Beobachtung ist durch Moränen etwas unterbrochen — die kleine Malmwand des Sittliserhornes mit dem autochthonen Malm des Griesstaes. Wie alle Falten des Gebietes im Streichen gegen Osten sinken, so auch das Malmpacket unter den Sittliserhörnern. Ob Bruni steht es mit Oberkante noch bei 1950 m. Die Griesstockwand aber liegt mit Oberkante bei 2600 m und würde hierher verlängert auf 3000 m liegen. Das Malmpacket unter den Sittliserhörnern ist somit ohne jeden innern Zusammenhang mit dem Balmwand-Griesstockmalm, es gehört einer viel tieferen Region an. Auch an der Felsecke am Westfuss des Kleinruchen schwimmt ein Fetzen Malmkalk im Eocæn (Taf. III). In Blatt XIV hatte ich ihn in Zusammenhang mit dem autochthonen Malm gesetzt. Wahrscheinlich ist er der östliche Rest vom Phänomen des Sittliserhornmalmes. Jedenfalls hat er gar keinen direkten Zusammenhang mit dem Griesstock.

Eine supponierte westliche Fortsetzung der Griesstockdecke müsste noch hoch über der Hohe Faulengruppe gelegen und dann südlich sich hoch über den Windgällen emporgeschwungen haben. Der Balmwand-Griesstock-Malmfetzen hat also sein westliches Erosionsende in der Westwand des Griesstockes, jede Spur weiter westlich fehlt.

b) Östlich.

Bei der Begehung des Gehänges von Ennetlinth bei Linthal gegen den Urnerboden hinauf, wo die Klausenstrasse auch gute neue Aufschlüsse geschaffen hat, fand Herr Oberholzer bei 930 m bis 1050 m an den Fruttbergen ein ziemlich mächtiges Schichtenpacket von Malmkalk ganz im Flyschschiefer und Sandstein steckend. Es zieht sich an dem Ostabhang des Kammerstockes fort bis über Bärenboden und gewinnt dabei durch Faltung an Mächtigkeit. Auch hier am Kammerstock sind noch Kreideschichten damit verbunden. Schon Escher hatte Kreide am Kammerstock gefunden. Darüber geht Eocæn und erst höher oben folgt dann die oben ebene, südlich aufsteigende Lochseitenkalkplatte. Dieser im Eocænen schwimmende, westlich in den Berg hinein fortsetzende Fetzen hat genau die entsprechende Lage, wie die Balmwand-Griesstockmassen. Er liegt in der streichenden und im Streichen östlich gesunkenen Fortsetzung der letztern. Wenn die Balmwandmasse überhaupt östlich weiter geht, so muss und kann sie einzig hier wieder sichtbar werden.

Auf der Ostseite des Linthales konnte eine noch weiter östlich gehende Fortsetzung nicht mehr gefunden werden, es sei denn,

man wolle sich die Kreide enthaltenden Malmfalten des Saasberges damit in Verbindung denken.

Gehen wir von der Klausenpasshöhe südöstlich gegen den Glariden-gletscher, so stossen wir, ganz symmetrisch der Westseite der Klausenhöhe, unter dem südlich emporsteigenden ebenen Lappen von Lochseitenkalk auf ein unentwirrbares Fältelungsgemenge von Eocaen und Seewerkalk. Wir wenden uns mehr westlich. Da plötzlich treten wir unter diesen Bildungen an den Rand eines gewaltigen Felszirkus; es ist die Klus, in deren Grund eine Schlinge der Klausenstrasse hineingeht. Eine 150 m hohe Malmwand schliesst den Kessel ein, Wasserfälle stürzen darüber hinab. Der Boden des Kessels liegt in Flyschschiefern. Ihr Auswittern und das Nachbrechen des Malm haben den nach Norden offenen Kessel geschaffen, nicht die Gletscher! Die Klusmalmwand ist die Fortsetzung der Balmwand, das ist zweifellos! Das Eocaenfenster in seinem Grunde entspricht dem Eocaen im Hintergrund des Schächentales. Der Malm wird nördlich absteigend weniger mächtig, schliesst aber doch das Eocaen ringsum ein und taucht bei den nördlichen Kehren der Klausenstrasse unter Gehängeschutt der Nordseite. Auch der Malmausläufer ob den Munggenbändern setzt durch und erscheint hier östlich wieder in einer Ost-West laufenden, von Eocaen unterlagerten Teilwand vom obern Rande des grossen Felszirkus. Die Gleichheit geht noch weiter, indem ich auch hier in analoger Lage wie unter den Munggenbändern Gault mit Turriliten und Schrattenkalk gefunden habe.

Im Wängiswald findet sich die östliche Fortsetzung der Kluswand. Zum Teil ist sie überschoben vom Lochseitenkalk. Hier ist es besonders schwierig, die beiden durchgreifend von einander abzugrenzen. Es bleibt noch zu untersuchen, ob auch da mancherorts eine deutliche Trennung durch Zwischenschichten vorhanden ist. Wie bei Vorfrutt, so wechseln auch hier herrliche dunkle Quintnerkalke mit lichten marmorisierten Kalken (Troskalke?) ab. Recht auffällig ist strichweise die vertikale Querklüftung neben fast horizontalem Clivage und neben Schichtung, welche parallel dem Abhang gegen NNW einfällt. Der Wald hindert zusammenhängende Beobachtung.

Auch der höhere Teil von Griesstockmalm und Griesstockkreide scheint seine östliche Fortsetzung zu haben. Am NE-Fuss der Scheerhornwand bis gegen Kammligletscher streicht der verkehrte Mittelschenkel der Scheerhornfalte durch. Die Gewölbeumbiegung, die wir von Westen aus östlich in den Nordgrat des Kleinscheerhorns hinein stechen sehen, tritt in schieferm Anschnitt auf der Seite des Kammligletschers wieder hervor. In tangentialem Anschnitt erscheint die Scheerhornumbiegung im Malm unter dem Kammlistock. Der

prachtvolle typische Quintnerkalk am Fusse der Eiswand oben am Kammligrat gehört, wie mir scheint, dem verkehrten Mittelschenkel der Falte an; darunter liegt, hier mächtig entwickelt und reich an Austern und Belemniten, Neocomien. Hier oben am Kammligrat tritt auch in petrographisch typischer Entwicklung zwischen Malmmergelschiefern (Balfries) und braunem Neocom der Kalk mit groben Sandkörnern auf, der anderwärts *Pygurus rostratus* enthält. Da hingegen, wo die Kammliwand den Malm der hier anscheinend noch etwas komplizierter gebildeten Scheerhornfalte durchlöchert hat, treten aus dem Loche die schwarzen eocaenen Schiefer hervor, gerade wie diese auch im Scheerhorn südlich dem Malm anliegen.

Der tangentielle Anschnitt des gefalteten Malms streicht östlich unter den Glaridenstock hinaus. In den Bergcoulissen, die von den Teufelsstöcken nördlich abfallen, konnte ich ihn bisher nicht mehr erkennen, und in der gegen West gekehrten Wand des Gemsfayerstockes scheint er auch nicht mehr entblösst — er liegt hier vermutlich — nochmalige Revision dieser Gehänge bei besserer Witterung vorbehalten — weiter südlich im Innern des Berges verborgen. Der untere Glaridengletscher führt, wenn auch nicht annähernd so reichlich wie der Griesgletscher, an einigen Stellen Taveyanazgesteine, was ebenfalls beweist, dass in den Nordwänden des Glaridenstockes der aufsteigende Malmlappen durchlöchert sein muss.

Heute kann ich nun sagen, dass die schon früher beobachteten Streifen von Malmkalk am Nordabhang von Kammlistock und Glaridenstock wohl nicht eine besonders weit ausholende Falte des autochthonen Malm darstellen, was stets in den Profilen sich etwas gezwungen gestaltete, sondern dass sie wahrscheinlich der sonderbaren, im Eocaen ganz schwimmenden Griesstockdecke angehören. Eine nochmalige Untersuchung der Südseite der Glariden auf die Frage, ob dort der Malm im Eocaenen noch heraussteche, oder ob er wie am Scheerhorn vorher ausgekeilt sei, wurde leider durch den frühen tiefen Schneefall (16. September) für dies Jahr verhindert.

Ausgezeichnet schön und klar endlich liegen die Verhältnisse am Fisitenpass am NE-Ausläufer des Gemsfayerstockes. Der Griesstock-Balmwandmalm liegt, meistens südlich einfallend, unter dem Niveau des Fisitenpasses. Er ist hier stückweise von wenig Seewerkalk und dann von Eocaen mit inliegenden Linsen von Seewerkalk bedeckt, ganz wie an der Kammlialp. Darüber folgt, diskordant aufsitzend, mit der Oberfläche nördlich abfallend, der typische Lochseitenkalk. In einzelnen Lappen bedeckt er den Nordrücken des Gemsfayerstockes und bildet dessen westlichen Gipfel. Die ganze, in ihrer Ebenheit nur selten unterbrochene Nordabdachung des Gemsfayerstockes sowie des Kammerstockes bis

hinab in den Urnerboden rührt von der Überschiebungsfläche auf dem Lochseitenkalk her. Die Verwitterung hat derselben entlang geschält. Fig. 3 Tafel IV gibt ein Profil an solcher Stelle. Also auch hierhin setzt sich die Griesstockdecke fort und auch hier ist sie durch Eocæn und Seewerkalk getrennt vom höher aufsteigenden Lochseitenkalk.

7. Der Kammligrat.

Das Gebiet, das uns hier beschäftigt hat, kann man nicht untersuchen, ohne dass immer wieder Fuss und Auge auf den mächtigen Quergrat stossen, der am Klausenpass unten 2¹/₂ km breit ansetzend, nach oben sich auf wenige Meter verschmälernd sich hinaufzieht zwischen Glaridenstock und Kammlistock bis zu der ungeheuren abbrechenden Eiswand des oberen Glaridengletschers. Er erhebt sich hoch über der Balmwand, seine Gesteine bedecken die „Griesstockdecke“. Am 8. September 1906, nach 34 Jahren, bin ich wieder über diesen Kamm hinaufgestiegen. Damals war mir erstaunlich der vielfache Wechsel von hellen, wachsartig durchscheinenden, halb marmorisierten Kalken, Kalken voll Kieselknollen mit Schiefern und Nummulitenkalken. Ich konnte nur Verwirrung und Wechsellagerung, dreissigfältige Wiederholungen ähnlicher Facies finden und wagte nicht, die hellen marmorischen Kalke, die vielfach zwischen den Nummulitenkalken liegen, stratigraphisch aus diesem Verbände herauszulösen und dadurch eine ungeheuerliche tektonische Verknetung und Mischung zu konstruieren. Ich konnte das um so weniger, als ich ja in der Kammlialp über dem flachen Malm als Unterlage des ganzen Kammligrates den Nummulitenkalk richtig verfolgt hatte. Der ganze Schichtenkomplex des überliegenden Kammligrates sollte demnach Eocæn sein. So bezeichnete ich ihn denn auch in der Karte und in den Profilen. Im obersten Teil des Kammligrates hatte ich schon damals Neocomien und Malmkalk erkannt und vom Eocæn ausgeschieden („Mechanismus“ Bd. I, S. 70 und 71).

Seither haben wir grosse Fortschritte in der Beurteilung der Stauungsmetamorphose gemacht. Malmkalk, Schrattenkalk, Seewerkalk, Eocænkalk können alle zu hell marmorisierten einander sehr ähnlich sehenden Gesteinen werden und sogar ganz in groben Calcitmarmor sich umwandeln. Das gleiche Gestein wird, je nach dem der Druck mehr stehend oder bewegt war, das einmal dabei mässig, ein andermal ausgezeichnet laminiert. Aber innerhalb dieser durch Stauungsmetamorphose ähnlich gewordenen Gesteinen können wir jetzt doch noch Unterscheidungsmerkmale festhalten: Dem Seewerkalk bleiben in diesem Gebiete, wenn auch zerfetzt oder gekräuselt gestaut, seine

feinen schwarzen Häute und hie und da ein Restlein unmarmorisierten Gesteines im Marmor schwimmend. Dem Quintnerkalk und dem oberen Valangienkalk bleiben die Kieselknollen; selbst wenn sie zu Lochseitenkalk umgeknetet sind, sind dieselben oft noch knollig oder dann schlierig flach gedrückt erkennbar. Der Schrattenkalk verrät oft in weissen gebogenen verzogenen Flammen noch seine Requienien. Der Seewerkalk ist immer derjenige, den wir noch bei höchster Marmorisierung zu erkennen vermögen, sei es, dass er mit dem Lochseitenkalk verknetet erscheine, wie am Panixerpass beim Panixerseeli, sei es, dass er am Kammligrat in einzelnen Linsen im Nummulitenkalk eingeknetet ist. Einzig im ersten autochthonen Vorkommen am Kistenpass in Ladril und Fluaz weicht der Seewerkalk etwas stärker ab, indem die schwarzen flasrigen Häute spärlich werden, die knollige Plattung einer mehr ebenen Dünnschichtung weicht und die Substanz weniger dicht und in der Färbung dunkler wird. Vielleicht drücken wir uns richtiger so aus: Da wo der Seewerkalk autochthon beginnt, hat er noch nicht ganz seinen normalen ausgezeichneten Charakter ausgebildet. Völlig ununterscheidbar sind für uns jetzt noch in manchen hochgradig mechanisch metamorphosierten Abänderungen Schrattenkalk und Troskalk (oberer corallogener Malm). Das Mikroskop lässt da völlig im Stiche, denn gerade die ursprünglich bezeichnenden Mikrostrukturen und Mikroorganismen verschwinden bei überhandnehmender Dynamometamorphose am schnellsten. Eher noch zeigen sich bezeichnende Unterschiede in der Art und Farbe der Anwitterung. An dieser z. B. kann man stets lochseitisierten Röthidolomit von lochseitisiertem Malm unterscheiden (Setherfurka, Alp Ranasca etc).

Seit jener Zeit, da ich mir ob dem Kammligrat Kopfzerbrechen machte, ohne ihn zu verstehen, haben wir uns auch gewöhnt, keine Faltungskomplikation mehr für unmöglich zu halten und der alte Hohn über meine „Mechanomane“ und darüber, dass ich in meinen Profilen umginge, „als ob die Berge lauter Pfefferkuchen wären“, hat seine Wirkung angesichts der Tatsachen ganz verloren.

Wo ich vor 34 Jahren am Kammligrat nur durchscheinende marmorische Kalke mit Nummulitenkalcken und Flychsschiefern wechselnd fand, da können wir jetzt unterscheiden und feststellen:

- a) Ein Teil der hellen Kalke des Kammligrates ist Seewerkalk. Der Seewerkalk ist bald in langen Riffen anstehend und tief hineingefaltet in das Eocaen, bald erscheint er nur in einzelnen wellig gefälten Fetzen und Linsen, die mit dem Eocaen verknetet sind; bald finden wir ihn oben am Grat, manchmal auch tiefer unten. Am reichlichsten treffen wir ihn im unteren Teil beim Aufstieg von Niemerstaffel-Klausenpasshöhe gegen Süden.

Alle diese Seewerkalkfetzen, kleinere wie grössere, liegen vollständig eingehüllt im Eocaen, oft oben und unten von Nummulitenkalk eingefasst, oft mit demselben völlig verschweisst. Unter den zahlreichen Schichtpaketen von Seewerkalk ist besonders eines unter dem Kammlihörnli von weiter Erstreckung. Der Zusammenhang ist auch da noch leicht zu erraten, wo es in einzelne Linsen auseinandergerissen ist. Seewerkalk erscheint ferner, oben und unten in Nummulitenkalk gehüllt, westlich des Fisitenpasses zwischen dem oberen und unteren Weg nach Gemsfayer (Fig. 3) und sticht wieder als Gewölbekern aus einer flach liegenden Umhüllung mit Nummulitenkalk, das Knie gegen Nord gerichtet, in der langen Wand heraus, welche den Nordfuss des Gemsfayerstockes hinter der Gemsfayeralp bildet. Er zieht sich am Fusse der Teufelsstöcke durch. Nach Bedeckung durch den unteren Glaridengletscher erscheint er am Tialpli unter dem Gipfel 2360 m. Der oben schon erwähnte Streifen von Seewerkalk, welcher sich von nahe südlich der Klausenpasshöhe durch die Niemerstalderbänder über der Kammlialp bis südlich des Kammlihörnli hinaufzieht, ist vielleicht die Fortsetzung, vielleicht eine analoge Wiederholung. Vor 34 Jahren habe ich mit der Annahme, diese Kalkstreifen seien eine Abänderung eocaener Kalksteine, die einfachere Lösung gesucht. Heute aber, da wir den Seewerkalk darin mit Sicherheit erkennen, müssen wir staunen ob der unglaublichen Ineinanderschachtelung der verschiedenen Blätter der Erdrinde. Diese verschiedenen Seewerkalkpakete haben keinen Zusammenhang mehr etwa mit der Kreide über der Griesstock-Balmwand, vielmehr setzen die Nummulitenkalke der Kammlialphütten flach unter derjenigen Region durch, welche gerade die meisten Seewerkalkmassen enthält. Bezeichnend für ihre Unabhängigkeit von der Griesstockdecke ist übrigens der Umstand, dass sie von keiner anderen Kreide begleitet sind. Manchmal sind sie mit dem Lochseitenkalk nach oben in Berührung. Wir könnten uns deshalb denken, dass sie mit dem Lochseitenkalk, an welchem oft als Fetzen des verkehrten zerrissenen Mittelschenkels noch Stücke von Seewerkalk haften (Panixerpass), aus der Wurzelregion der Glarnerfalte hierher verschleppt und dann durch die Zusammendrängung des darunter liegenden Eocaens vom Lochseitenkalk zum Teil abgeschürft und in die Falten des Eocaens verschleppt und verschluckt worden sind. Allein noch häufiger sind sie vom Lochseitenkalk gänzlich durch Eocaen abgetrennt. Wahrscheinlicher stammen sie von irgend einer anderen zerrissenen und verschleppten liegenden Falte oder „Decke“ und sind zwar aus etwas anderem Niveau,

aber doch ähnlichen Ursprungs wie die tiefere Griesstock-Malmwandmasse. Jedenfalls sind sie durch und in Eocaen aus Süden nach Norden verschleppt worden.

- b) Am Grat finden sich zahlreiche normal alpinstreichende Rippen und Linsen eines hellen massigen marmorisierten Kalkes oft reich an Kieselknollen in Lagen und an der Anwitterungsfläche sichtbaren schlierigen Streifen. Diese Rippen und Linsen dieses Kalkes gehören immer nur der Gratregion an, sie endigen stets nach unten, meist stumpf abgerundet, seltener ausgespitzt, bevor sie westlich den Griesgletscher und in der Regel auch bevor sie östlich den unteren Glaridengletscher erreichen. Dieser Kalk bildet grosse und auch kleine Riebeln und Knollen und Spindeln, meistens von Rutschflächen umschnitten, oft discordant abstossend an unter- oder nebenliegendem Seewerkkalk, Nummulitenkalk oder Flyschschiefer. Meistens ist die Schichtlage innerhalb des Kalkes undeutlich. Wo sie erkennbar ist, zeigt sie fast immer verwickelte Verbiegungen. Im obersten Kammligratteil von ca. 1 km unter der Eiswand an kommt dieser Kalk mit Kieselknollen, sowie der Seewerkkalk nicht mehr vor. Unser Kalk mit Kieselknollen ist der Lochseitenkalk, der aus Quintnerkalk und vielleicht zum Teil auch aus Valangienkalk etc. entstanden ist. Die Abwitterung hat gerade die ebene Oberkantfläche dieses Lochseitenkalkes, die am Kammerstock und Gemsfayerstock sich eben noch in der äussern Form geltend macht, weggenommen und ausser einem einzigen kleineren südlich ansteigenden Lappen sind nur noch die bekannten Verzahnungen und Einbuchtungen von der Lochseitenkalk-Unterseite ins Eocaen hinein im Kammligrat erhalten geblieben.

Die Hauptmasse des Kammligrates bis fast zu 2800 m hinauf, in welche Seewerkkalk und Lochseitenkalk eingebettet sind, ist der Flysch — eocaene Schiefer und Nummulitengesteine, letztere in erstaunlicher Fülle der Ausbildung. Viele Kalkrippen, sowohl des Seewerkkalkes wie des Lochseitenkalkes steigen an der Ostflanke des Grates etwas tiefer hinab als an der Westflanke, was wohl dem allgemeinen Sinken im Streichen gegen Osten entspricht. Unten sind sie oft wunderbar umfaltet, manchmal in einzelne von Rutschflächen umgebene Linsen oder Spindeln geteilt. Am Gehänge hinter dem Tierälpli fand ich sogar eine in eocaene Schiefer eingehüllte feste Linse von etwa 50 m Länge bei 3 m Dicke, welche fest in ein Stück zusammengeschweisst aus Lochseitenkalk, Seewerkkalk und Nummulitenkalk besteht.

- c) Im obersten Teil des Kammligrates über 2800 m ist kein Lochseitenkalk, kein Seewerkkalk mehr zu finden. Hier hingegen

kommen in sehr verworrener Lagerung — wahrscheinlich als Fortsetzung der Griesstockdecke — die schon früher erkannten Neocom-schiefer mit massenhaft verkieselten Schalen von anscheinend *Ostraea sinuata* und *Ostraea macroptera* vor. Darüber folgt marmorisierter Schrattenkalk, darüber wieder neocomische Austernschichten, dann kieselige Kalke mit einzelnen Belemniten, dann Kalk mit grobem Sand nach Art der Pygurus-schichten. Noch höher am Grat folgt schwarzer Mergelkalk nach Art der Bal-friesschiefer oder der Zementschichten am Walensee und dicht unter der Eiswand prachtvoller typischer, inwendig blauschwarzer, dichter, splittriger, gut gebankter, aussen hell blaugrau anwitternder Hochgebirgskalk. Er bildet den Kopf westlich an der Eiswand 2949 m und zieht sich östlich gegen die Clariden, wo er den Gipfel 3202 m bildet und unter dem Hängegletscher des Glaridenstockes verschwindet.

Es ist zu betonen, dass in den unteren $\frac{4}{5}$ des Kammligrates bis zu ca. 2800 m Meerhöhe Seewerkalk, Lochseitenmalm und Eocaen ungezählte Male mit einander wechseln, ohne dass ich hier irgend eine Spur von unterer Kreide dabei hätte finden können, und dass dieser Wechsel meistens nicht tief an den Gratflanken hinabsticht. Die im obersten Fünftel des Kammligrates vorhandene verkehrte Schichtreihe von Schrattenkalk, Neocomien, Valengien und Malm dagegen setzt zusammenhängend beiderseits an den Gratflanken bis an den Griesgletscher und an den unteren Glaridengletscher hinab und streicht im unteren Teil der Felswände, freilich nicht ohne verworrene Fältelungen, weiter. Diese letzteren Gesteine alle gehören sehr wahrscheinlich der Griesstockdecke in östlicher Verlängerung von deren der Scheerhornfalte an.

Der verwalzte Mittelschenkel der grossen Glarnerfalte hat ohne Zweifel die eben abfallende Felsfläche unter dem Gemsfayerfirn geschnitten und vom Kammerstock und Fisitenpass bis in den Urnerboden hinab hat die Verwitterung vorherrschend dieser Schnittfläche entlang getastet. Hie und da sind unter der ebenen Fläche auch hier noch Fetzen von Lochseitenkalk erhalten geblieben. Ein solcher erscheint an der Westecke des Gemsfayerstockes, einige andere höher oben bis unter den Langfirn und ich vermute, auch der helle Kalk vom obersten Teil der Teufelshörner, der scharf getrennt ist vom unterliegenden Eocaen, sei Lochseitenkalk. Auch die Eismassen am Glaridenstock selbst verdecken vielleicht noch einzelne Reste der Lochseitenkalkplatte.

Es ist nun völlig klar, dass eben die grosse Überschiebungsfläche der Glarnerhauptfalte oder Glarnerstammfalte, die sich meistens

am unvermitteltsten an der oberen Fläche des Lochseitenkalkes vollzogen hat, über dem Kammligrat gelegen war, und von Süden von über dem Zentralmassiv her kommend über die Glariden herunter gegen Norden abfällt. Der Griesstockkalk aber mit seinem südlich gewendeten Knie, das mich dereinst getäuscht hatte, liegt mehr als 1000 m tiefer im Eocaen vergraben. Die Zwischenmassen zwischen Lochseitenkalk und Balmwand-Griesstockmalm, die an manchen Stellen zu Null reduziert waren, und die an der Unterbalmalp aus wenigen Metern Nummulitenkalk bestehen, sind hier gegen Süden mächtig angehäuft. Das ganze Gebirge nördlich des Klausenpasses mit Ortstock und Glärnisch ist über diese Gleitfläche von Süden her gekommen. Die „Glarner Nordfalte“ kehrt nicht im Griesstock um, sie ist der nördliche Teil der einen aus Süden kommenden grossen liegenden Falte, deren verwalzter Mittelschenkel im Lochseitenkalk so treu ausgehalten hat. Auch hier wieder stossen wir auf die Beweise dafür, dass die grosse Glarnerfalte nicht eine Bruchüberschiebung, sondern eine Überfaltung ist. Sie hat einen verwalzten Mittelschenkel. Aber selbst wenn der Lochseitenkalk fehlen würde, wie er in der Griesstockdecke fehlt, so wäre darin doch noch kein Beweis für eine reine Bruchüberschiebung gegeben. Die Mittelschenkel liegender Falten sind oft ganz zerrissen, sind durch blosse Rutschflächen ersetzt — in ihrem Embryo war aber die Überschiebung dennoch eine liegende Falte. Ein Fetzen Lochseitenkalk ist zu vergleichen einem rudimentär gewordenen Organ von phylogenetischer Bedeutung. Als solchen begrüessen wir ihn. Wo immer er sich findet, sagt er uns, dass die Überschiebung eine übertriebene Falte ist.

* * *

8. Schluss.

Abermals verweise ich auf meine graphische Darstellung besonders Tafel III. Dieselbe enthält manche Beobachtung, die im Texte nicht besonders erwähnt worden ist und erläutert alles gesagte.

Wir haben nun durch diese Untersuchung den Lochseitenkalk völlig getrennt vom Malmkalk des Griesstocks und der Balmwand und seine Spuren als vom Klausenpass gegen Süden über den Kammligrat und über den Clariden und Kammlistock hinaus zielend gefunden. Die Fläche des reduzierten oder zerrissenen Mittelschenkels ging über das Zentralmassiv und über seine autochthone Sedimentbrücke, d. h. über den Tödi, das Scheerhorn, die Windgällen hinaus.

Die Art und Weise, wie Lugeon (Les grandes nappes etc. Bull. Soc. Géol. France 1901, S. 777) den Griesstockkalk zu Gunsten der Einheitlichkeit der Glarner Überfaltungsdecke aus Süden wenden wollte als eine von oben kommende Einfaltung des Lochseitenkalkes, ist zunächst sehr nahe liegend und hätte sogar nach dem damaligen Stand der Kenntnisse noch durch weitere Tatsachen wahrscheinlich gemacht werden können. Indessen nachdem festgestellt ist, dass Lochseitenkalk und Griesstockmalm gar nicht zusammenhängen, fällt jener Erklärungsversuch dahin, und es ist eine auch für Lugeon viel befriedigendere Lösung gefunden.

So habe ich mich denn, so gut als möglich, in diesem Punkte korrigiert. Der „Stein des Anstosses“ ist weggeräumt und die Ideen von Bertrand, Suess, Schardt und Lugeon haben offenes Feld und volle Bestätigung auch am Klausenpass gefunden. Wir können und wollen nicht mehr von der Glarnerdoppelfalte sprechen, wir haben es mit der einen grossen Glarnerhauptfalte oder Überfaltungsdecke und ihren Teildecken zu tun. Die unter dem Titel der Glarnerdoppelfalte früher mitgeteilten Beobachtungen gelten für die eine grosse vom Südrande des Aarmassives kommende Glarner Überfaltungsdecke, die Glarnerstammdecke, wie wir sie wohl am besten im Verhältnis zu ihren Astdecken oder Zweigdecken: Schiltdecke, Mürtshendecke, Deyendecke, Säntisdecke etc. bezeichnen.

Ich trete nicht auf die Einwürfe von O. Ampferer (Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanst. 1906, Bd. 56, Heft 3 und 4 und Besprechung meiner Nachlese Nr. 15 in Heft 8) gegen die Ueberfaltung ein. Es scheint mir ein müssiges Unterfangen, auf spekulativem Wege die Unmöglichkeit der beobachteten Tatsachen beweisen zu wollen. Beobachten wir zuerst durchprüfend und leiten wir dann nachher die Theorie aus den Beobachtungen ab!

Ich hoffe eine spätere „Nachlese“ der südlichen Wurzelregion der Glarner Überfaltungsdecke widmen zu können. Der Schneefall vom 16. September hat dies Jahr den Abschluss meiner dortigen neuen Beobachtungen verhindert.

Zürich V, im Oktober 1906.