

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 12 (1912-1913)
Heft: 1

Artikel: Die Niesen-Habkerndecke und ihre Verbreitung im helvetischen Faciesgebiet
Autor: Beck, Paul / Gerber, Ed.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-157266>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.02.2026

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

Die Niesen-Habkerndecke und ihre Verbreitung im helvetischen Faciesgebiet.

VON PAUL BECK in Thun.

Mit einem *Beitrag zur Stratigraphie des Niesen*

VON ED. GERBER in Bern.

Mit Tafeln I und II.

I. Einleitung.

1. Schardts «*Exotische Gebiete, Klippen und Blöcke am Nordrande der Schweizeralpen*»¹.

An der Jahresversammlung der schweiz. naturforschenden Gesellschaft in Engelberg 1897 sprach der Neuenburger Professor SCHARDT folgende grundlegende Beobachtungen und Gedanken über den exotischen Flysch in den Präalpen und im Gebiet der helvetischen Facies aus:

«In der ganzen Stockhorn- und Chablaiszone, besonders aber im Stockhorngebiet selbst, tritt der **Flysch** in ungeheurer Mächtigkeit auf; seine abwechslungsweise sandigen, mergeligen und kalkigen Schichten, welche auf eine in seichtem Wasser verlaufende Sedimentation hinweisen, sind stellenweise durch das ausserordentlich häufige Auftreten von Conglomeraten gekennzeichnet. Das Merkwürdigste dabei ist, dass neben Jura- und Triastrümmern, welche den umliegenden Gebirgstteilen entnommen zu sein scheinen, zahlreiche, ja oft vorherrschende Bruchstücke von kristallinen Gesteinen auftreten. Oft sogar wachsen diese Trümmer zu ungeheuren Volumen an; es entstehen eigentliche Riesenbreccien. Allbekannt sind die Breccienlagen des Niesen und die Riesenbreccien von les Ormonts, dann die Gesteine vom Gurnigel und des Habkerntales.

Weitere Rätsel reihen sich also an die schon gestellte Frage (nach den Präalpen und ihrer Facies) an. Erstens wo diese absolut fremden kristallinen Gesteine herkommen, in-

¹ H. SCHARDT, Die exotischen Gebiete, Klippen und Blöcke am Nordrande der Schweizeralpen. *Eclog. geol. helv.* T. V., S. 233. 1898.

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

....Aber auch in dem Gebiet mit helvetischer Facies fehlen exotische Blöcke und Breccien nicht.... Alles Material der Breccien und der groben Flyschsandsteine ist hier exotisch. Von Annecy bis an die Arve und von Habkern bis an den Rhein verfolgt man eine dem Niesen- und Ormontsflysch ähnliche Zone, in welcher exotische Gesteine mit denselben Eigenschaften auftreten.

....Gerade dort, wo die fremdartigen Breccien am häufigsten auftreten, finden sich *wirkliche Gebirge, vollständig aus Stockhornfacies bestehend*, mitten im Flysch steckend oder diesem scheinbar aufsitzend und ringsum von Gebirgen mit helvetischer Facies eingefasst.... Nach den Vorkommnissen am Nordrande der Karpathen sind diese Erscheinungen **Klippen** genannt worden.

....Ich war wohl der Erste, welcher vor beinahe sechs Jahren die Behauptung aufzustellen wagte, diese Klippen seien auf dem Flysch *aufsitzende Schollen*, nämlich *riesige exotische Blöcke*. Zwischen diesen Klippen und den exotischen Blöcken ist kein anderer Unterschied vorhanden als der ihrer Dimensionen.

....Damit ist schon vieles gewonnen: *Die Klippen liegen auf dem Flysch; in ihrer Höhe liegen exotische Blöcke und Breccien; sie gehören derselben Facies an, wie die Stockhorn-Chablaisalpen*, wo auch dieselben Flyschbreccien in so grosser Verbreitung vorkommen.... *Es ist somit nicht zu verkennen, dass Klippen, exotische Blöcke und Flyschbreccien in dem Alpengebiet mit helvetischer Facies in einem gewissen Verhältnisse stehen mit der Stockhorn-Chablaiszone, deren Facies-Charakter sie stets begleitet.*

Bedenken wir noch weiterhin, dass in den ungeheuren Anhäufungen von Geröllen, welche die *miocaenen* Nagelfluhablagerungen der Ostschweiz zusammensetzen, nur wenig Material mit helvetischer Facies auftritt, sondern vorzugsweise als ostalpin bezeichnete Gesteine, Klippengesteine möchte man sich ausdrücken, so wird sofort einleuchtend, dass die Klippen gerade es sind, welche das Material zu dieser Geschiebemasse geliefert haben. Die Klippen bildeten ursprünglich eine zusammenhängende Decke, welche zur Miocaenzeit von der Erosion zuerst angegriffen werden musste, weil sie das oberste Glied der Gebirgsmasse bildete. Jetzt bleiben davon nur noch einzelne Fetzen, Ruinen, welche, weil an tieferen Stellen liegend, dort von der Erosion verschont geblieben sind. Stellen wir uns die ursprüngliche Ausdehnung der Klippendecke vor, so muss dieselbe vom Rhein bis zur Aare gereicht haben, sie ist das fehlende Mittelstück, welches die Rhätikonmasse früher mit der Stockhornzone verband.

....Die Bewegung dieser Ueberschiebungsdecke ist als eine *wirkliche Abrutschung* zu bezeichnen, welche dadurch hervorgerufen wurde, dass die innern tiefen Gebirgsfalten sich zusammenhäufte und eine vorerstige Erhebung des zentralen

Teiles der Alpen erzeugten.... Der sich vorwärtsbewegende Rand und wohl ein grosser Teil der Decke war vom Flyschmeer bedeckt und bewegte sich um so leichter. Abstürzende gewaltige Massen, teils Sedimente, teils mitgerissene Fetzen kristalliner Gebirgsteile, nährten die Flyschsedimentation mit Trümmern aller Art und jeder Grösse. So mögen auch die grossen Blöcke in die Mergellager des Flysch hineingeraten sein.

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

Diese Ausführungen eröffneten die weitesten Perspektiven zur Erforschung der Flyschfrage überhaupt und ganz besonders für den bisher sog. helvetischen Flysch. Eingehende Untersuchungen von ARNOLD HEIM, A. TORNQUIST und dem Unterzeichneten nahmen zu dem SCHARDT'schen Gedanken Stellung. Die letzten fünf Jahre sind reich an Literatur über diesen Gegenstand. In kurzen Zügen sollen die Gedankengänge der verschiedenen Autoren dargelegt werden.

2. Die Untersuchungen Arnold Heims.

ARNOLD HEIM, der in den letzten Jahren am meisten über den helvetischen Flysch und die Flyschfrage überhaupt schrieb und dabei mehrere neue Gesichtspunkte aufstellte, begann seine Forschungen am Westende des *Säntis*¹. Hier unterscheidet er einen jüngern, obern, dunklen Flysch, « eine ganz andere, petrographisch viel mannigfaltigere Bildung » als der gewöhnliche, ältere, untere und helle Flysch. Er erwähnt als Blöcke grobe Glauconitsandsteine und grüne Oelquarzite.

1907 schreibt er über die « Frage der exotischen Blöcke im Flysch, mit einigen Bemerkungen über die subalpine Nagelfluh »². Darin nimmt er energisch Stellung gegen die oben angeführten Ansichten SCHARDTS. « Die neuen tektonischen und stratigraphischen Untersuchungen lehren, dass diese Blöcke (von Habkern bis ins Toggenburg) in keinem direkten Zusammenhang mit den Klippen stehen.... An

¹ ARNOLD HEIM, Westlicher Teil des Säntisgebirges. *Zürcher Dissert.* 1905. Auch II. Teil der 46. Liefg. der *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*.

² *Eclog. geol. helv.* Vol. IX. Nr. 3. 1907.

beiden Orten (Amden und Habkern) finden sich die exotischen Blöcke in der normalen helvetischen Flyschhülle der höhern helvetischen Decken. Die Klippen kommen nicht in ihre Nähe und ein tektonisches Hineinkneten durch exotische Decken ist ausgeschlossen. » Er betont ferner, « dass die exotischen Blöcke aus den Gegenden Ormonts, Niesen, Hornfluh, Mocausa, Voirons, la Berra, Gurnigel, Habkern, lauter **saure kristalline Gesteine** sind und sich die basischen Klippengesteine nicht als exotische Blöcke im Flysch vorfinden ». Bezüglich der Nagelfluh bezweifelt er deren Entstehung aus den fertigen lepontinischen oder ostalpinen Decken (Ansicht von STEINMANN¹). Er weist ferner auf die weite Verbreitung der Exoten im helvetischen Faciesgebiet hin: « Die exotischen Blöcke sind nicht auf eine Decke beschränkt und gehören noch weniger einer besondern Decke an, sondern sie kommen im Flysch des autochthonen Gebirges und der helvetischen Decken vor. Sie erreichen eine besondere Häufigkeit im obern Flysch der höchsten helvetischen Decken und sind vom Thunersee bis ins Vorarlberg eine stratigraphische Erscheinung im *helvetischen* Flysch. » Er transportiert schliesslich die Exoten auf Treibeis ins helvetische Flyschmeer hinaus.

« Ueber das Profil von Seewen-Schwyz und den Fund von Habkerngranit im Nummulitengrünsand » schrieb ARNOLD HEIM 1908². Der Fund bestätigt ihm nicht nur die Treibeishypothese, sondern auch das Lutétienalter der Einlagerung der Exoten. « Die Deckenüberschiebungen sind jünger. » Im gleichen Jahre wirft HEIM³ in einer sehr interessanten Studie die Frage auf, ob nicht einzelne sonderbare Vorkommnisse in der Stratigraphie durch subaquatische Rutschungen erklärt werden können. Viele Beobachtungen im Gebiet des Flyschs mit exotischen Blöcken (« Wildflysch ») scheinen diese Ansicht zu bestätigen.

Im gleichen Jahre erschien die bedeutendste, umfangreichste Veröffentlichung HEIMS über die « Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen⁴ ». An Hand von Spezialprofilen und Auszügen sucht er die gesamte Flyschfrage im Sinne seiner bisherigen Ausführungen darzulegen. Er

¹ G. STEINMANN: Geolog. Probleme des Alpengebirges. *Zeitschr. des deutsch. u. österr. Alpenvereins*. 1906. (37. Band.)

² *Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. in Zürich*. Jahrg. 53. 1908.

³ Ueber rezente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung. *Neues Jahrb. für Min., Geol. u. Pal.* Jahrg. 1908. Bd. II. S. 136—157. Stuttgart.

⁴ *Abhandlungen d. schweiz. pal. Ges.* Vol. XXXV. 1908. Zürich.

stellt den sog. «Wildflysch», also den Flysch mit Exoten, in dem Lutétienfossilien gefunden wurden, naturgemäss ins Lutétien. Weil er nun den Wildflysch stets über den gewöhnlichen grauen helvetischen Flyschschiefern antraf, so ordnete er die letztern, wie auch den Taveyannazsandstein, im untern Teil des obern Lutétien ein, was allen bisherigen Autoren widersprach. Es ist schade, dass sich ARNOLD HEIM nicht genau mit der Ansicht SCHARDTs vom wirklich exotischen «Wildflysch» vertraut machte und sich durch seine Studien im helvetischen Faciesgebiet ohne bekannte Klippen (Amden, Sernftal, etc.) zu Schlüssen verleiten liess, die vollständig unhaltbar waren. Die Wildflyschfacies beschreibt er in diversen Profilen und S. 185 übereinstimmend mit KAUFMANN¹ und SCHARDT² und schliesst mit den Worten: «Bestimmt können wir nur das folgende sagen: 1. Der Wildflysch ist eine marine Bildung. 2. Er enthält unregelmässig zerteilt neritische und hyponeritische Einlagerungen von Nummulitenkalk (und -Grünsand). Sonst ist diese Facies noch unverständlich (!).»

Die Frage der exotischen Blöcke behandelte HEIM ganz speziell im I. Teil seiner Monographie der *Churfürsten-Mattstock-Gruppe*³. Ueber die vertikale Verbreitung schreibt er: «1. im senonen Leistmergel (in Wildflyschfacies) bei Alpli; 2. in den wie Wildflysch aussehenden obern Grenzsichten der Leistmergel (Rinderbach, Alpli-Fliegenspitz); 3. im untern Teil des Flysch (Mattstock-Ostende, Nordfuss des Stock, Fahrenstöckli S.W., Rinderbach, Nordrand der Zwingenruns?); im mittlern und obern eocaenen Flysch (Blöcke westlich bis nördlich des Fliegenspitz, der Wildhausthur). Ausserhalb unseres speziellen Untersuchungsgebietes ist aber auch ein Fund von exotischem Habkerngranit in den Bürgenschichten gemacht worden, und zwar in der gleichen Säntisdecke bei Seewen.» Ueber die horizontale Verbreitung bemerkt er S. 103: «Man hat sie (die exotischen Blöcke) jetzt in der Tat überall gefunden, wo überhaupt auf der Nordseite der kristallinen Alpen mächtiger Flysch vorhanden ist: Im Wildflysch der Glarneralpen massenhaft (J. OBERHOLZER), in den untern helvetischen Decken noch fraglich (Churfürsten S.), in den obern helvetischen Decken, (Säntisdecke, Rädertendecke, Drusbergdecke) im

¹ F. J. KAUFMANN, Emmen- und Schlierengegenden. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*. 24. Liefg. 1886.

² *Loc. cit.*

³ *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*. 50. Liefg. 1910.

Senon und Mitteleocaen, in der Satteldecke massenhaft (Bonvin-Plainemorte, Zone des cols, Habkern), der Zone externe des Préalpes (Pleiades, Gurnigel), der grossen Decke der Préalpes médianes (Klippendecke) im Senon und Wildflysch und in der Brecciendecke.... Exotische Blöcke sind schon lange aus dem Vorarlberg bekannt und neuerdings aus der «Allgäu-Vorarlbergzone» beschrieben. » Er bleibt bei allen 1907 publizierten Ansichten vom Fehlen eines Zusammenhanges der Klippen und der exotischen Blöcke und hält an der Treibeishypothese fest.

Endlich im Jahre 1911 tritt ARNOLD HEIM der Möglichkeit einer exotischen Herkunft des Wilflysches näher, gezwungen durch mehrere Publikationen, welche seine bisherigen Ansichten gründlich widerlegten. Er schreibt im Rückblick über seine Ausführungen *Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen*¹: « Wir finden, dass der Glarner Wildflysch und die Blattengratschichten auf zweierlei Art gedeutet werden können: 1. Als normales, autochthones Hangendes der sicher helvetisch-autochthonen Taveyannaz- und Dachschiefer-Flyschgruppe. Diese Auffassung habe ich in den «Nummuliten- und Flyschbildungen» 1908 vertreten und daraus geschlossen, dass das gesamte alpine Eogen dem Lutétien angehöre; 2. als Rest einer (oder mehrerer) älteren, höheren Ueberschiebungsmasse, deren Wurzelgebiet südlich der Wurzel der Säntis-Drusbergdecke gelegen haben muss, und die dann sekundär durch den helvetischen Ueberfaltungsschub eingewickelt wurde. Diese Hypothese, die LUGEON für das Gebiet der Diablerets abgeleitet hat, ist nun auf seine Anwendbarkeit auf die östlichen Schweizeralpen geprüft worden. Die dritte Ansicht, wonach Wildflysch und Blattengratschichten dem verkehrten Mittelschenkel der Glarnerüberfaltung angehören, kann nicht aufrecht erhalten werden!

Die späteren Zitate aus den Arbeiten HEIMS werden die Genauigkeit und die Gewissenhaftigkeit seiner Beobachtungen zeigen. Die Erforschung des Flysches der Schweizeralpen wurde durch ihn mächtig gefördert. Wenn auch seine Schlüsse in vielen Fällen durch die Verkenntung der tektonischen Einflüsse unhaltbar sind, so ist die Schweizergeologie ihm um seiner Detailaufnahmen willen zu grossem Dank verpflichtet!

¹ *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. Neue Folge, 31. Liefg. 1911.*

3. Tornquist und die Allgäu-Vorarlberger-Flyschzone.

Die neuen Veröffentlichungen über diese Zone von RÖSCH¹ und WEPFER² beschreiben den subalpinen Flysch übereinstimmend mit dem schweizerischen sog. helvetischen Flysch indem sie auch zwei Hauptgruppen, eine mergelig-schiefrige und eine sandstein- bis konglomeratartige unterscheiden und darin übereinstimmende Komponenten und Fossilien (besonders Fukoiden) finden.

Die Publikation ARNOLD HEIMS über die « Frage der exotischen Blöcke im Flysch » veranlasste noch im selben Jahre TORNQUIST eine « Vorläufige Mitteilung über die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone³ » zu veröffentlichen. Er stellt darin fest: « Diese Klippenzone des Allgäu stellt nicht, wie STEINMANN will, die Reste einer ältern Klippenscholle dar, ist auch nicht der aufgeschürfte Untergrund einer alpinen Decke, sondern die durch die zweite alpine Decke von der Höhe der ersten Decke auf den weichen Liasmergeln abgeschobene Gipfelpartie der letztern.... Die exotischen Blöcke des Flysches liegen also nicht mehr an der Stelle ihrer primären Ablagerung; sie stammen aus jungtertiären Schuttmassen, welche auf den später vorgeschobenen alpinen Decken ursprünglich zur Ablagerung gekommen waren und bei der Bewegung dieser Decken von diesen herunter in die Flyschsedimente verschleppt wurden. » Im folgenden Jahr äusserte er sich der Mitteilung HEIMS über den « Habkerngranitblock von Seewen » gegenüber unzweideutig⁴: « Seine Bemerkung, dass die exotischen Blöcke deshalb nicht in eocaenen Flysch gekommen sein könnten, weil « jedermann weiss, dass in der Eocaenzeit unsere alpinen Decken noch nicht bestanden haben », ist unzutreffend. Soweit eocaener Flysch besteht, haben eben Deckenschübe schon begonnen. Die Ansicht, dass sich Ablagerung von eocaenen Sedimenten auf den Decken und Bewegung der letztern gegenseitig ausschliessen sollen, muss

¹ ANTON RÖSCH, Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse im Allgäu. *Berner Dissert.*, 1905. München.

² EMIL WEPFER, Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald. *Königsberger Dissert.*, 1908. Stuttgart.

³ *Sitzungsberichte der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften.* XXX. 1907.

⁴ A. TORNQUIST, Noch einmal die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und der submarine Einschub ihrer Klippenzone. *Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt.* 1908, Nr. 14.

sofort aufgegeben werden, wenn wir die ersten Deckschübe als submarin betrachten. Ich bleibe bei der SCHARDT'schen Ansicht « toute la composition du flysch est d'ailleurs exotique » und betrachte die Bildung des Flysch und das Emporsteigen der Alpen als untrennbare Vorgänge. »

« *Die Annahme der submarinen Erhebung des Alpenzuges und über die Versuche, Vorstellungen über submarine Gebirgsbewegung zu erlangen* » betitelt TORNQUIST¹ seine dritte Veröffentlichung. Darin sucht er die nicht gerade wahrscheinliche « subaquare Faltung der (unverfestigten) Molasse » und die wahrscheinliche submarine Faltung der Flyschzone (besser des Flysches) nachzuweisen besonders durch die in beiden Gesteinen häufig vorkommenden und wirklich schwer erklärlichen Wulstbildungen auf den Schichtflächen. Dann spricht er über den submarinen Beginn der Alpenschrimpung und den Flysch, den er als eine submarine Trümmermasse ähnlich der unterkarbonischen Grauwacke (nach Philippi) betrachtet. Von grosser Bedeutung sind seine im geologischen Institut der Königsberger Universität gemachten Versuche über das Eindringen von festen Körpern verschiedener Form in Sedimente. Die interessanten Resultate wendet er an zur Erklärung des vereinzelt Vorkommens exotischer Blöcke in ältern Sedimenten (Senon, Bürgenschichten ARN. HEIMS) wie mir scheint mit viel Wahrscheinlichkeit. « Ganz allgemein kann gesagt werden, dass grosse Blöcke, welche über weiche Sedimente abgelagert werden, wohl im allgemeinen leicht in tiefere Schichten durchsinken werden, und zwar so weit, bis das Sediment zu dicht wird; es können dort sekundäre, scheinbar aber primäre Konglomeratschichten entstehen, welche sich von ursprünglich primären Ablagerungen schwer trennen lassen. »

4. Untersuchungen im Gebiet von Habkern.

Seit dem Jahre 1905 befasste ich mich mit der Untersuchung der Gebirge nördlich von Interlaken. Dieses Gebiet umfasste den Nagelfluhstock der Blume und seine Ausläufer ins Eriz, dann eine subalpine Flyschzone mit schon bekannten Klippen und exotischen Blöcken, weiter südöstlich die helvetische Decke (Wildhorn-Niederhorndecke), zu welcher Sigriswilgrat-Beatenberg-Hohgant und Harder-Brienzergrat gehören. Die Mulde zwischen diesen genannten Gebirgs-

¹ *Sitzungsberichte der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften.* IV. 1909.

gruppen enthält das altberühmte Gebiet von Habkern mit den riesigen exotischen Blöcken und dem von KAUFMANN¹ so vorzüglich bearbeiteten Wildflysch. Während der Untersuchung stand ich sowohl mit ARNOLD HEIM als auch mit SCHARDT im Briefwechsel und erhielt von beiden Seiten wertvolle Ratschläge, die ich nochmals bestens verdanke. So bewahrte ich mich davor die komplizierten Verhältnisse von Habkern durch die Brille eines andern anzusehen und suchte die beidseitigen Meinungen nach den eingehend studierten Vorkommnissen zu prüfen. Dabei gelangte ich in den Grundzügen zu den Ansichten SCHARDTS über die Entstehung des exotischen Flysches und seine Beziehungen zu den Klippendecken. Diese Gedanken SCHARDTS für das Gebiet der helvetischen Facies auszubauen war nun mein Bestreben.

Im Jahre 1908 veröffentlichte ich eine «*Vorläufige Mitteilung über Klippen und exotische Blöcke in der Umgegend von Habkern*»² in der ich zur «Frage der exotischen Blöcke» von ARNOLD HEIM Stellung nahm und seine Ergebnisse für das Gebiet von Habkern zurückwies. Die wesentlichen Ausführungen betrafen die folgenden Gegenstände: 1. wurden eine ganze Anzahl meist kleiner, aber auch grösserer wirklicher Klippen im Gebiet des Wildflysch durch Fossilfunde nachgewiesen. 2. Die Verknüpfung dieser verschiedenen Gesteinsarten ist eine sehr intensive. 3. Dabei wurden auch exotische Blöcke mitumwickelt. 4. Klippen und exotische Blöcke müssen als einheitliches Phänomen aufgefasst werden. 5. Die Treibeishypothese genügt nicht zur Erklärung des Transportes aller exotischen Blöcke. 6. Klippen und exotische Blöcke erscheinen stets in Begleitung von Wildflysch in einer Weise, dass auf die Klippennatur des meisten Wildflysches selbst geschlossen werden darf. Der HEIM'sche Fund von Habkerngranit im Nummulitengrünsand veranlasst mich zur später wieder aufgegebenen Klassifikation der exotischen Blöcke in solche «welche mit den *untersten* Klippendecken (Zone des Cols, Niesenbreccie-Gurnigflysch) im Zusammenhang stehen und solche, die primär in die helvetische Schichtfolge eingelagert wurden.» Schon in dieser Publikation machte ich zum autochthonen Flysch des Glarnerlandes mit Wildflysch und Exoten ein Fragezeichen, da ich durch das Unterleufen der Niederhorndecke durch die exotische subalpine Zone und das gleichzeitige Vorhandensein der Klippen von Habkern über derselben zur Annahme einer Einwicklung der Niederhorndecke

¹ *Loc. cit.*

² *Mitteil. der naturf. Ges. Bern.* 1908.

durch die exotische Decke gelangt war. Die Ausdehnung der Einwicklung kannte ich damals noch nicht, so dass ich den Zusammenhang nicht direkt nachweisen konnte.

1909 schloss ich die *Kartenaufnahme* des Siegfriedblattes *Interlaken* ab, sodass sie 1910 erscheinen konnte begleitet von einer Profiltafel und einer Spezialkarte¹ des Burst. Zum ersten Mal wurden auf dieser Karte und in den Profilen im helvetischen Faciesgebiet der helvetische Flysch und das exotische, präalpine Eocaen von einander geschieden. Damit waren die Ideen SCHARDTS zur Tatsache geworden. Der Wildflysch ist definitiv vom helvetischen Flysch getrennt. Ein Blick auf die Karte, die zahlreiche neu aufgefundene mesozoische Klippen darstellt, überzeugt den Beschauer, dass das Klippenphänomen von dem der exotischen Blöcke nicht zu trennen ist.

1910 wurde auch der begleitende Text fertig und erschien 1911 als *Geologie der Gebirge nördlich von Interlaken*². Hier folgte nun die Begründung der kartierten Vorkommnisse. Vielfache oben erwähnte oder noch zu besprechende Beobachtungen im Gebiet der Präalpen und der helvetischen Facies hatten die Untersuchung des präalpinen Eocaens mächtig gefördert, so dass sich die Anschauungen, die ich schon 1908 gefasst hatte, bestätigten und erweiterten. Die Stratigraphie der exotischen Gesteine umfasst die Beschreibung der folgenden Vorkommnisse: *A.* Eruptiva: Granite mit rotem Feldspat, Granite mit weissem oder grünem Feldspat, Pegmatit, Aplit, Gneis, Diorit. *B.* Trias: Gips, Dolomit, Rauchwacke, bunte Letten. *C.* Jura: Lias, Malm (Tithon). *D.* Kreide: Neokom, Obere Kreide. *E.* Eocaen: Exotische Breccien und Konglomerate, Grünsandsteine des Lutétien und grüne Quarzite, Flyschschiefer (Fukoidenflysch, Graubraune Mergelschiefer, Schwarze, glänzende Schiefer), Flyschsandsteine (Sandsteinbänke im Flyschschiefer, Schlierensandstein). Dann wurde der Zusammenhang des exotischen Materials von Habkern durch den Nachweis von verschiedenen ähnlichen Relikten nach Osten bis ins Gebiet der Unterwaldner Klippen, nach Westen bis in die Zone des Cols und in den Talgrund von Kandersteg³ verfolgt. Das letztere Vorkommnis ergänzte die eben bekannt gewordenen seltsamen Funde von Derborence und der Lizerne (LUGEON) und Sernftal (OBERHOLZER) in vor-

¹ Spezialkarten Nr. 56 a und b, und 57.

² 59. Liefg. der *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*.

³ Die Kenntnis dieses Vorkommnisses verdanke ich den Herren TRUNINGER und TROESCH in Bern.

züglicher Weise, so dass der schon 1908 ausgesprochenene Zweifel an der autochthonen Natur der Glarnerexoten nun mit Sicherheit ausgesprochen werden konnte und die Entwicklung der helvetischen Decke durch exotisches Material (vergleiche die gleichzeitige Publikation ARNOLD HEIMS « Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen ») zur Sicherheit wurde. Ich unterschied nun den exotischen Flysch von Habkern samt seinen mesozoischen und kristallinen (vorwiegend sauren) Einschlüssen von den medianen Präalpen (zu denen bei Habkern die Klippen der Leimern, Stirne und Stelli-Hinterring gehören) und nannte das gesamte Gestein *Habkerndecke*. Ihr muss ein höheres Alter als den helvetischen und den übrigen präalpinen Decken zugestanden werden, da sie sich vor der Bildung dieser Decken über das ganze uns bekannte helvetische Faciesgebiet ausbreitete, so dass sie die helvetischen Decken einwickelte und von den noch höhern und wahrscheinlich auch jüngern Klippendecken zugedeckt wurde. Das eocaene, exotische Material von Habkern enthält nun Fossilien, welche die Gesteine dem Lutétien, dem Auversien und dem Priabonien zuweisen (wenn auch seltner). Damit ist das Alter der Habkerndecke bestimmt. Sie entstand in der Uebergangszeit von der Kreide zum Tertiär und wurde während der Oligocaenzeit über das helvetische Priabonien bis in die Nähe des Alpenrandes geschoben, so dass sie während der Miocaenzeit das Material zur Bildung der Nagelfluh liefern konnte. Dadurch wurde sie stellenweise ganz, an andern Orten fast vollständig abgetragen. Bei der pliocaenen Alpenfaltung verhielt sie sich wie ein Anhängsel des helvetischen Flysches und machte seine Dislokationen mit. Damit sich aber in der Eocaenzeit die Habkerndecke bilden konnte, musste ihr durch aufgefaltete Teile der Erdkruste im Grenzgebiete zwischen helvetischer und präalpiner Facies das notwendige Material an mesozoischen und kristallinen Gesteinen geliefert werden. Diese ältere Gebirgsbildung, an welcher, wie die kristallinen Blöcke beweisen, auch das Grundgebirge derartig teilnahm, dass es auch abgetragen wurde, nannte ich ältere Habkerndecke. Sie ist die Decke, welche nach den übereinstimmenden Ansichten SCHARDTs und TORNQUISTs ins Flyschmeer taucht und ihren Detritus zur Bildung des exotischen Flysches gibt.

Gleichzeitig mit der Interlakener Arbeit veröffentlichte ich eine Darstellung der Tektonik der Berner Kalkalpen und der Entstehung der subalpinen Nagelfluh, in welcher die

eben dargelegten Gedanken genau erläutert und präzisiert wurden¹.

Die Untersuchungen, die ich im Sommer 1911 gemeinsam mit Dr. ED. GERBER in Bern im Auftrag der geologischen Kommission machte und die den Niesen, den Gurnigel und das Stockhorngebiet betrafen, veranlassten mich an der Jahresversammlung der schweiz. geol. Gesellschaft in Solothurn unter dem Titel « Ueber das Substratum der medianen Präalpen und seine Beziehungen zu den Habkern- und Bündner-Decken² » einige Ergebnisse zu veröffentlichen: « 1. Die Habkerndecke bildet das Substratum der medianen Präalpen und zum Teil der helvetischen Deckengebirge, die sie andererseits wieder überlagert und somit einhüllt. 2. Ihre Hauptverbreitung erreicht sie in der subalpinen Zone, im Gebiet des Niesenflysches und der « Zone des Cols » und in der Flyschmulde Habkern-Amden-Wildhaus, etc. 3. Die Niesen-kette besteht aus einer Anhäufung des Materials der Habkerndecke, das einerseits durch die helvetischen Decken von dem sie unterteufenden Teil, andererseits durch die Klippendecken von der die helvetischen Decken überlagernden Partie abgeschürft wurde. 4. Das eogene Alter der Habkerndecke wird für Habkern, den Gurnigel und den Niesen durch Nummulitenfunde einwandfrei bewiesen. 5. Der Name Bündnerdecke³ kann weder für den Niesenflysch im speziellen, noch für die Habkerndecke im allgemeinen angewandt werden. »

Die nachfolgende Darstellung bezweckt eine eingehendere Begründung der eben genannten Resultate als dies in Solothurn und im Sitzungsprotokoll möglich war. Vorher sollen aber noch einige vereinzelter Publikationen, deren Resultate für die Frage der Habkerndecke von Wert sind, erwähnt werden.

5. Diverse Publikationen.

Ueber das Gebiet der helvetischen Facies erschienen im Jahre 1910 zwei Veröffentlichungen von JEAN BOUSSAC⁴ in

¹ Ueber den Bau der Berner Kalkalpen und die Entstehung der subalpinen Nagelfluh. Vol. XI, Nr. 4. — Mai 1911. *Eclog. geol. helv.*

² *Verh. d. schw. naturf. Ges. in Solothurn*. Bd. I. Vorträge und Sitzungsprotokolle. 1911. S. 260—264.

³ W. PAULCKE, Tertiär im Antirhätikon und die Beziehungen der Bündnerdecke zur Niesenflyschdecke und der helvetischen Region. *Centralblatt f. Min., Geol. u. Pal.* Jahrg. 1910. Nr. 17, S. 540—548.

⁴ Nummulitique helvétique et Nummulitique préalpin dans la Suisse centrale et orientale. *Comptes rend. des séances de l'Acad. des sc. Paris.*

Paris und ED. GERBER¹ in Bern. Der erstere stellt in Uebereinstimmung mit SCHARDT-LUGEON und meiner Mitteilung von 1908 aus paläontologischen Gründen den Wildflysch von Habkern und alle derartigen Vorkommnisse in die präalpine Facies (also gleichzeitig mit meiner Durchführung auf der Interlakener Karte!), der andere beschreibt eingehend das von uns gemeinsam aufgenommene exotische Profil auf der Rengg zwischen Dreispitz und Standfluh.

JACCARD und LUGEON machten interessante Mitteilungen über exotische Gesteine im Gebiet der Präalpen. FRÉDÉRIC JACCARD und E. RENEVIER² fanden in der Chaîne du Chaussy Belemniten, auf welche Funde gestützt sie nun dem untern Teil des Niesenflysches liasisches Alter zusprachen. In einer andern Notiz³ bespricht JACCARD oolithische Kalke der untern Kreide, die er als Komponenten des Niesenflyschkonglomerats der Région du Mont Chaussy-Tarent gefunden hat und die mit den Barrèmekalken der helvetischen Hochalpen übereinstimmen.

An der Jahresversammlung der schw. geol. Gesellschaft in Lausanne⁴ wies LUGEON exotische kristalline Gerölle aus der obern Kreide der medianen Präalpen vor. Wesentlich bedeutender ist die Mitteilung « Sur les relations tectoniques des Préalpes internes avec les nappes helvétiques de Morcles et des Diablerets⁵ ». Schon im Jahre 1901 hatte er darauf hingewiesen, dass sich eine Schicht von präalpinem « Néocomien à céphalopodes » unter die Diableretsdecke hinunterziehe und diese bis in den Zirkus von Derborence unterteufe. Nun entdeckten LUGEON und BOUSSAC, dass sich längs dem linken Lizerneufer eine Schicht exotischen Flysches verfolgen lasse, die zwischen Diablerets- und Morclesdecke eingekellt sei und damit das helvetische Gebirge um 10 km unterteufe. Dieselbe Cephalopodenschicht beobachtete er auch auf der Wildhorndecke. « Ainsi donc une nappe continue, crétacique, existait au-dessus des nappes helvétiques. Bousculée par ces dernières, elle a été pincée avec une autre série de Trias et de Flysch en un vaste synclinal couché mis à jour par le profond cirque de Derborence. »

¹ Die Standfluhgruppe, ein wurzelloses Schollengebirge. *Eclog. geol. helv.* Vol. XI, Nr. 3. — Déc. 1910.

² *Arch. Sc. phys. nat.* T. XXII. Nr. 12. — Déc. 1906. Genève.

³ *Arch. Sc. phys. nat.* T. XXVIII. Nr. 9. 15 Sept. 1909.

⁴ *Eclog. geol. helv.*, Vol. X, Nr. 6, S. 739.

⁵ *Comptes rend. des séances de l'Acad. des sc. Paris.*

II. Definition der Niesen-Habkerndecke.

1. Die präalpine Decke von Habkern.

a) Die Grundmasse der Habkerndecke.

Die präalpine Decke von Habkern besteht aus einem polygenen Komplex tertiärer Gesteine. Durch geringe Fossilfunde lassen sich die folgenden Altersstufen nachweisen:

α) **Lutétien.** In sehr gestörter Lagerung werden in den Gräben der Wildbäche von Habkern besonders am untern Lombach, am untern Traubach und am Bohlbach stark glaukonitische Sandsteine im Wechsel mit dunklen Schiefern beobachtet. Die Sandsteinbänke sind vielfach zerrissen. Sie enthalten ausser Quarz und Glaukonit oft kleinere oder grössere Trümmer von hellen dichten oder dunklern, kieseligen Kalken, von Dolomit, roten und weissen Feldspäten und Glimmer. Durch das Grösserwerden der Komponenten gehen die Sandsteine oft in Breccien und an einigen Orten sogar in Konglomerate über. Oft werden die Glaukonitsandsteine ganz quarzitisch und nähern sich den bekannten Oelquarziten. Die Bestandteile stimmen sowohl mit dem Material der exotischen kristallinen Blöcke als auch mit den präalpinen Sedimenten überein. Ausserdem sind sie derart miteinander vergesellschaftet, dass an ihrer Zusammengehörigkeit nicht zu zweifeln ist. Es werden Einschlüsse von Habkerngranit beobachtet, die zum Teil kompakt, zum Teil aber in Grus zerfallen und dann mit Kalk- und Dolomitbrocken zu « Niesenbreccie » vermischt sind und weiterhin in Sandsteine übergehen. Oft hält es auf den ersten Anblick recht schwer zu unterscheiden, ob ein einzelner Block kompakter Granit oder verfestigter Granitgrus vorliegt.

In den schiefrigen Zwischenlagen wurden bis jetzt nur geringe Fukoidenreste gefunden. Nicht viel besser ist die Ausbeute in den Sandsteinen und Breccien. Darin wurden von KAUFMANN und BOUSSAC Trümmer von Nummuliten und Orbitoiden gefunden. BOUSSAC nennt (*loc. cit.*) Lithothamnium, Orthophragmina, Assilina und granulierte Nummuliten aus den Gruppen des N. Rouaulti und des N. complanatus. Durch diese spärlichen Funde ist immerhin das Lutétienalter für diese Gesteinsgruppe erwiesen.

β) **Auver sien.** Dieser Stufe scheinen grosse Partien des sog. Schlierenflysches anzugehören, da KAUFMANN darin Nummu-

lina variolaria fand, eine Art die vielfach aus den Auversien-schichten genannt wird.

Petrographisch ähnelt der graue Sandstein oft dem helvetischen Hohgantsandstein, welcher ja derselben Altersstufe angehört. Doch unterscheidet er sich von ihm durch die wildere Beschaffenheit, durch die schlierenartigen Zeichnungen auf den Bruchflächen, durch die wechselnde Grösse des Kornes und durch das Vorhandensein von kleinen exotischen Granitgeröllen. Dazu treten glaukonitische Einsprenglinge. Oft geht das Gestein in verfestigten Granitgrus, wie er oben erwähnt wurde, über. Seltener treten in ihm macignoartige Sandsteine oder grobe Konglomerate (« Niesenbreccien ») auf. Diese Gesteine liegen über den eben beschriebenen Lutétien-schichten und tragen einen viel ruhigeren Charakter als die andern, die oft den typischen Wildflysch bilden. Diese Unterschiede lassen sich leicht durch tektonische Gründe erklären. Die Ueberschiebung der Habkerndecke auf die helvetischen Schichten musste die tiefergelegenen Partien ungleich mehr pressen und zerrütten und verschieben als die höher gelegenen. Von diesen Vorgängen legen die wunder-schönen, zahllosen Rutschspiegel in den Lutétien-schichten ein beredtes Zeugnis ab.

7) **Priabonien** und **Unteroligocaen**. Die Ablagerungen der eigentümlichen Flyschzeit bilden ebenfalls einen wesentlichen Bestandteil der präalpinen Decke von Habkern. Allerdings lagern sie nicht über dem Schlierensandstein, wie man erwarten sollte. Sie bilden vielmehr die Unterlage des Lutétien und des Auversien. Die ehemalige Bedeckung der Auversien-sandsteine wurde zum Teil durch die höhern Klippendecken abgeschürft, zum Teil fielen sie der flächenhaften Abtragung zum Opfer. Dagegen blieben sie zwischen dem helvetischen Flysch und der kompakteren Habkerndecke eingeklemmt verschont.

Diese Schichten unterscheiden sich ziemlich deutlich von den vorwiegend hellgrauen oder graugelben, helvetischen Flyschschiefern durch ihre dunklere Färbung (« oberer, dunkler Flysch » ARNOLD HEIMS), durch den Gehalt an rallig-artigen Sandsteinbänken, das Vorhandensein exotischer Blöcke und den grossen Reichtum an Fukoiden. Zu diesen petro-graphischen Momenten treten noch ihre wilde, gestörte tek-tonische Lagerung und die Dislokationsfläche mit welcher sie das Dach des helvetischen Flysches bilden. Immerhin enthalten diese Schichten noch ganze Pakete und Schollen helvetischen Flysches und helvetischen Lithothamnienkalkes

eingeschlossen. Ferner ist es wahrscheinlich, dass ganze Teile nicht präalpine Schichten, sondern dynamometamorphe helvetische Flyschschiefer sind. In einer derartigen Ueberschiebungszone, wie sie die Basis der Habkerndecke bildet, ist das auch nicht anders zu erwarten. Durch diese ganz komplizierte Beschaffenheit waren viele Autoren (KAUFMANN, ARNOLD HEIM) zu der Ansicht gelangt, dass der Wildflysch samt seinen exotischen Blöcken eine helvetische Schichtgruppe sei.

Trotz der eingehendsten Untersuchung fand ich in den kohlefleckigen, weichen, ralligartigen Sandsteinen ausser einem Früchtchen von *Carpinus pyramidalis* keine bestimmten Fossilien. Die meisten Kohlenschmitzen scheinen von Algen herzustammen. Diese Gesteine bildeten sich im Fukoidenmeer.

b) Einschlüsse in der Habkerndecke.

Seit alten Zeiten ist der Name Habkern in der geologischen Literatur bekannt durch die dortigen prächtigen exotischen Granitblöcke. Ihre Zusammengehörigkeit zu den Breccien und Konglomeraten des Flysches wurde oben dargetan. Die Habkerngranitblöcke treffen wir in den tiefern Partien der Habkerndecke an und wie ich 1908 zeigte, sogar in Klippen hineingequetscht. Selten nehmen sie pegmatitische oder aplitische Struktur an. Oft schliessen sie dioritartige basische Schollen ein. Sie erreichen die Grösse eines kleinen Hauses und stecken teils vereinzelt, teils in Schwärmen im «Flysch». Nie trifft man eigentliche Schollen von Granit an.

Von grösserem Umfang sind die mesozoischen Einschlüsse im Flysch. Dabei sehe ich von den Klippen, die diskordant auf dem Schlierenflysch liegen (Leimern, Stirne, Stelli-Hintering) und die den medianen Präalpen entsprechen, ab. In den tiefern «Wildflysch»schichten, fast möchte ich sagen in der Lutétienstufe, treffen wir kleinere und grössere Klippen an, die tektonisch intensiv mit dem umgebenden Tertiär verquetscht sind. Ich beobachtete auch Tithon- und Obere Kreideblöcke, die in Glaukonitsandstein übergingen. Ausser den genannten Gesteinen beteiligen sich Lias (subalpine Zone am Sigriswilgrat), Trias (Bunte Letten, Gyps, Dolomit und Rauchwacke), Neokom, obere Kreide und verschiedene nicht genauer zu bezeichnende jurassische Gesteine an derartigen Vorkommnissen. Belemniten- und Ammonitenreste beweisen das mesozoische Alter. Die obere Kreide wird durch die weisse und seltener auch die rote Varietät vertreten. Alle hier genannten Gesteinsarten stimmen faciell mit den medianen

Präalpen und nicht mit den benachbarten helvetischen Sedimenten überein.

Alle genannten grossen Einschlüsse treten auch als vereinzelte Blöcke oder als Komponenten der Konglomerate auf. Die gesamte Bildung scheint mir einheitlich zu sein, wenn auch die meisten normalen Uebergänge durch die ausserordentlichen tektonischen Vorgänge zerrissen und gestört wurden. Ganze Klippen, einzelne Blöcke und Konglomerate werden durch das präalpine Tertiär eingeschlossen und sind mit ihm durch stratigraphische (und tektonische) Uebergänge verbunden. Die Einlagerung dieser Einschlüsse kann nur zur Tertiärzeit zu Lasten eines damals bestehenden trockenen Randgebietes zustande gekommen sein. Subaquatische Rutschungen (nach ARNOLD HEIM) und ein Einsinken von Blöcken in noch nicht verfestigte, stratigraphische Niveaux (nach TORNQUIST) haben wahrscheinlich stattgefunden, können aber nicht einzig die komplizierten Verhältnisse erklären. Sowohl die Grösse der Klippen, als auch die Art ihrer Ablagerung und ihre Verbreitung gebieten von einem Transport durch Treibeis (ARNOLD HEIM) abzusehen. Eine Rias- oder Fjordküste, die langsam ins Meer taucht, an der einzelne unterwaschene Klippenpartien auf die Meeresablagerungen stürzen und von ihnen als grössere oder kleinere Einschlüsse oder Strandkonglomerate umhüllt werden, genügt zur Erklärung des präalpinen Tertiärs mit seinen kleinen Klippen und exotischen Blöcken.

c) Abgrenzung der Habkerndecke vom helvetischen Tertiär.

Wer die Beziehungen der helvetischen und präalpinen Tertiärablagerungen in der Gegend von Habkern genau kennt, der kann mit Leichtigkeit sowohl in der Literatur als besonders auch auf den neuesten Karten (Walensee, Glarus) das exotische Tertiär vom helvetischen unterscheiden.

Die helvetische Schichtfolge zeigt meist eine bedeutende stratigraphische Lücke zwischen den letzten Kreide- und den ersten Eocaenablagerungen. Die letztern beginnen mit gutgelagerten Nummulitensandsteinen oder -kalken, die nach oben immer weicher und mergeliger werden und im Gebiet der helvetischen Decken in die « Stadschiefer » KAUFMANNs, in die grauen, hellen Globigerinenschiefer übergehen. Diese eintönigen mergeligen Ablagerungen werden gelegentlich durch Lithothamnienbänke unterbrochen. Nie habe ich die bekannten Flyschfukoiden im helvetischen Schiefer beobachtet.

Die ganze Ablagerung ist tektonisch ruhig und auch bei Dislokationen relativ wenig gestört.

Die auflagernde präalpine Flyschdecke unterscheidet sich nun durch die folgenden Merkmale vom Liegenden:

1. Es treten Fossilien des Lutétien und des Auversien über den Priabonienmergeln des Stadhorizontes auf, was auf eine synclinale Bildung oder aber eine Ueberschiebung schliessen lässt.

2. Die Komponenten der Habkerndecke: die Konglomerate, Breccien, Sandsteine, dunklen Schiefer sind von den entsprechenden helvetischen Ablagerungen petrographisch grundverschieden durch das Vorhandensein von Bestandteilen, die mit den Klippendecken, nicht aber mit den helvetischen übereinstimmen.

3. Die präalpinen Gebilde enthalten Klippen und exotische Blöcke, welche Einschlüsse dem helvetischen Flysch fehlen. Daher können die beiden Lutétienstufen keine Synclinale bilden.

4. Die Lagerung des exotischen Tertiärs ist besonders an der Ueberschiebungsfläche eine wilde (Wildflysch), so dass man oft die Ueberschiebung messerscharf nachweisen kann¹.

Mit diesen Merkmalen sollen im folgenden die geologischen Beobachtungen im Gebiet der helvetischen Facies zwischen Kander und Rhein geprüft werden.

Zusammenfassend kann man die Habkerndecke wie folgt definieren: Die Habkerndecke ist eine präalpine, tertiäre Decke, welche sich aus mesozoischen und kristallinen Gesteinen zusammensetzt, grössere und kleinere Klippen und Blöcke von Klippengesteinen einschliesst und sich tektonisch zwischen die helvetischen Schichten und die medianen Präalpen einfügt.

2. Ueber die Geologie des Niesen.

a) Allgemeines.

Der Niesen ist einer der bekanntesten Vorberge der Schweiz. Seine isolierte Lage eignet ihn zum Aussichtspunkt ersten Ranges. Wie von keinem andern Gipfel aus kann sich hier der Geologe² einen Blick in den Bau der Berner Alpen verschaffen, steht er doch zwischen den beiden grossen Faciesgebieten und bieten ihm doch zahlreiche Quertäler die ge-

¹ Siehe S. 72—76 in der Geologie von Interlaken. *Beitr.* Nr. 59.

² Eine Drahtseilbahn führt von Mülinen (Station der Berner Alpen-Bahn) auf den Gipfel.

wünschten Querprofile durch die helvetischen Gebirge. Von allen andern Vorbergen unterscheidet sich der Niesen durch seine regelmässige Pyramidenform, die von allen Seiten, besonders aber von Merligen aus, bewundert werden kann.

Der Niesen besitzt auch in der geologischen Literatur einen berühmten Namen. Seine Gesteine, früher sogar als Grauwacken bezeichnet, sind typisch für eine ganze Serie von präalpinen Gesteinen unbestimmten Alters. Alles mögliche und unmögliche geht unter dem Namen « Niesenflysch oder Niesenbreccie ». Durch die eingangs erwähnten Arbeiten SCHARDTS kam die Niesenflyschzone erst recht zur Bedeutung. Um so merkwürdiger ist die Tatsache, dass der Niesen noch gar nie eingehend untersucht wurde. Die Aufnahmen, die Dr. ED. GERBER in Bern und ich im Sommer 1911 machten, verdienen diese Bezeichnung nicht, da der Niesen ausserhalb unseres eigentlichen Untersuchungsgebietes, der Stockhornkette, liegt. Immerhin glauben wir den Geologen die Resultate unserer Arbeit mitteilen zu sollen, umsomehr, da wir damit die Grundlage für die Beziehungen der Niesenflyschdecke zur Habkerndecke erhalten.

Der Niesen erhebt sich am nordöstlichen Ende der Niesen-kette und gleichzeitig der Niesenflyschzone zu einer Höhe von 2367 m über das Simmental im Norden und das Kander-tal im Osten. Durch den 1934 m hohen Sattel der Staldenegg wird er vom nachfolgenden Fromberghorn (2398 m) gut abgetrennt. Da der Niesen aus ziemlich gleichartigem Gestein aufgebaut ist, so sind alle Wasserläufe radial angeordnet. Sie rissen zum Teil tiefe Schluchten ins weiche Gestein — und lagern am Fusse des Berges gewaltige Schuttkegel ab.

Auf der Ostseite ist er bis zu einer Höhe von ca. 1500 m vom Gletscherschutt des Kandergletschers bedeckt. Die Erhaltung dieser diluvialen Schuttböden wird durch eine Terrasse ermöglicht.

Auf der steilen Nordostseite trifft man einzig am Fusse des Berges glaciale Spuren an. Reich an Moränenschutt ist der Staldengraben im Westen, da hier der Lokalgletscher des Staldenalpgebietes durch den Diemtigen- und den Simme-gletscher gestaut wurde. Bemerkenswert sind die beiden schön geformten Kare westlich vom Gipfel, deren Böden durch reichen Bergschutt bedeckt sind (Siehe die beiden Ansichtsskizzen, welche die intensive Faltung darstellen!).

b) Stratigraphie.

α) Tertiär.

Herr Dr. ED. GERBER in Bern verarbeitete die Ausbeute unserer Begehung und stellte mir gütigst die folgende Tertiärstratigraphie zur Verfügung, wofür ich ihm hiermit den besten Dank ausspreche.

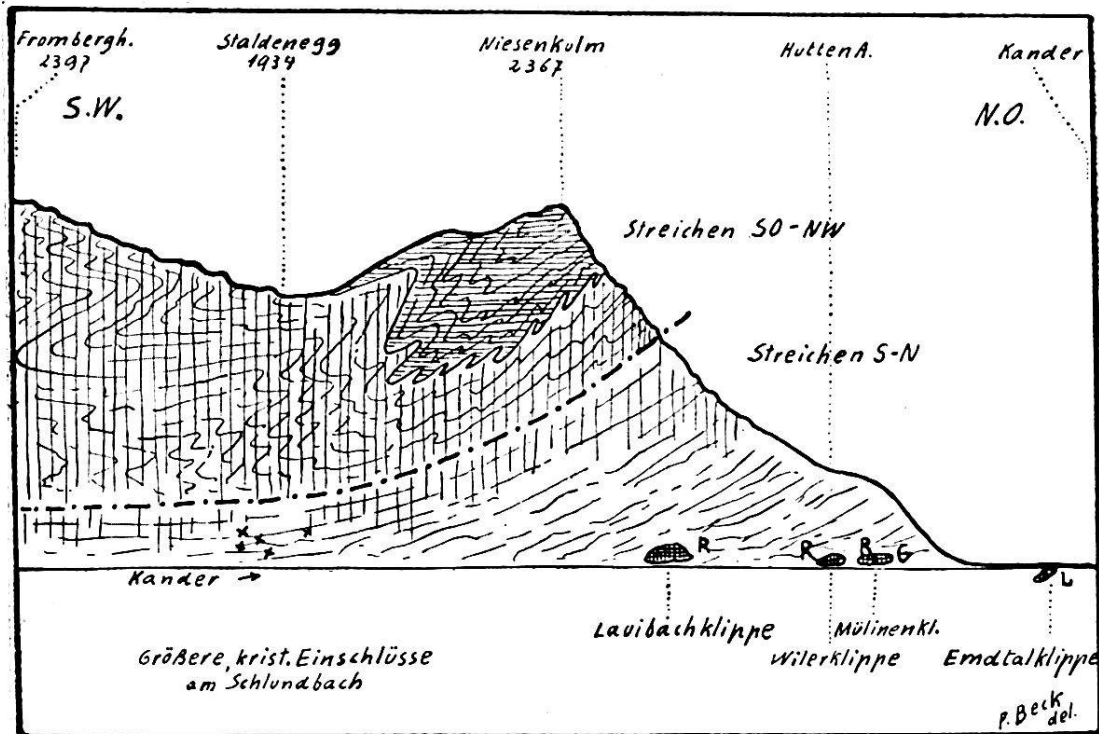


FIG. 1. — Profil durch den Niesen, von PAUL BECK und ED. GERBER.

Legende, siehe Kartenskizze des Niesen, Pl. I.

Am Niesen lassen sich 2 Schichtenpakete unterscheiden, die intensiv in einander verfaltet sind. Wir bezeichnen den obern Komplex als Nummulitenflysch, den untern als Fukoidenflysch.

a) Nummulitenflysch.

Darin kommen vor: Breccien, Sandsteine, Kalke und wenig Tonschiefer.

1. Die **Breccie** kann stellenweise in ein förmliches Konglomerat übergehen. Die dicksten Bänke bauen den Nordwestabhang unter dem Niesengipfel auf; besonders deutlich treten sie am Grat, der die beiden Niesenkare von einander trennt, hervor. (Siehe Skizze Pl. I.) Die einzelnen Schichten erreichen 4 m Dicke und enthalten Brocken bis zu 8 cm Durch-

messer. Unter den sedimentären Bestandteilen fallen am meisten auf die rostgelb angewitterten Dolomitbrocken. Am Stufenstein (P. 1859) überrascht die Breccie durch eine Mächtigkeit von 15 m, erzeugt durch Faltenverdopplung. Unter den kristallinen Brocken fiel dort ein grossblättriger, muskovitreicher Glimmerschiefer auf.

2. Die fein- bis grobkörnigen **Sandsteine** mit Glimmerblättchen und Dolomitmörnchen zeigen eine charakteristische rauhe, schwammige Verwitterungskruste. Gerade diese mittelkörnigen, grauen Sandsteine des Gipfels lieferten nach eifrigem Suchen eine hübsche Ausbeute kleiner Nummuliten. Herr Dr. BOUSSAC in Paris schrieb darüber: « J'ai examiné vos échantillons du Niesen, qui sont très intéressants parce qu'ils prouvent l'existence de l'Eocène dans ce flysch, mais aucune Nummulite n'est déterminable spécifiquement, de sorte qu'on ne peut préciser à quel niveau du Nummulitique il faut rapporter ces couches ». Unter den Körnern dieses Sandsteins bemerkt man auch dunkle Hornsteine bis zu 6 cm Durchmesser.

3. Wohl noch am wenigsten bekannt sind **Kalksteine**, die mit dem oben beschriebenen Sandstein innig verknüpft sind. Es handelt sich um einen dichten bis feinkörnigen, hellbläulichen Kalk, ähnlich dem Hochgebirgskalk. Doch treten solche Kalke gewöhnlich nicht als kompakte Schichten auf; vielmehr sind es ausserordentlich flache Linsen, die durch grobkörnigen Sandstein von einander mehr oder weniger abgegrenzt sind. Die Vermutung drängt sich auf, dass bei der Sedimentierung dieser Schichten aufgeblätterte Kalkplatten in ein Gebiet mit reichlichen Sandeinschwemmungen gelangten. Oft erinnert das Aussehen an Kontaktstücke von Seewenkalk mit Nummulitensandstein.

4. Als negatives Merkmal sei die geringe Ausbildung von **Tonschiefern** ausdrücklich bemerkt.

b) Fukoidenflysch.

In diesem Komplex treten abwechselungsweise Breccien, Sandsteine und besonders viel Tonschiefer mit Fukoiden und Wurmspuren auf.

1. Die **Breccien** schwellen an bis zu Schichten von 2½ m Dicke. Ein besonders grobklotziges Konglomerat tritt am Ausgang des Schluchgrabens auf, wo bis 50 cm im Durchmesser haltende Brocken von Granit, Glimmerschiefer, Dolomit, Flyschsandstein und Flyschschiefer eingeschlossen sind.

2. Die glimmerreichen **Sandsteine** sind gewöhnlich feinkörniger und ärmer an Dolomit als im obern Komplex. Oft erinnern sie an Kieselkalk. Das Suchen nach Nummuliten blieb erfolglos.

3. Die **Tonschieferschichten** werden bis 2 m dick, ja an gewissen Umbiegungsstellen im Gantenbachgraben erreichen sie 7 m Mächtigkeit und geben Veranlassung zu ertragreicher Ausbeute als Tafelschiefer. Diese Tafelschieferbänder lassen sich im Streichen auf mehrere hundert Meter Erstreckung verfolgen. Es ist geradezu wunderbar, wie trotz der intensiven Faltung ein ebenflächiger erstklassiger Schiefer vorhanden ist. Als Hauptbestandteile ergaben drei Analysen von Prof. v. TETMAJER:

CaCO ₃	39—45 %
Si ₂ O	37 %
Al ₂ O ₃	9—12 %
Fe ₂ O ₃	3 %

In diesen Schiefen treten Fukoiden und Wurmsspuren ziemlich häufig auf.

Vom Niesen enthält das Bernermuseum:

Chondrites Targionii var. arbuscula.

Alter Schieferbruch über Mülinen.

Taenidium Fischeri Heer. Gatafel. Original in

Heer, Flora foss. helv. Tafel 67, Fig. 5.

Helminthoidea crassa Schafh.

Ahorni am Niesen.

Helminthoidea irregularis Schafh. Ahorni.

β) Mesozoische Einschlüsse.

Längs der Kander ragen aus der Schuttbedeckung und den Flyschschichten mehrere mesozoische Klippen hervor. Jedenfalls werden noch viele derartige Vorkommnisse durch die Quartärbildungen bedeckt, so dass wir nur eine ganz zufällige Auswahl kennen.

Das jüngste Gestein besitzt die schon lange durch ihre Petrefaktenfunde bekannte Liasklippe von Emdtal an der Strasse Spiez-Frutigen. Die andern Vorkommnisse zeigen nur triasische Gesteine: Gyps und Rauchwacke.

Es scheint mir von Bedeutung, dass die Konglomerate in der Nähe dieser Klippen an Blockgrösse zunehmen, wie auch GERBER erwähnt, so dass ein Zusammenhang zwischen grossen Konglomeratkomponenten und Klippen nicht ausgeschlossen ist.



FIG. 2. — Faltung der Nummulitenschichten nördlich unterhalb des Niesenhotels;
gegen P. 2187 (auf dem Bilde rechts),

c) Tektonik.

Dem Profil durch den Niesen habe ich nicht viel beizufügen. Es zeigt das Verhältnis der Nummulitenschichten, die mit ihren festen Gesteinen den Niesengipfel aufbauen, zu den



Fig. 3. — Blick vom Ahornialpgrat gegen den Stufenstein (rechts)
1. Flyschschichten. 2. Nummulitenschichten. Die hervorragenden Bänke bestehen aus grober Niesenbreccie.

Fukoidenschiefern. Beide sind eng miteinander verfaltet (siehe die Skizzen). Gegen das untere Ende der verschiedenen Gräben am Niesen hin wechselt das vorwiegend schiefrige Fukoidengestein, indem die Konglomeratbänke an Mächtigkeit, Blockgrösse und Häufigkeit zunehmen. Das Gestein

ähnelt wieder gewissen Nummuliten führenden Vorkommnissen auf dem Niesengipfel, so dass ich vermute, hier wiederum die Nummulitenformation angetroffen zu haben.

Für die Erklärung des Niesenaufbaues ist es von Wichtigkeit zu beobachten, dass die Streichrichtung im obern Komplex mit derjenigen des untern nicht übereinstimmt, so dass man eine getrennte Herkunft der beiden Schichtgruppen vermuten muss.

e) Zusammenfassung.

Der Niesen besteht aus einer Anhäufung tertiärer Gesteine. Mesozoische und kristalline Gesteine, die da getroffen werden, liegen auf sekundärer Lagerstätte und bezeichnen nicht das Alter des Niesenflysches. Der Niesen setzt sich tektonisch aus zwei Komplexen mit verschiedener Streichrichtung zusammen.

In den tiefern Partien des Niesenflysches sind mesozoische Klippen eingeschlossen.

3. Ueber den Namen Niesen-Habkerndecke.

Wie ich in der Einleitung schrieb, stellte ich für die präalpine Tertiärdecke, die ich aus dem helvetischen Faciesgebiet beschrieb, den Namen Habkerndecke auf. Umgekehrt hatte SCHARDT schon in seinen ersten Publikationen, die sich mit der Ueberschiebung befassten, von der Niesenflyschdecke oder kurz Niesendecke gesprochen. Dieser Name hat sich denn auch in der geologischen Literatur vollständig eingebürgert. Die Ergebnisse der Untersuchungen am Niesen, die eben mitgeteilt wurden, sprechen mit aller Deutlichkeit für die Identität der beiden Decken. So könnte man also den Namen Habkerndecke fallen lassen und nur den alten Namen Niesendecke verwenden. Das scheint mir aber nicht statthaft. Beide Namen haben ihre Berechtigung. Die Kenntnis der Niesendecke genügt auch nach den neuen Erforschungen nicht, um ihr Wesen, das Alter und die Zusammensetzung zu erkennen. Vollends ist es unmöglich, mit Hilfe der Niesenstratigraphie die präalpine Decke von dem bis zur Stunde mit ihr zusammengefassten helvetischen Tertiär zu trennen. Die folgenden Ausführungen werden zur Genüge beweisen, dass man stets wieder alle ähnlichen Vorkommnisse mit den wohldurchforschten Verhältnissen von Habkern vergleichen muss. Was der Niesen für das Gebiet der Präalpen, das bedeutet die Gegend von Habkern für das Territorium der helvetischen Facies.

Ferner weise ich auf das charakteristischste Gestein der Decke hin, den seit einem Jahrhundert geologisch berühmten Habkerngranit, der das beste Merkmal ihres Vorhandenseins bildet. Endlich verstehen SCHARDT und ich doch nicht ganz dasselbe unter «Niesendecke» und «Habkerndecke». «Niesendecke» ist noch ein sehr allgemein gefasster Begriff; «Habkerndecke» dagegen ist allerdings auch im weitern Sinne SCHARDTs definiert, unterscheidet sich aber vom Begriff «Niesendecke» durch die unlöslich mit ihr verknüpften Vorstellungen vom Alter und der Entstehung. So ist die «Habkerndecke» eine Vertiefung und Erweiterung des Begriffes «Niesendecke». Ich schlage als *gemeinsamen Namen* die Bezeichnung *Niesen-Habkerndecke* vor. Damit hat der alte Name seine Priorität und die Vorstellungen, die mit dem Namen Habkern verbunden sind, kommen auch zur Geltung. Für das Gebiet der Präalpen wird man wohl wie bisher von der Niesendecke, im Gebiet der helvetischen Facies dagegen von der Habkerndecke sprechen können.

4. *Entspricht die Niesen-Habkerndecke der Bündnerdecke Paulckes?*

PAULCKE stellt in der Publikation «Tertiär im Antirhätikon und die Beziehungen der Bündner Decke zur Niesenflyschdecke und der helvetischen Region¹» die Behauptung auf, dass die Niesenzone mit dem Gebiet der Graubündnerschiefer tektonisch und faciell identisch sei und dass man für beide Gebiete den gemeinsamen Namen «Bündnerdecke» gebrauchen könne.

Um diese Ansicht zu prüfen zitiere ich PAULCKES eigene Zusammenfassung der Merkmale der verschiedenen Decken im Gebiet des Unterengadiner Fensters²:

«I. Der tiefste Komplex ist der der **Bündnerdecken**; er ist in ausgesprochener Schieferfacies entwickelt.

Diese Bündnerschiefer bestehen aus Tonschiefern, kalkigen, sandigen und quarzitischen Schiefern, aus kalkigen Crinoidenbreccien und brecciösen Schiefern, in denen ich Orbitulina, sowie andere Foraminiferen und Diplopora Mühlbergi fand, sowie aus Breccien mit Quarz- und Dolomitkomponenten, in welchen ich Orbitoides (Orthophrognima) nach langem Suchen

¹ *Centralblatt für Min., Geol. u. Pal.* Jahrg. 1910. Nr. 17.

² Beitrag zur Geologie des «Unterengadiner Fensters». *Verhandl. des naturw. Vereins.* 23. Band. Karlsruhe 1910.

entdeckte. -- Damit konnte ich Tertiär und untere Kreide mit Sicherheit in diesem den Prätigauschiefern entsprechenden Komplex nachweisen. — Wahrscheinlich ist, dass die tiefern Schiefer, in denen bisher im Antirhätikon keine Fossilien gefunden wurden, dem Jura und der Trias angehören. Zum Teil sind diesen Schiefern Grünschiefer (gepresste Diabase) eingelagert.

II. (**Klippendecke**.) Ueber dem relativ monotonen Schieferkomplex liegen ausserordentlich wechsellvolle Gesteinsmassen, und zwar zunächst eine Serie mit Verrucano, sowie Quarziten, Gyps, Rauchwacken mit bunten Tonschieferstückchen, gelbverwitternden Dolomiten, bunten, den Quartenschiefern ähnelnden Schiefern, sehr quarzreiche Breccien, polygene Breccien mit Dolomitkomponenten, welche man zum Teil als eine modifizierte « Falknisbreccie » auffassen könnte, dazwischen Sandsteine und Sandschiefer, sowie kalkige Schiefer und Tonschiefer von gelber, brauner bis schwarzer Farbe.... im Futschöltal polygene grobe Breccie mit Juliergranitkomponenten....

III. Sehr bezeichnend ist über diesem Komplex die **Breccien-decke** entwickelt. Quarzite, Triasdolomite, bunte Schiefer und vor allem überaus fossilienreicher Lias lassen diese Decke überall leicht erkennen....

Der Lias erscheint vorwiegend in Gestalt grobspätiger Crinoidenbreccien, und zwar sowohl von dunkelgrauer, wie hellgrauer, gelblicher und rötlicher Farbe....

IV. Die **Rhätische Decke** folgt über der Brecciendecke. Basische Eruptiva in Gestalt von Spiliten, Varioliten und Gabbro, Serpentin, sowie Nephrit, charakterisieren dieses, besonders für Bünden so bezeichnende, tektonische Element....

V. **Ostalpine Decke.** »

Wie die eben beschriebenen Gesteine von Habkern und vom Niesen in dieses Schema hineinpassen ist leicht zu sehen. Die Orientierung wird durch die nachfolgenden Ausführungen noch verstärkt: Die Niesen-Habkerndecke entspricht nie und nimmer einer Bündnerdecke, welche sich aus mesozoischen und tertiären Gesteinen zusammensetzt und vorwiegend in Schieferfacies entwickelt ist. Dafür sind die Quarz-Dolomitbreccien mit Orthophragmina nicht genügend massgebend. Dagegen stimmt die Beschreibung der sog. « Klippendecke » mit Ausnahme des bei uns noch nicht aufgefundenen Verrucanos und der Quartenschiefer, Wort für Wort mit der

Niesen-Habkerndecke überein. Ferner enthält die Habkerndecke im Bodmilias Gesteine, die im Lias der Brecciendecke wiedererkannt werden.

Die echte Decke der medianen Präalpen wird im Gebiet des Engadiner Fensters von PAULCKE garnicht erwähnt. Sie scheint vollständig zu fehlen. Was er als Klippendecke bezeichnet, stimmt so bis in alle jetzt von ihm publizierten Details mit der Niesen-Habkerndecke überein, dass umgekehrt dieser Name von nun an die Bezeichnung « Klippendecke des Engadiner Fensters » ersetzen soll.

III. Ueber die Verbreitung der Niesen-Habkerndecke zwischen Engstligenbach und Rhein.

1. Fortsetzung der Niesen-Habkerndecke östlich des Rheins.

In der ältern und neuern Literatur über die Geologie Vorarlbergs und des Allgäu trifft man zahlreiche Momente, welche das Vorhandensein einer präalpinen Eocaendecke sicher erscheinen lassen. Ich erinnere nur an die Konglomerate und Breccien die von WEPFER (*loc. cit.*) vom Prühlbach, von der Dornbirner Ach und vom Hochälpele im Bregenzerwald beschrieben werden. Auch er beobachtete den Uebergang dieser exotischen, kalkarmen Konglomerate in grünen Quarzit. Auch sie wechsellagern mit Fukoidenschiefern und werden durch eigentliche Fukoiden-(Chondriten-)schichten abgelöst. Auch beobachtete WEPFER die Schwierigkeit gewisse helle, selten Chondriten führende, dichte und schiefrige Gesteine von den Bildungen der obern Kreide zu unterscheiden (« Leimernschichten »-Problem).

Ausser der Stratigraphie stimmt auch die Tektonik des Bregenzer Waldes mit derjenigen von Habkern einigermaßen überein. Ueber den mesozoischen Schichten folgen Urgebirgskonglomerate und Chondriten führende Mergelkalke, die zu einer Dislokationsbreccie umgewandelt sind. Darüber folgen mehr kalkig-mergelige Gesteine, die oft sehr kreideähnlich sind, oft aber schöne Chondriten führen. Nach oben ist der Flysch durch eine 100 m mächtige Folge von dickbankigen Sandsteinen, welche unserm Schlierensandstein entsprechen können, abgeschlossen. Höhere Niveaux fehlen auch hier wie in der Schlieren-Habkerngegend.

Eine übereinstimmende Gliederung dieses subalpinen

Tertiärs beobachteten auch EMMERICH¹ zwischen Salzach und Inntal und ROTHPLETZ.

Nach der tektonischen Lage entspricht diese Flyschzone des Bregenzer Waldes der subalpinen Zone nordwestlich des Sigriswilgrates. Sie ist den helvetischen Schichten vorgelagert.

In ähnlicher Weise schildern TORNQUIST (loc. cit.) und RÖSCH (loc. cit.) die Verhältnisse im Allgäu, wo zu den genannten Merkmalen auch noch palaeontologisch sicher gestellte nicht helvetische Klippeneinschlüsse treten.

Die südliche Vorarlberger Flyschzone entspricht dem eigentlichen Habkerngebiet sowohl nach ihrer Lage, als auch nach den Gesteinen, die sie enthält. In ähnlicher Weise wie dort die medianen Klippenreste die Habkerndecke diskordant überlagern, geschieht es auch hier durch die ostalpine Ueberschiebung.

Wir können als Resultat feststellen: Die Niesen-Habkerndecke erstreckt sich in zwei Zonen, einer prähelvetischen (subalpinen nördlichen) und einer suprahelvetischen (südlichen) weit über den Rhein hinaus nach Osten.

2. Das Säntis-Mattstockgebiet.

a) Einleitung.

Mit Hilfe der im II. Abschnitt angegebenen Merkmale stellte ich die beigegebene Karte zusammen. Ihre Begründung und ihre Resultate sollen in den folgenden Seiten kurz genannt werden. Die Ortsangaben beziehen sich nach Möglichkeit auf diese Karte, sonst auf die jeweiligen genannten Spezialkarten und Texte.

Als Quellen dienten mir die vorzüglichen neuen Kartenwerke:

- Spezialkarten* Nr. 37. ARNOLD HEIM, Westende des Säntisgebirges. 1 : 25 000. 1905.
 Nr. 38. ALBERT HEIM, Säntis. 1 : 25 000. 1905.
 Nr. 39. ERNST BLUMER, Ostende des Säntisgebirges. 1 : 25 000. 1905.
 Nr. 44. ARNOLD HEIM und J. OBERHOLZER, Karte der Gebirge am Walensee, 1 : 25 000. 1907.

Beitr. z. geol. Karte der Schweiz: [1905.
 II. Serie, 16. Lieferung. Das Säntisgebirge (zu Karten Nr. 37—39).
 — 20. Lieferung. I. Teil. Churfürsten-Mattstockgruppe. 1911.

¹ EMMERICH, Geognostische Beobachtungen aus den östlichen bayrischen und den angrenzenden österreichischen Alpen. *J. R. A.* 1851. S. 20.

Aehnlich den präalpinen Tertiärgebieten östlich des Rheins teilen sich die Vorkommnisse im Säntis-Mattstockgebiet auch in zwei Gruppen: Erstens eine subalpine oder prähelvetische (da sie den helvetischen Decken vorgelagert ist) und zweitens eine der helvetischen Decke aufgelagerte Gruppe, eine supra-helvetische Zone. Zwischen Amden und Stein an der Thur greifen beide Gebiete in einander über, da sich hier die Säntisdecke in einzelne Schollen auflöst. Schon hier sei darauf hingewiesen, dass das Vorkommen im Innern der Säntisketten östlich des Schindelberges (auf der Gräppelenalp) eine ganz besondere Stellung einnimmt. (loc. cit. 570.)

b) *Fähnern.*

ERNST BLUMER schreibt von dem obern Flysch an der Fähnern: « Er besteht aus feinkörnigem, blaugrauem, braun anwitterndem Sandstein mit den für die Flyschformation typischen weissen Glimmerschüppchen. Dieser Sandstein, bald von gröberen, bald von feinerem Korn, manchmal konglomeratisch, manchmal etwas mergelig werdend.... wechselt mit.... prismatisch oder tafelig zerfallenden Mergelkalken und.... mit etwas kieseligen Kalken. Die Prismen und Tafeln der Mergelkalke sind auf den Schichtflächen oft ganz bedeckt von Fukoiden, die auch schon viel seltner in den feiner körnigen, mehr mergeligen Sandsteinen gefunden werden. Zwischen diesen Gesteinen in zahlreichen Abänderungen lagern dann dünnstiefrige Zwischenschichten. » Ferner erwähnt er einen fast kristallinisch-körnigen Sandkalk, der im wesentlichen Quarzkörner und Kalk und ausserdem Kaliglimmer und Glaukonitkörnchen enthält. Er zitiert ferner ESCHER¹ und FRÜH², einen ölgrünen Quarzit betreffend. Die Mächtigkeit der an der Fähnern horizontal lagernden Schichten beträgt ca. 200 m. «Ueberall treffen wir (von der Fähnern absteigend), offenbar den oben geschilderten, fast wagrechten Schichtenverband unterlagernd, die eigentlichen grauen Flyschmergel und Mergelschiefer, nun nicht mehr bankig und wohlgeschichtet, sondern dünnblättrig und fast ohne erkennbare Schichtung, nicht in prismatische Stücke spaltend, sondern zerbröckelnd in kleine, dünne Plättchen, stets voller calcitischer Rutschflächen, ohne Fukoiden, gänzlich petrefaktenleer, ohne Schichtwechsel, ein eintöniger, meist weissliche,

¹ A. ESCHER, *Tagebuch* Xa, S. 2168.

² J. FRÜH, Beitr. zur Kenntnis der Nagelfluh in der Schweiz. 1890. (*Neue Denkschr. der schweiz. naturf. Ges.*, Bd. 30), S. 8.

kahle Anrisse bildender Mergel, der typische « Flyschdreck ».) Nummuliten erwähnt BLUMER erst im tiefen Einschnitt des Rheintales. Die Zitate mögen genügen, um zu zeigen, dass die Verhältnisse der Fähnern genau mit Habkern übereinstimmen. Die obern Schichten sind präalpine, wahrscheinlich obereocaene oder unteroligocaene Flyschschichten, die dem eigentlichen Wildflysch von Habkern (abgesehen von der Dynamometamorphose) entsprechen. Darunter folgt der so vorzüglich geschilderte helvetische Flyschmergel **ohne Fukoiden**. BLUMER erwähnt die nunmehr als präalpin bezeichneten Gesteine auch von der Molassegrenze; jedoch in geringer Mächtigkeit.

Nach diesen Angaben gehört der Fähnerngipfel zum supra-helvetischen Teil der Niesen-Habkerndecke.

c) *Subalpine Flyschzone.*

Die subalpine Zone scheint im ganzen Säntis-Mattstockgebiet nur undeutlich entwickelt zu sein. ALBERT HEIM erwähnt (loc. cit. S. 15) nur Konglomerate des Flysches mit Milchquarzgeröllen und weissem Glimmer vom Gemeinenwesen Schwägalp westlich des Säntis (zwischen P. 1302 und P. 2504). Westlich der Thur gehören wohl sämtliche an den Alpenrand tretenden präalpinen Vorkommnisse dem supra-helvetischen Teil an, weil sie nach ARNOLD HEIMS Karte von der helvetischen Kreide der Säntisdecke unterteuft werden.

d) *Die grosse Flyschmulde Wildhaus-Amden nach dem « Westlichen Säntis » von Arnold Heim.*

Die grosse Flyschmulde von Habkern ist mit der weiten Eocaenmulde von Wildhaus zu palallelisieren. ARNOLD HEIM unterscheidet in der Säntisarbeit S. 314 etc. im Eocaen die folgenden Gruppen :

- c) Oberer, dunkler Flysch
- a) Nummulitenschichten
- b) Unterer Flysch (Körnchenschiefer)
- Seewerkalk.

ARNOLD HEIM betrachtet das gesamte Tertiär dieser Gegend als normale, helvetische Schichtfolge. Er charakterisiert die einzelnen Schichten wie folgt:

ad a) « Mit den Nummuliten des Dürrenbaches (westlich Steina. d. Th.) ist somit ein unterer, heller, grau oder gelblicher Flyschschiefer, der « Körnchenschiefer ». nach oben

begrenzt. Er besteht aus vielleicht 500 m mächtigen, sehr eintönigen und gleichförmigen Mergelschichten, die höchstens im oberen Teil durch gleichfarbige und wenig hervortretende Kalkbänke unterbrochen sind. » Er stellt daher die 500 m Körnchenschiefer ins Parisien und verneint für sie ein oligocaenes Alter.

ad b) Vom Dürrenbach gibt uns ARNOLD HEIM ein vorzüglich beobachtetes Profil, das — abgesehen von Foraminiferenreichtum — ganz gut aus dem Wildflysch von Habkern stammen könnte: Der Anblick der unregelmässigen, zerrissenen und mit Schiefern verquetschten Sandsteine ist vollkommen übereinstimmend. Einzelne Sandsteinblöcke lagern ganz vereinzelt im Flysch. Flyschschiefer dringen in feinsten Flasern in die Nummulitenbänke. Nur die extreme Verquetschung, wie ich sie vom Lombach 1908 abbildete, fehlt. Aus der Schichtfolge greife ich heraus:

Nr. 2, 4, 6 zusammen 13 m grüne Nummulitenbänke unterbrochen durch

3, 5 zusammen 1½ m bröckelige, zum Teil glaukonitische Mergelschiefer.

7 20 m grünliche, gelbliche oder graue Körnchenschiefer mit einem eingeschlossenen, 2 m mächtigen

8 Block von Nummulitengrünsand.

9, 11 8,5 m grüne glaukonitreiche, etwas zerklüftete und unregelmässig geformte Nummulitenbänke.

10, 12 1—2 m hineingequetschte Mergel.

13 6 m rote, zerklüftete mergelige Kalke, gefolgt von

14 5 m grünlichen Mergeln.

15 Bänke und Fetzen von grünem Nummulitengestein.

16 4 m rote Nummulitenbank mit massenhaften Nummuliten.

17 graue Mergelschiefer.

HEIM erbeutete in diesen Lagen *Nummulina Biaritzensis*, *N. Ramondi*, *N. striata*, *N. Lucasana* und *Orbitoides Fortisii*. Damit ist wohl das Lutétienalter, nicht aber die Facies bestimmt. Eine ähnliche Ablagerung der Nummulitengesteine ist mir aus zweifellos helvetischen Faciesgebieten nicht bekannt, und ich stehe nicht an, das Vorkommen am Dürrenbach, gestützt darauf, dass es sich über 500 m grauem Flyschschiefer befindet, dass es eine Schichtenzusammenstellung zeigt wie sie sonst nur im präalpinen Tertiär auftritt, und dass der gesamte Habitus der Lagerung nach ARNOLD HEIMS Profil zu beurteilen, einen tektonisch stark beeinflussten Charakter hat, wie er für massige Sandsteinbänke, die zwischen

hundertern von Metern von grauem und dunklem Flysch eingeschlossen sind, nicht zu erwarten ist, als exotisches Tertiär aufzufassen und die Nummulitenschichten vom Dürrenbach dem von BOUSSAC bei Habkern nachgewiesenen Lutétien der Habkerndecke zuzuweisen.

ad c) « Wir treffen dunkle Mergel und dünnschiefrige, blättrige, bröckelige Mergelschiefer, die mit weniger leicht verwitterbaren, meist einige Dezimeter mächtigen Bänken wechsellagern. Diese Bänke sind sehr mannigfaltiger Art: mergelige Kalke, Kalksandsteine, Muskovitsandsteine, Muskovitquarzsandsteine, Quarzsandsteine, grobkörnige Quarzmuskovitsandsteine. » Dazu treten « im dunklen Flysch viermal je 5—40 m mächtige Einlagerungen von roten und grünen, oft schlierig rot und grün gefleckten Mergeln.... Rote Mergel im Flysch sind bis dahin in der Literatur vom nordschweizerischen Alpenrand nicht erwähnt¹.... Die roten Mergel zeigen häufig prachtvoll glänzende grüne Harnische, welche die Schichten oft schief oder quer abschneiden. Auch sind häufig grüne und rote Linsen durch Harnische mit Rutschstreifen scharf von einander getrennt. Ferner erwähnt ARNOLD HEIM: dunkelgrüne, dichte Oelquarzite, intensiv grüne, grobe Sandsteine und Muskovitsandsteine und rote, unreine Quarzite. « Der dunkle Flysch ist jünger als der Körnchenschiefer, wahrscheinlich ist er aber auch jünger als die Nummuliten des Dürrenbaches. » Längs eines Baches beobachtete HEIM, dass die beiden Flysche, der graue und der dunkle, über einen Kilometer weit sich diskordant berühren.

Vergleichen wir diese Verhältnisse mit denen von Habkern, so kommen wir zur folgenden Gliederung:

	nach HEIM:	neue Einteilung:
Bartonien:	oberer od. dunkler Flysch	Lutétien--Auversien (?) in präalpiner Facies
Oberes Parisien:	Nummulitenschichten d. Dürrenbaches	präalpines Lutétien
Mittleres Parisien:	unterer Flysch; Körnchenschiefer, Kalke m. Fukoiden	präalpiner Flysch (entsprechend d. Unterlage d. Habkerndecke bei Habkern)

¹ Nach dieser Bemerkung zu schliessen, scheint es ihm entgangen zu sein, dass KAUFMANN in den « Emmen- und Schlierengegenden » dieselbe Vergesellschaftung von diversen Flyschsorten mit Liasklippen, exotischen Blöcken und bunten Letten und Mergeln aus der subalpinen Zone am Nordwestfuss des Sigriswilgrates beschreibt.

Mittleres Parisien:	unterer Flysch; Körn- chenschiefer	helvetischer Flysch des Priabonien - Oligocaen
Unteres Parisien:	Assilinenbänke	helvetisches Lutétien
Danien, oberes <i>Lenon</i> :	Seewermergel	helvetische obere Kreide

*d) Die Flyschmulde Wildhaus-Amden nach den
« Nummuliten- und Flyschbildungen », der « Walenseekarte »
und der « Churfürsten-Mattstockmonographie »
von Arnold Heim.*

α) Die Darstellungen Heims.

Diese Ansichten, die ARNOLD HEIM 1905 veröffentlichte, modifizierte er nun erstens auf der Karte der Walenseegebirge 1907, zweitens 1909 in den « Flysch- und Nummulitenbildungen » und drittens im ersten Teil seiner Churfürsten-Mattstockmonographie 1910. Für unsere Studien kommen dabei die genaue Beschreibung der « Tertiärbildungen der Säntisdecke », die Zuweisung der vorhin genannten Körnchenschiefer zur Wildflyschfacies und die Feststellung des cretazischen Alters für den untern Teil des frühern « untern, grauen Flysches » in Betracht. Lassen wir dem Verfasser das Wort:

« Hauptgebiet der Säntisdecke.

a) Allgemeines.

....Tektonisch lässt sich der Flysch des Hauptgebietes der Säntisdecke von Nordwest nach Südwest in folgende drei Zonen einteilen:

1. Amdenermulde; Amden-Hinterhöhe zwischen Mattstock und Stock bis zum Nordwestabhang des Goggeien (auf unserer Karte nördlich Amden).

2. Zone des Dürrenbaches; zwischen Farenstockrippe und Stock und zwischen Häderenberg (Säntis-West) und Goggeien (südwestlich Stein a. Thur).

3. Fliegenspitzenmulde; zwischen Leistkamm und Gulmen und zwischen Churfürsten- und Säntisdecken durch das obere Thurtal hinauf bis Wildhaus.

Da ich in diesen drei Zonen im Eocaen keine einfachen gesetzmässigen Faciesunterschiede aufdecken konnte, sollen sie gemeinsam besprochen werden. Ebenso kann ich keine sichere Anordnung nach dem Alter vornehmen, da die

charakteristischen Gesteine in verschiedenen Höhen sich wiederholen und dazu noch in verschiedenen Gegenden ungleich entwickelt sind.

b) Flysch mit Sandstein, Wildflysch im allgemeinen.

....Er bildet die Hauptmasse des Flysches der Säntisdecke.Das Bezeichnende dieser Flyschgruppe ist das Vorhandensein von Sandstein und sandigen Kalkbänken. Auch wo vorherrschend Mergel vorhanden ist, findet man doch hie und da Sandsteinbrocken.... Durch einen Besuch von Habkern habe ich mich überzeugt, dass in den Gegenden von Amden bis Wildhaus usw. der ganz gleiche Flyschtypus vorliegt, dass also die Bezeichnung « Wildflysch » (nach KAUFMANN) auch für unser Gebiet zutreffend ist.

1. **Der gewöhnliche Flysch mit Sandstein.** Braungraue bis schwarze Mergel und Tonschiefer wechsellagern unregelmässig in dicken und dünnen Bänken mit feinkörnigem Quarzsandstein, der in der Regel mehr oder weniger reich an Muskovit-Glimmerschüppchen ist. Zwischen Ton, Sandstein und Kalkstein findet man alle erdenklichen Varietäten und Zwischenformen: schwarzer, grauer, roter, grüner Ton, Mergel, Mergelkalk, Mergelsand mit und ohne Glimmer, mit und ohne Glaukonit, seltener Feldspat, feiner und grober, reiner Quarz-Muskovit-Glaukonitsandstein, grüner Oelquarz, graue Quarzitbänke, feinstkörniger Kieselschiefer, Sandkalk mit oder ohne Glimmer oder Glaukonit, klingende Kieselkalkbänke, dichte, reine Kalkbänke, Fukoidenschiefer.

2. **Der eigentliche Wildflysch** lässt sich von dem gewöhnlichen Flysch mit Sandstein nicht überall trennen; er zeichnet sich nebst häufiger, verworrener Fältelung vor allem durch den Gehalt an Blöcken aller Art aus: Sandstein, Grünsand, grüner Oelquarzit, Konglomerate, Breccien, Kalke, Kieselkalk, Gneise, Granite, Porphyre.

c) Konglomerat- und Sandsteinbänke.

(Von ARNOLD HEIM nur an drei Orten und davon nur an einer Stelle sicher anstehend beobachtet.)

d) Kieselschiefer.

(Eine normale Einlagerung im Flysch, die in tonigen Schiefer übergeht.)

e) Gebänderter Kieselkalk.

(Häufig, ähnlich dem Hauterivien-Kieselkalk.)

f) Rote und grüne Mergel und Tone.

(Zirka 30 Vorkommnisse, alle kartiert, z. B. nördlich Wäldi bei Unterwasser intensiv mit grobem Flyschsandstein verquetscht).... Schon in meiner Sántisarbeit 1905 schloss ich aus der Gegend zwischen Häderenberg und Churfirsten, «dass die roten Mergel wiederholt zur Ablagerung gekommen sind» (*loc. cit.* S. 321). Heute kann ich diese Ansicht als Tatsache hervorgeben und glaube, dass rote Mergel mindestens viermal im Hauptgebiet der Sántisdecke, jedoch nicht überall in gleicher Mächtigkeit und Häufigkeit abgelagert wurden.

Sehr charakteristisch für die roten und grünen Mergel sind die häufigen, stellenweise sogar massenhaften, blockartigen Einschlüsse von verschiedener Grösse, besonders von grünen Oelquarziten, Sandstein und polygenen Konglomeraten und Breccien....

g) Grüne Oelquarzite.

(Massenhaft in Blöcken; selten in Bänken.)

h) Dichte Kalkbänke.

Dichte Kalke fand ich an vielen Stellen im Flysch eingelagert, aber nur im Sulzbach, nordwestlich des Goggeien, mächtig und auffallend.... Die Kalkbänke sind scharf von zwischenliegenden, grauen bis schwarzen Mergeln oder Tonschiefer getrennt, 5 bis über 50 cm dick, oft verworren gefaltet oder zerbrochen. Die Kalke sind grau oder gelblich ausgewittert, inwendig grau bis schwarzgrau, absolut dicht bis feinstkörnig und homogen.... im Handstück kaum von Quintnerkalk (Malm) kaum zu unterscheiden.

i) Fukoidenschiefer.

(Zahlreiche Vorkommnisse mit reichen Foraminiferenformen.)

k) Graue, sandsteinfreie Mergel.

Im Flysch mit Sandstein findet man besonders in der Gegend des Fliegenspitzes (P. 1558) und bei Wildhaus mehrfach repetierte bis über 100 m mächtige Einlagerungen von grauen, oft bräunlich angewitterten, sandsteinfreien Mergeln zwischen Sandstein und Nummulitenkalken....

1) Lagenmergel.

Unter dieser Bezeichnung ist in der Walenseekarte ein mergeliges Flyschgestein am Gipfel des Fliegenspitz ausgeschieden, das in manchen Beziehungen auffallend an Drusbergschichten oder Valangienmergel erinnert. Es sind ca. zwölf mächtige, braungraue Mergel mit 10—20 cm dicken,

oft knolligen Kalklagen.... Nach unten findet innerhalb weniger Meter ein allmählicher Uebergang in braun angewitterte, bröckelige Mergel und Schiefer statt.... Sie sind auf der Nordwestseite des Fliegenspitzes etwa 100 m mächtig und ruhen auf Wildflysch.

m) Nummulitenschichten.

In der Walenseekarte sind « Nummulitengrünsand » (rot gestrichelt) und « Nummuliten- und Lithotamnienkalke » (blau punktiert) unterschieden. Diese Unterscheidung ist in manchen Fällen etwas willkürlich.... Obwohl ich fast in allen grösseren Bachläufen im Flyschgebiet der Säntisdecke Gerölle von Nummulitengestein fand, konnte ich anstehende Nummulitenbildungen nur vereinzelt auffinden. So fand ich trotz Absuchens sämtlicher Bachläufe der Amdenermulde im Gebiet von Amden keine einzige Nummulitenbank. In der Zone des Dürrenbaches kenne ich eine mächtige Nummulitenbildung (die oben diskutierte), im Gebiet der Fliegenspitzmulde bis Wildhaus deren zahlreiche, die nun im einzelnen zu besprechen sind.... »

Die Blöcke im Flysch (und Leistmergel).

S. 85—113 bespricht ARNOLD HEIM die im Flysch eingeschlossenen Blöcke in dem schon in der Einleitung dargelegten Sinne.

Amdenerschichten (Leibodenmergel und Leistmergel).

Diese Formation vertritt nun HEIMS früheren untern oder grauen Flysch mit Ausnahme der echten « Körnchenschiefer » die er nun dem Wildflysch zuteilt.

« a) Leibodenmergel: Die Mergel im unmittelbaren Hangenden der Seewerschichten und im Liegenden der Leistmergel, die keine Seewerkalkbänke mehr enthalten und eine neue charakteristische Fauna vom Charakter der Emscher-Stufe aufweisen.

b) Leistmergel: Die grauen, oft dichte Kalkbänke einschliessenden Mergel im unmittelbaren Hangenden der Leibodenmergel, die eine typisch senone Fauna (insbesondere vom Charakter der Campanien) enthalten. Das Hangende bilden, wenn vorhanden, die Wangschichten (Drusbergdecke), wenn nicht vorhanden der Wildflysch, dessen untere Abgrenzung jedoch problematisch ist, oder direkt die Nummulitenschichten. »

Sämtliche dargestellten Profile beweisen die Zusammengehörigkeit der Amdenerschichten zu den helvetischen Kreide-

bildungen. Dagegen glaube ich « das beste Senonprofil » im Rinderbach östlich Altschen bei Amden etwas anderes auffassen zu müssen:

a—f) sind die normale Schichtfolge der obern Kreide vom Seewerschiefer bis in die Leistmergel hinauf.

g) 8 m erste zerknitterte Mergellage, bräunlich angewittert, mit eingebackenen, bis 30 cm dicken Linsen von sandigem, feinkörnigem Kalk mit spärlichen Glimmerschüppchen, z. T. mit horizontalen Fältelungsaxen. Wildflyschfacies. (Dahin rechne ich auch den in *f* nahe der obern Grenze eingeschlossenen tiefgrünen Glaukonitquarzit!)

h) ca. 35 m gewöhnliche Leistmergel mit Einschlüssen von Glaukonitquarzit.

i) ca. 40 m Leistmergel, schwärzlich bis grau und grünlich gebändert, mit einzelnen dünnen Kalkfasern, sowie kleinern grauen bis grünen Quarzitblöcken. Stark zerknittert. Mit unbestimmbaren Ammonitchen, *Dentalium* sp. ind. und *Drepanocheilus vagans* J. Böhm.

k) ca. 15 m graue, verworrene Schiefer mit Calcitadern und 1. zerrissenen Bänken und Linsen von feinkörnigem schwach glimmerhaltigem Kalksandstein, 2. grünem, gröberem Quarzsandstein und Quarzit, 3. gebändertem Sandsteinblock. Wildflyschfacies der Kreide.

l) 35 m? graue Mergel wie Leistmergel.

m) 25 m +? graue Mergel mit einzelnen dichten Kalkbänken und zerrissenen Bänken und schwarzfleckigen Blöcken von Quarzsandstein, grünem, grobkörnigem Quarzit und einem nussgrossen Oelquarzitgerölle. Die Aufschlüsse werden mangelhaft.

8, 10, 12 = exotische Gneis- und Granitblöcke. An dieser Stelle liegt die vermutete Grenze von Senon gegen den hangenden, eocaenen Wildflysch.

Das Auffallendste an diesem Profil ist die ausserordentliche Mächtigkeit des Leistmergel und das allmähliche Uebergehen der gewöhnlichen, echten Leistmergel in die Wildflyschfacies. Unter den Blöckeinschlüssen herrschen bei weitem vor die Glaukonit-Quarzite oder Oelquarzite, die bis über 1 m Durchmesser erreichen und bereits im sicher senonen Leistmergel (nie aber im Leibodenmergel) eingelagert sind. Breccienblöcke, die für den eocaenen Wildflysch so bezeichnend sind, scheinen noch vollständig zu fehlen. »

β) Die Deutung der Heim'schen Angaben.

Die vorliegenden Auszüge aus HEIMS Churfirsten-Mattstockmonographie bilden eine Beschreibung der Gesteine der Habkerndecke wie wir sie uns nicht objektiver und präziser denken können. Ihre Deutung im präalpinen Sinn ist nicht schwer:

Unter *a* zeigt er, wie die präalpine Tertiärdecken in drei Zonen, von denen die zwei westlichen in den Alpenrand übergehen, die helvetische mesozoische Schichtfolge der Säntisdecke überlagert.

Unter *b* charakterisiert er diejenigen Schichten, welche bei Habkern als Wildflysch die etwas ruhiger gelagerten Schlierensandsteine unterteufen und die Hauptmasse der Muldenauffüllung bilden.

Die Konglomerate und Sandsteinbänke *c* scheinen weniger reichlich vorhanden zu sein als bei Habkern. Immerhin stimmt an beiden Orten überein, dass die Blöcke die normalen Lager an Zahl weit überwiegen.

Kieselschiefer *d*, gebänderte Kieselkalke *e* und grüne Oelquarzite *g* treten an beiden Orten in ähnlicher Weise auf.

Die roten und grünen Mergel und Tone *f* können auf zweierlei Art gedeutet werden. Erstens können sie der rötlichen, mergeligen Varietät der obern Klippenkreide (Couches rouges, früher Leimernschichten) wie ich sie längs des Lombaches durch Belemnitenfunde nachwies, angehören oder aber zu den bunten Keupermergeln und -tonen, wie sie auf der Zettenalp, in der Keuperklippe von Hubelhörnli und im Liegenden der Unterwaldner Klippen beobachtet werden, zugerechnet werden. Die von mir 1908 abgebildete Verquetschung von weissen Couches rouges mit Klippentertiär und exotischen Blöcken entspricht den von HEIM geschilderten Verhältnissen. Die eingeschlossenen mit Habkern übereinstimmenden Blöcke bilden aber keine stratigraphische Bildung wie HEIM glaubt, sondern eine tektonische Durchdringung, wie sie bei Habkern vielfach beobachtet werden kann. Bei Amden-Wildhaus sind wahrscheinlich sowohl kretazische als auch triasische bunte Mergel und Tone vorhanden. Auf alle Fälle fehlt eine ähnliche Einlagerung im sicher helvetischen Flysch.

Die dichten Kalkbänke *h* kommen ebenfalls sowohl den hellen oder dunklen Kalken wie sie die Chondriten (Fukoidenschiefer unterbrechen als auch dem präalpinen Tithon oder auch gewissen Niveaux des Klippenlias entsprechen. Sehr wahrscheinlich treten auch hier beide Arten auf, wie ich sie von Habkern nachwies (Ammonit vom obern Lombach). Die Bänke müssen wohl meist oder immer als Fukoidenkalke und die Blöcke meist als Klippenmesozoikum aufgefasst werden.

Die Fukoidenschiefer *i* entsprechen Habkern durchaus. Ich fasse vorläufig das Vorhandensein der bekannten Kalk-

algen in Uebereinstimmung mit ERNST BLUMER (siehe oben) als Charakteristikum des obern, dunklern, also des präalpinen Flysches auf.

Dagegen können die grauen, sandsteinfreien Mergel *k* und die Lagenmergel *l* der helvetischen Facies angehören. Besonders den erstern entsprechende Gesteine beobachtete ich am Traubach in der helvetischen Flyschserie und weiter unten in der Nähe des Kontaktes als grösse Pakete in die präalpinen Schichten eingeschlossen. Sichere Nachweise für die eine oder andere Auffassung lassen sich nicht erbringen. Beide Möglichkeiten, also die normale Lagerung im exotischen Flysch sowohl wie das Auftreten als helvetische Scholle in der Habkerndecke stehen sich ungefähr gleich wahrscheinlich gegenüber. Möglicherweise können einzelne derart beschriebene Partien auch aufgeschürfte Schollen von kretazischen Leistmergeln sein.

Die Nummulitenschichten *m* endlich gehören wohl meist der präalpinen Facies an, wenn auch helvetische Einschlüsse sehr wohl möglich sind. Letztere Möglichkeit möchte ich besonders für die Nummulitenbildungen, welche die grauen, sandsteinfreien Mergel *k* begleiten, erwähnen. Das Vorwiegen der Glaukonitfacies für die helvetischen Nummulitenschichten der Ostschweiz macht die Unterscheidung von der ebenfalls häufig glaukonitischen Klippenfacies schwierig. Ferner muss ich darauf hinweisen, dass ich im ganzen Gebiet von Habkern die Lithothamnienkalke des Auversiens (Wechselagerung mit Hohgantsandstein) und des Priabonien (Lithothamnienbänke) in den Stadschiefern zweifellos der helvetischen Facies angehören und ich nie — abgesehen von den eingequetschten Schollen in der Ueberschiebungszone — derartige Gesteine als Einlagerung in der Habkerndecke antraf. Nach den Angaben HEIMS treten nun in der Fliegen-spitz-Wildhausmulde Lithothamnienkalke in verschiedenen Niveaux und diverser Vergesellschaftung auf. Auch für sie ist der helvetische Charakter nicht ausgeschlossen, wenn dies auch wahrscheinlich nur äusserst schwierig nachzuweisen ist; darüber noch in der Zusammenfassung.

Ueber die Blöcke im Flysch (und Leistmergeln) will ich mich nicht verbreiten; ich verweise auf die übereinstimmende Beschreibung der Tatsachen und die verschiedene Erklärungsweise in der HEIM'schen Monographie und meiner Interlakener Arbeit.

Eine besondere Erwähnung verdienen dagegen die « exotischen Blöcke im Senon ». Jeder objektive Forscher kann

aus HEIMS eigener Darstellung herauslesen, dass die Schichten *a—f* die normale helvetische Serie der obern Kreide darstellen, dass aber die Gruppen *g—m* mit ihren « zerknitterten » Mergeln, « horizontalen Fältelung », « zerrissenen Bänken und Linsen » von Kalksandstein, überhaupt die Bezeichnung « Wildflyschfacies der Leistmergel », sowie ihre « ausserordentliche Mächtigkeit » genug Anhaltspunkte geben, in diesem Wirrwar eine tektonische Bildung zu erkennen. Und wiederum erinnert man sich der analogen, nur noch intensiveren Verquetschung von sicher nachgewiesener oberer Klippenkreide mit exotischen Blöcken am untern und obern Lombach bei Habkern. Die Schichten *g—m* sind die Ueberschiebungszone der Habkerndecke auf die helvetische, obere Kreide und bestehen aus Kreideschichten einerseits und tertiären, präalpinen Mergeln und zerrissenen Sandsteinbänken andererseits. Dass die für den eocaenen Wildflysch so bezeichnenden Breccienblöcke fehlen, verwundert mich nicht. Die vorhandenen eckigen Glaukonitsandsteinblöcke sind nicht stratigraphisch eingelagert, sondern gehören alle demselben Niveau des Klippentertiärs an und wurden bei der Ueberschiebung zerrissen und tektonisch in helvetischen und präalpinen Mergel eingeknetet.

Somit ist das Vorhandensein exotischer Blöcke im helvetischen Senon widerlegt.

Bei der Kartierung dieser Gegend betrachtete ich fast das gesamte Eocaen mit Ausnahme der unter *k* und *l* beschriebenen Mergel als exotisch. Die zahlreichen guten Beobachtungen HEIMS ermöglichen eine ziemlich genaue Abgrenzung. Viel ungenauer wurde die Begrenzung östlich von Wildhaus, wo immerhin die von ARNOLD und ALBERT HEIM kartierten bunten Mergel und Konglomerate sowie die Grabserklippe gute Anhaltspunkte gaben.

f) Das Eocaen der Gräppelenalp.

Fassen wir endlich noch das schon erwähnte Vorkommnis auf der Gräppelenalp nördlich Alt-St. Johann ins Auge. ESCHERS Karte, Profile und Text notieren das Vorkommen eines Eocaengebildes im Innern der Säntisketten im Gebiet der Gräppelenalp. ALBERT HEIM (*loc. cit.* S. 17 und 18) verneint dieses Vorkommen, da er das Eocaen nur in losen Blöcken von höchstens $\frac{1}{2}$ m Durchmesser fand. « Offen bleibt die Frage, wo diese Eocaenerratika herkommen mögen. In der Umgebung gibt es kein höher aufragendes Eocaen, von welchem die Trümmer stammen könnten. Auch kann ich

nicht wohl annehmen, dass sie die herabgesunkenen Rückstände der hier einst in grösserer Höhe vorhanden gewesenen Eocaenmulden bezeichnen — dies deswegen nicht, weil die anstehenden Eocaengesteine beiderseits des Kreidegebirges hier faciel ganz anders, nämlich grünsandig sind. Es fehlen hier im Anstehenden solche schneeweissen Nummulitenkalke. Und es fehlen die Oelquarzite. Von letztern sind indessen an der Fähnern gefunden worden. Umgekehrt fand ich in Gräppelenalp nirgends einen glaukonitischen Nummulitenkalkblock. Manche der Quarzitgerölle in der Gräppelenalp haben mich unwillkürlich an die Gerölle der Miocaennagelfluh erinnert, von dieser aber können wir sie unmöglich ableiten. Ist ein Moränenstreifen des Rheingletschers vom Calanda hier herüber gekommen? Auch das ist nicht anzunehmen. Ist's ein Rückstand der Miocaenströme, die die Nagelfluh zusammengespült haben und von denen sich da in ein altes Seitental Geschiebe verirrt haben? — Ist's am Ende sogar von der Tiefe aus dem vielleicht unter Neocom liegenden Eocaen tektonisch heraufgeschürft worden?

Sei dem wie ihm wolle! Das Gräppelental ist ein Antiklinaltal, auf dem Neocomkern ausgespült, es ist keine Eocaenmulde, vielmehr enthält es nur eocaene Erratica aufliegend auf den Schichtköpfen des Neocomien und des Valangien. »

Heute lässt sich die Frage des Gräppeleneocaens mit Sicherheit lösen, da sich die diesbezüglichen Beobachtungen aus dem Gebiet der Schweizeralpen gewaltig vermehrten. Der weitem Besprechung vorgreifend erwähne ich, dass sich das Klippeneocaen unter den helvetischen Decken hindurch bis in die Quellgebiete der Tamina, der Seez, der Sernf und der Linth nachweisen lässt. Somit unterteuft die Habkerndecke auch das Säntisgebirge. Ich fasse das Vorkommen in der Gräppelenalp als ein Fenster in der Säntisdecke auf, wie es ALBERT HEIM selbst mit seiner letzten Frage andeutet. Als Gründe dafür führe ich an: Die Eocaengesteine, besonders die nagelfluhähnlicheren, stimmen mit der Habkerndecke überein. ALBERT HEIM kartiert den weiten Kessel der Gräppelen als mit Moränen und Bergschutt bedeckt; da ist also die Möglichkeit vorhanden, dass auch noch das tertiäre Liegende vorhanden und nur durch die Schuttbedeckung verhüllt ist. Ferner ist zu bedenken, dass grosse Partien der Habkerndecke aus Mergeln bestehen, die ohne Fossilfunde nicht von den Valangienmergeln unterschieden werden können (analog den Mergeln im Sulzigraben am Ostende des Sigris-

wilgrates und den Mergeln längs des Nordwestfusses der genannten Randkette). Weiter wäre es nicht einmal nötig, dass ganz präalpine Komplexe hier zu Tage treten. Die Ueberschiebung der Säntisdecke auf die Habkerndecke (die später noch zu diskutieren ist), musste die mergeligen Tertiärpartien mit den Mergeln der untern Kreide derart mischen, dass es wohl möglich ist, dass einzelne widerstandfähige Tertiärgesteine ziemlich hoch in die Kreidemergel hinauf zerquetscht wurden und so in die aufgerissene Gräppelenantiklinale gelangen konnten. Ich glaube, ALBERT HEIM hat das gefunden, was ich im Justustal am Thunersee vergeblich suchte: Tertiäre Klippengesteine in einer bis aufs Valangien aufgerissenen Kreideantiklinale einer helvetischen Decke.

Das Eocaen von Gräppelensee ist intrahelvetisch; denn es wird vom autochthonen Helvetischen unterlagert und von der helvetischen Säntisdecke überlagert.

g) Zusammenfassung¹.

1. Die vorstehenden Ausführungen beweisen das Vorhandensein und die grosse Verbreitung einer präalpinen Tertiärdecke, der Niesen-Habkerndecke zwischen Rhein und Walensee im Gebiet der helvetischen Facies.

2. Diese Decke lagert im östlichen Säntisgebiet wie bei Habkern über den helvetischen Stadschiefern, die ihrerseits von Nummulitenbildungen unterteuft werden.

3. Die Niesen-Habkerndecke lagert im Churfürsten-Mattstockgebiet direkt auf den Mergeln der helvetischen obern Kreide.

4. Diese direkte Auflagerung wurde ermöglicht durch das Vorhandensein der mächtigen Kreidemergel, die als Rutschmaterial dienten und von deren Dach die konsistenten eocaenen Bildungen weggeschürft und mit der präalpinen Decke verquetscht wurden (Nummulitensandsteine, Lithothamnienkalke und event. Schiefer- und Mergelpakete).

5. Der Kontakt ist fast stets durch das Auftreten der « Wildflyschfacies », also eine intensive Zerknetung bezeichnet.

6. Eine Gliederung der Decke in tektonische oder stratigraphische Gruppen ist der verworrenen Lage, der schlechten Aufschlüsse und der Fossilarmut wegen ziemlich ausgeschlossen.

¹ Die vorzüglichen Neuaufnahmen des ganzen Gebietes rechtfertigen eine so eingehende Besprechung. Für die nachfolgenden Gebiete können dagegen nur mangelhafte Nachweise erbracht werden.

7. Die Grabserklippe (welche nach ARNOLD HEIM den medianen Präalpen zugezählt werden muss), bezeugt die Ueberlagerung der Niesen-Habkerndecke durch die medianen Präalpen auch für dieses Gebiet.

8. Der Grossteil der Niesen-Habkerndecke liegt über den helvetischen Decken und ist daher suprahelvetisch. Auf der Gräppelenalp befindet sich ein Fenster in der Säntisdecke, so dass auch intrahelvetische, präalpine Tertiärgesteine nachgewiesen werden können.

3. Das Gebiet zwischen Rhein und Linth.

Als Quellen für die Ausscheidung des präalpinen vom helvetischen Tertiär in dieser Gegend dienten mir die folgenden Publikationen:

Geologische Karte der Schweiz 1 : 100 000 :

Blatt XIV aufgenommen von ALBERT HEIM.

Blatt IX ausgeführt von C. MÖSCH.

Spezialkarte Nr. 50. J. OBERHOLZER und ALBERT HEIM. Karte der Glarneralpen, 1 : 50 000, 1910.

63. Liefg. der *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, M. BLUMENTHAL. Geologie der Ringelspitz-Segnesgruppe, 1911.

do. 51. Liefg. ARNOLD HEIM. Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen.

K. TOLWINSKI, Die grauen Hörner. *Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges.* Zürich. Jahrg. LV, H. 3 und 4, 63 S.

ARNOLD HEIM, Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. *Abh. d. schw. pal. Ges.* Vol. XXXV. 1908.

K. TOLWINSKI bespricht in der oben genannten Publikation den « Flysch » der Umgebung der *Grauen Hörner*. Die Nummulitenschichten werden durch den helvetischen Flysch bedeckt. Der Verfasser unterscheidet in ihm das Niveau der Globigerinenschichten, welche den Stadschiefern KAUFMANNs entsprechen und die Dachschiefer, mit denen der Taveyannazsandstein vergesellschaftet ist. Beide Gruppen werden überdacht durch Wildflysch, dessen Mächtigkeit durch Verdoppelungen sehr anschwillt und sich durch intensiv dislozierte Sandsteine, Konglomerate, polygene Breccien und dunkle Schiefer auszeichnet. Im Weisstannental fand er in diesen Schichten Kalke mit *Nummulina atacica*, N. Guettardi, *Assilina granulosa*. Ähnliche Vorkommnisse traf er bei Vilters. Er neigt zu der Ansicht, dass die beiden oben genannten Flyschgruppen das Dach des normalen Flysches

bilden und dass der Wildflysch auf beide hinaufgeschoben wurde. Damit gehen wir einig, nicht aber mit seiner weiteren Erklärung, dass dieser Wildflysch den verkehrten Mittelschenkel der Glarnerdecke bilde. Wie die Vorkommnisse in den benachbarten Gebieten beweisen, dürfen wir den Wildflysch der grauen Hörner ruhig zu unsererer präalpinen Niesen-Habkerndecke zählen.

MORITZ BLUMENTHAL unterscheidet in der *Ringel-Segnesgruppe* Bürgenschichten mit Assilinen und Nummuliten, darüber Globigerinenschiefer (den Stadschiefern entsprechend) und zuletzt Wildflysch. «Im Augstberg (Panäraalp) folgen über den Globigerinenschiefern wenig mächtige schwarze Tonschiefer, die von mächtigen polygenen Breccien- und Konglomeratbänken überlagert werden. Als Komponenten führen dieselben die schwarzen Schiefer, in denen sie selbst eingelagert sind, nebst kristallinen Gesteinen, Muskoviten und Quarzen. Wir sind im eigentlichen Wildflysch, in dem die Möglichkeit, einzelne Zonen zu verfolgen, aufhört. Auf der Bündnerseite (P. SAX, Trinserfurca, Trimserhorn) ist der Uebergang der Globigerinenschiefer in die Wildflyschfacies kein so rascher. Ein Wechsel von schwarzen, tonigen Tonschiefern und weniger mächtigen grünen und braunen Quarziten nebst feingeschichteten Fukoidenschiefern (Trinserfurca) und hellen Kalken und Mergelkalken (Helminthoiden) leitet allmählich zum eigentlichen Wildflysch über.... Unter dem Glasergletscher zieht sich innerhalb dieses Wildflysches eine Zone seewerähnlicher, Foraminiferen führender Schiefer durch, denen in stratigraphischer wie in tektonischer Beziehung ganz besonderes Interesse zukommt. Exotische Blöcke sowie Nummulitenkalkeinlagerungen fand ich auf der Ringelseite des Calfeusentales keine. Es sei dagegen hervorgehoben, dass man den Eindruck erhält, es liege zwischen den eigentlichen, vereinzelt oder in Nestern vorkommenden exotischen Blöcken und den groben exotischen Komponenten der Breccien des Ringelgebietes nur ein gradueller Unterschied und dass beide auf ähnliche Bildungsbedingungen zurückzuführen seien.... Auf der Südseite des Calfeusentales liessen sich die Lagerungsverhältnisse des Flysches mit dieser zwar etwas kühnen Hypothese (von der Deckeneinwicklung ARNOLD HEIMS) vereinbaren.» BLUMENTHAL weist auch die Ansicht TOLWINSKIS zurück, dass die seewerartigen Einlagerungen von der Brennhütte und dem Glasergletscher einem Mittelschenkel einer helvetischen Decke angehören. Er erkennt in ihnen Einlagerungen im Flysch. Man darf in ihnen wohl

Einschlüsse oberer Klippenkreide ähnlich den kleinen Klippen am Lombach vermuten.

ARNOLD HEIM unterscheidet in Uebereinstimmung mit OBERHOLZER in seinen beiden diesbezüglichen Publikationen die folgenden Gesteinsgruppen aus (Nummuliten- und Flyschbildungen):

3. **Wildflysch** mit exotischen Blöcken und Quarzitlagen über 100 m mächtig, mit primären Nummulitenkalkeinlagerungen in Form von « nicht weithin zusammenhängend verlaufenden Bänken, sondern mehr oder weniger zonenförmig angeordneten zerrissenen Bänken und unregelmässigen Klötzen » (J. OBERHOLZER). Sie enthalten: *Nummulina distans*, *N. cf. irregularis*, *N. Murchisoni*, *N. atacica*, *Assilina granulosa*, *Orthophragmina Archiaci*, d. h. die Einsiedlerfauna. Die autochthone Wildflyschzone erstreckt sich vom Käpfergebiet bis zum Heidelpass, zwischen Weisstannen und Calfeusertal und vielleicht noch weiter östlich.

2. **Blattengratschichten.** Mergelschiefer mit Kleinforaminiferen und Nummulitenkalkbänken, die oft auf weite Strecken zusammenhängen. Mächtigkeit wechselnd, 0—500—1000 m. Die Nummuliten stimmen meist mit den oben erwähnten überein.... Ueberall, wo diese Schiefer mit den Nummulitenbänken auftreten, liegen sie zwischen der Sandstein-Dachschieferzone im Liegenden und dem knorrigem Wildflysch im Hangenden. Aber sonderbar bleibt, dass diese Schieferzone nur an einzelnen Orten entwickelt ist, an anderen aber ganz fehlt, so dass der knorrige Wildflysch direkt auf der Sandsteinzone liegt.... Der auffällige Mächtigkeitswechsel lässt zur Zeit noch keine Gesetzmässigkeit erkennen. Man kann an drei Möglichkeiten denken: 1. tektonische Reduktionen; 2. primäres Auskeilen; 3. Faciesvertretung durch den Wildflysch. Die letzte Ansicht hat am meisten Wahrscheinlichkeit für sich.... (Diese Möglichkeit lässt übrigens auch ARNOLD HEIM in seiner neuesten Publikation offen.)

1. **Abteilung der Dachschiefer und Sandsteine.** Mächtigkeit circa 500—1000 m. Sie enthält, soweit bis jetzt bekannt, keine Grossforaminiferen, dagegen die reiche Fisch-Fauna der « Glarnerschiefer » von Matt-Engi. Das Alter der bisher als Oligocaen betrachteten Dachschiefer ist mit aller Schärfe als Eocaen festgestellt. Als normales Liegendes der Abteilung des Plattengrates und des Wildflysches mit Einsiedlerfauna kann es sich sogar nur um Mittel-Eocaen, Lutétien handeln. » In Figur 12 zeigt HEIM die « autochthonen Kreide- und Eocaenschichten zwischen Kistenpass und Linthtal ».

Ich gebe seine Darstellung durch folgende Parallelisierung wieder:

Linthtal Kammerstock	Muttensee Nüschentock	Kistenstöckli
Dachschiefer	Dachschiefer	Mergelschiefer mit Sandsteinbänken
Taveyannazsandstein	Dachschiefer	
Schiefer	Dachschiefer	Mergelschiefer mit Sandsteinbänken
Taveyannazsandstein	Taveyannazsandst.	
Taveyannazsandstein	Mergelsch. m. Sandst. Stadschiefer	Stadschiefer
Taveyannazsandst.		Stadschiefer
Stadschiefer	Stadschiefer	Stadschiefer
Stadschiefer	?	Pectinitenschiefer
Complanataschichten	Complanataschichten	Complanataschichten
Oehrlikalk des Berrias	Complanataschichten	Complanataschichten
	Schrattenk. des Urgon	Seewerkalk

Diese Profilserien belehren uns über das liegende der Dachschiefer. Welches ist nun die Deutung der komplizierten Verhältnisse im Glarnerland? Ich glaube, dass man die gesamte Schichtgruppe in die folgenden tektonischen Einheiten zerlegen könnte.

5. Teile der **präalpinen Niesen-Habkerndecke** = **Wildflysch**. Ich verzichte darauf HEIM noch mehr zu zitieren zur Beweisführung, weist er doch selbst auf die analogen Tertiärbildungen von Habkern und Amden hin. Nur der eingehenden Beschreibung der « seewerartigen Kalke im Wildflysch » wie sie HEIM in der « Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen » gibt, entnehme ich noch folgendes: «Er enthält in einzelnen Lagen und heruntergefallenen Blöcken massenhaft grössere und kleinere Bruchstücke von querfaserigen Schalen, deren Zugehörigkeit zur Gattung *Inoceramus* nicht zu bezweifeln ist. Auf der angewitterten Fläche erkennt man auch zahlreiche Foraminiferenkörnchen.... der seewerartige Kalk geht innerhalb einiger Meter allmählich über in schwärzlichen Mergelschiefer mit kalkigen Flasern vom Typus Wildflysch. » Die Beschreibung passt wörtlich auf die ehemaligen » Leimernschichten » und nunmehrigen Klippen von oberer

Kreide der Umgegend von Habkern in der « Vorläufigen Mitteilung » 1908 und der « Geologie der Gebirge nördlich von Interlaken ». Am präalpinen Charakter des Glarner Wildflysches zweifle ich keinen Augenblick. Damit bestätige ich das schon 1908 zum « autochthonen Wildflysch » gemachte Fragezeichen.

4. Schwieriger zu deuten sind die **Blattengratschichten**, die eine Fauna enthalten, welche unzweifelhaft dem Lutétien angehört. Sie erscheinen somit ungefähr gleichaltrig wie die präalpinen Schichten zu sein. Ich glaube aber, soviel ich aus der Beschreibung ersehen kann, dass die Blattengratschichten *nicht* der präalpinen Facies angehören. Die scharfe Trennung der beiden Komplexe und die stark schwankende Mächtigkeit, die in allen Beschreibungen erwähnt werden, stellt es sicher, dass wir zwei verschiedene tektonische Einheiten vor uns haben. Umgekehrt beweist die Lutétienfauna und ihre Lagerung über den Fischeschiefern und Stadschiefern, dass die Blattengratschichten auch vom normalen autochthonen Tertiär tektonisch abzutrennen sind. Ich glaube, dass für diese Schichtgruppe die Erklärung von BOUSSAC¹ die wahrscheinlichste sei und die Blattengratschichten möglicherweise dem ausgequetschten Mittelschenkel der Glarnerüberschiebung angehören. Diese Deutung nehme ich aber nur für einzelne Schichtgruppen, nicht aber für das gesamte, sicher nachgewiesene Eocaen des Glarner Flysches.

3. Die stark wechselnde Mächtigkeit der **Dachschiefer** wird in diesem tektonisch ausserordentlich beeinflussten Gebiet wohl eher durch Wiederholungen und Ueberschiebungen als durch raschen Facieswechsel zu erklären sein. Gegen Mächtigkeiten von 500—1000 m bin ich skeptisch, da der normale helvetische Flysch wohl selten so mächtig entwickelt ist. Uebrigens sind Ueberschiebungen sowohl in den Flyschmergeln als auch in den subalpinen Molassemergeln wohl nie mit Sicherheit nachzuweisen. Nachdem nun die überlagernden Nummulitenbildungen tektonisch erklärt sind, kann man ihnen ruhig ihr oligocaenes Alter wieder zurückgeben.

2. Eine schwierige Diskussion können die **Taveyannazsandsteine** veranlassen. Vorläufig zählt man sie im Glarnerland zur normalen autochthonen Tertiärserie. Doch ist das

¹ JEAN BOUSSAC, Interprétation tectonique du Flysch dit autochthone de la Suisse centrale et orientale. *Comptes rend. des séances de l'Acad. des sc.*, Paris, 2 mai 1910.

nicht sicher. Dieses Gestein eignet sich sehr gut in grossen Komplexen abgeschürft und in den Flyschschiefer hineingequetscht zu werden, wie es die Verhältnisse im Kiental, auf die später noch eingetreten werden muss, beweisen. Das Profil HEIMS kann ganz gut so gedeutet werden, dass ein Taveyannazkomplex am Kammerstock die « Mergelschiefer mit Sandsteinbänken » und auch noch einen Teil der Stadschiefer, am Nüschentstock dagegen nur einen Teil der « Mergelschiefer mit Sandsteinbänken » abgeschürft hat. Für eine Ueberschiebung spricht auch noch der « messerscharfe » Kontakt mit den liegenden Mergeln. Ferner möchte ich an die noch nicht genauer erforschten Verhältnisse des Taveyannazsandsteins in der Gellihornzwischendecke bei Kandersteg erinnern.

1. Als unterste tektonische Einheit folgt das normale autochthone helvetische Gestein. Die Schichtfolge stimmt sowohl in der Lutétientransgression als auch in den Tertiärschichten: Complanataschichten (Bürgenschichten), Pectinitenschiefer und Stadschiefer mit analogen Verhältnissen der Wildhorn-Niederhorndecke, nicht aber mit denen des helvetisch parautochthonen Gesteins in den Berner Hochalpen überein. Auch aus diesem Grunde müssen wir gegen den normal eingelagerten Taveyannazsandstein skeptisch sein. Er tritt sonst nie in der Facies der helvetischen Decken auf. Absichtlich vermeide ich es, in der normalen Serie die « Mergelschiefer mit Sandsteinbänken » aufzuführen. Vielleicht werden sie später einmal als Bestandteil der Habkerndecke erkannt. In der normalen helvetischen Flyschserie der Decken kenne ich keine solchen Gesteine. Die Vermutung wird ausserdem durch ARNOLD HEIMS Bemerkung, dass er darin unter kleinen schlecht erhaltenen Nummuliten *Assilina mamillata* fand, bestätigt. Diese fraglichen Schichten werden durch die nie Nummuliten führenden Stadschiefer von der normalen Nummulitenformation getrennt.

Resultate:

1. Durch petrographische, paläontologische und tektonische Uebereinstimmung ist das Vorhandensein der Niesen-Habkerndecke zwischen Rhein und Linth in grosser Verbreitung nachgewiesen.

2. Ihr Liegendes sind die autochthonen und parautochthonen helvetischen Falten; ihr Hängendes ist die helvetische Glarnerdecke. Sie ist also zwischen helvetische Schichten eingeklemmt oder intra-helvetisch.

3. Ihre Begrenzung auf der Karte ist vorläufig zum grössern Teil hypothetisch.

4. Im Osten taucht die präalpine Decke unter die ostalpinen Ueberschiebungsmassen des Rhätikons.

4. Das Gebiet zwischen Klausen und Surenen.

In den « Nummuliten- und Flyschbildungen » äussert sich ARNOLD HEIM über das Tertiär des Schächentales: « Der autochthone Flysch bedeckt den Malm und überschreitet in breiter Zone das Reusstal. Die Mächtigkeit mag 2000-3000 m betragen. » Nach den Untersuchungen meines Vaters¹ kann folgendes resümiert werden.

Auf dem Hochgebirgskalk folgen zunächst gelblich angewitterte Nummulitenkalke (= Bürgenschichten), darüber mächtiger Flysch mit Einlagerungen von Taveyannazgestein in seinem untern Teil. Tonschiefer mit Fischen, denen von Matt im Sernftal entsprechend, wurden früher in Attinghausen im Reusstal, im untern Teil der dortigen Flyschgruppe, ausgebeutet.

Nummulitenkalkeinlagerungen im Flysch-Mergelschiefer findet man besonders auf dem rechten Talgehänge des Schächens. Dort fallen sie mit dem Abhang regelmässig nach Südosten. Aufschlüsse findet man an der Klausenstrasse unmittelbar östlich des Dorfes Spiringen. Der Kalk ist inwendig schwarzgrau, spätig, und erinnert in seiner Facies ganz an den Steinbruch von Ragaz, enthält schwarze, kohlig flaserige Häute und ist erfüllt mit kleinen Austernschalen. Von Grossforaminiferen fanden Herr BOUSSAC und ich auf gemeinsamer Exkursion: *Nummulina gallensis* sp. nov., *N. irregularis*, *N. Murchisoni* var. major, *N. complanata* var. minor (gleiche Form wie bei Wildhaus), *Assilina exponens*, *Ass. mammillata*, *Orthophragmina Archiaci* und *O. discus*.

Die mächtige Flyschmasse beiderseits der Reuss ist schon aus der Ferne deutlich in zwei Teile gegliedert worden:

B. Altdorfer Sandstein 1000—2000 m.

A. Mergelschiefer mit Nummulitenkalk- und Taveyannazgestein 500—1000.

Während sich der untere, vorwiegend mergelige Teil landschaftlich durch sanfte Weiden auszeichnet bildet der Sandstein düstere, bewaldete Steilhänge, so den wegen Stein-

¹ ALBERT HEIM: *Mechanismus der Gebirgsbildung*. Bd. I, 1879, S. 76-81. Derselbe, *Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, Liefg. 25. 1891.

schlag gefährlichen Bannwald bei Altdorf. Es sind vorwiegend kompakte, klingend harte, zähe, frisch blaugraue, dunkelfleckig angewitterte Quarzsandsteine von feinem bis grobem Korn, mit frischen Feldspatkörnern und milchigen Quarzkörnern. Mein Vater hat auch vom Grunobach ob Flüelen Konglomerate mit Gneisschichten beschrieben (« Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein » S. 36). Nummuliteneinlagerungen sind noch keine bekannt. Es ist möglich, dass die Sandsteinmasse des Bannwaldes teilweise dem Obwaldner Sandstein KAUFMANNs entspricht und dem Ober-eocaen angehört. » ARNOLD HEIM findet die gleiche Gliederung wie sie vom Glarnerland oben erwähnt wurde auch für dieses Flyschgebiet höchst wahrscheinlich. Damit stimmt auch die Uebertragung auf die neuen Ansichten überein.

V. *Altdorfer Sandstein*. Die Parallelisierung mit KAUFMANNs Obwaldnersandstein (=Schlierenflysch) möchte ich unterstützen. Fehlt im Kt. Glarus.

IV. *Wildflysch* scheint mir durch die exotischen Konglomerate und Breccien nachgewiesen und durch die Triasklippe von Gertschwyler auf der Nordseite des Schächentales bestätigt¹. Präalpine Habkerndecke.

III. *Mergelschiefer mit Nummulitenkalklagen*. Sie können und werden wahrscheinlich verschiedene Gruppen des Glarnertertiärs repräsentieren: Blattengratschiefer und vielleicht auch die « Mergelschiefer mit Sandsteinbänken » wie sie vom Kistenstöckli erwähnt wurden. Diese Schichten gehören vielleicht zum ausgequetschten Mittelschenkel der helvetischen Ueberschiebungsdecke.

II. *Taveyannazgesteine; Sandsteine und Dachschiefer* (Attinghausen). Wahrscheinlich, wie vom Glarnerland ausgeführt wurde, verschiedenen tektonischen Einheiten angehörend und sehr wahrscheinlich nicht zur normalen autochthonen Tertiärserie zählend. Auch hier stets scharfer Kontakt der Taveyannazgesteine mit den liegenden Schiefern, nach oben dagegen Uebergänge in schiefrige Partien.

I. *Stadschiefer* = Mergelschiefer mit Kleinforaminiferen. Wahrscheinlich das oberste Glied der normalen Tertiärserie des autochthonen.

— *Bürgenschichten*.

Im Surenen-Engelbergergebiet können höchstens einige nur schwer abzutrennende Partien der «unechten Taveyannaz-

¹ Blatt XIV d. *Geol. Karte der Schweiz*, 1:100 000, aufgenommen vom ALBERT HEIM.

gesteine » und der « pseudo-porphyrische Sandstein mit Glimmer, Feldspäten und sehr groben, glasigen und milchigen Quarzkörnern » für die Niesen-Habkerndecke in Anspruch genommen werden.

Resultat:

Sind auch die Anhaltspunkte für das Klausen-Surenengebiet ungleich geringer als für die bisher besprochenen, so kann doch mit ziemlicher Sicherheit gesagt werden, dass sich Teile der intrahelvetischen Habkerndecke am Aufbau des Urnerflysches beteiligen¹.

5. Das Gebiet zwischen Linth und Vierwaldstättersee.

Für das Gebiet zwischen Linth und Sihl ist die Literatur eine sehr dürftige. ESCHER², MOESCH³ und GUTZWILLER⁴ publizierten nur wenige Notizen über diesen Teil des Alpenrandes. Tektonisch und auch kartographisch sind wir für diese Landschaft auf BURCKHARDT⁵ angewiesen. Sie enthalten jedoch nur wenige Ausführungen über den Flysch. Für den übrigen Teil des Gebietes kommen die vortrefflichen Arbeiten KAUFMANN⁶ mit ihren genauen Detailstudien in Frage. Die wertvollsten, übersichtlichsten und doch durch ihre Begründung mittelst mehrerer Detailprofilen zuverlässigsten Angaben ver-

¹ Nach Abschluss dieser Arbeit erhielt ich die « Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal im Kanton Uri von WALTER STAUB ». 62. Liefg. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*. 1911. Darin werden die obigen Ausführungen bestätigt: « Es unterteufen diese Schiefer (Wildflysch) also sowohl die Griessstockdecke, wie einen Teil der Hohen Faulendecke. Mit den Altdorfer Sandsteinen und Dachschiefeln aber bildet dieser Wildflysch eine scheinbar einheitliche Masse, deren Trennung nicht leicht durchzuführen ist » (S. 51). Die Karte korrigierte ich entsprechend den neuen Angaben (fehlen die Taveyannazgesteine am untern Schächen und neue Vorkommnisse des Altdorfer Sandsteins).

² ESCHER, A., v. D. LINTH, Schriftl. Nachlass, *Tagebücher*, Notizen.

³ MOESCH, C., Kalk- und Schiefergebirge der Kantone Appenzell, St. Gallen, Glarus, Schwyz. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, XIV, 3. 1881.

⁴ GUTZWILLER, A., Molasse und jüngere Ablagerungen auf Blatt IX, *Beitr.* XIV, 1, 1877.

⁵ C. BURCKHARDT, Die Kontaktzone von Kreide und Tertiär am Nordrande der Schweizeralpen. *Beitr.* XXXII. Liefg. 1893.

Derselbe, Kreideketten zwischen Klöntal, Sihl und Linth. *Beitr.* XXXV. 1896.

⁶ F. J. KAUFMANN, Rigi- und Molassegebiet der Zentralschweiz. *Beitr.* XI. 1872.

Derselbe, Kalk- und Schiefergebirge der Kantone Schwyz und Zug und der Bürgenstock bei Stans. *Beitr.* XIV, 2. 1876.

danken wir auch für dieses Gebiet den « Nummuliten- und Flyschbildungen » ARNOLD HEIMS. Ferner werden wir « Die Klippenregion von Iberg » von QUEREAU¹ und die « Erläuterungen zur geologischen Karte des Bürgenstocks » von BUXTORF² berücksichtigen.

HEIM bildet S. 55 ein sehr lehrreiches Profil vom *Gross-Aubrig, westlich Schräh*, ab:

7. « *Wildflysch, Flyschschiefer mit Sandsteinbänken* », Linsen von Sandstein, im untern Teil voll gespickt von eckigen, grauen Kalkbrocken (z. T. glaukonitisch) von Nuss- bis Metergrösse, auch solche von dichtem Kalk und Oelquarzit; z. T. deutlich zerrissene Bänke. Mergellager, grau, schwarz und grünlich geflasert, bräunlich angewittert. Im Schutt auch grosse Mergelplatten voll Chondriten, exotische Blöcke von polygenen Breccien mit Brocken von Glimmerschiefer, gelbem Dolomit etc. An der gezeichneten Bachrunse ca. 60 m aufgeschlossen, im ganzen aber vielleicht über 1000 m mächtig, bildet die ganzen Bergrücken südlich Gross- und Klein-Aubrig.

6. 80–100 m grauer Flysch-Mergelschiefer, Facies der Stadtschiefer, frisch blaugrau (von Leistmergel kaum unterscheidbar) z. T. dunkel gekörnt mit Globigerinen, darunter Gl. cretacea. Untere 15 m mit sandiger Kalkbank, Linsen und Brocken von grauem Kalk und tiefgrünem Glaukonitit; — Wildflyschfacies.

5. Ca. 15 m Bürgenschichten, in zwei zerrissenen, unregelmässigen Bänken von je 0–5 m zwischen grauem, « stadartigem » Schiefer mit Glaukonitlinsen.

c) obere Bank = mergeliger Kalk mit Glaukonitgehalt voll *Nummulina uroniensis*, *Orthophragmina discus*, *Serpula spirulaea*. Auf der Unterseite ist die Bank erfüllt von *Ostrea gigantea*.

b) Die Zwischenlage von Mergelschiefer (ca. 8 m) enthält kleine und grosse Linsen von grünem Glaukonitkalk, worin *Ostrea gigantea*.

a) Die untere Bank besteht oben aus 1,5 m dunkelgrünem Glaukonitkalk und grünstem Glaukonitit; sie ist schwarmweise erfüllt von *Assilina exponens*, *Ass. mamillata*. Die Basis der untern Bank wird gebildet von einem ca. 2–3 m dicken etwas mergeligen, glaukonitischen Kalk voll *Nummulina uroniensis* und *Ostrea gigantea*.

Diese Schichten liegen mit scharfer Grenze auf Leistmergel (Senon), der jedoch in seinem oberen Teil vollgespickt ist von Kalklinsen und eckigen Brocken und so eher dem eocaenen Wildflysch gleicht, dass ich ihn kaum mit Bestimmtheit zur obern Kreide rechnen könnte, wenn er nicht kleine

¹ Liefg. XXX der *Beitr.* 1893.

² *Spezialkarte* Nr. 27 a und b. 1910.

pyritische senone Gastropoden und Tetraxonites enthielte, und einer normalen Schichtfolge angehörte. Weiter oben am Bärlaubach trifft man neben den genannten Fossilien in einer grünen Glaukonitkalkbank der Bürgenschichten besonders auffällig die riesige Orthophragma discus var. laevicrassa.

In der weitem östlichen Fortsetzung des Aubrig, an der Rieseten und am Friedlispitz, folgt über den Leistmergeln der Flysch mit Sandstein; die Pilatusschichten sind nicht bekannt (durch Wildflysch vertreten?). Das gleiche gilt für Säntisdecke im Gebiet von Wildhaus, Amden und Wiggis, sowie für die Rädertendecke. »

Der Wildflysch dieser Gegend wird auf S. 113 noch eingehender in vollkommen mit Habkern übereinstimmender Weise beschrieben.

Ueber die *allgemeine Lage der Nummulitenkalke von Eutal-Einsiedeln*, die durch ihre reiche Fauna sich auszeichnen, äussert sich ARNOLD HEIM in Uebereinstimmung mit seinem Exkursionsbegleiter BOUSSAC:

« 6. *Der Obwaldener Flysch KAUFMANN'S* ist im Gebiet von Einsiedeln unbekannt.

5. *Gelbliche Mergelschiefer* mit Globigerinen (Facies der Stadtschiefer) und Nummulitenkalklagen (Nagelfluh, Steinbach, Kalch) 300—400 m.

4. *Wildflysch*, Flysch mit Sandsteinbänken, reich an exotischen Blöcken, besonders polygenen Breccien, seltener Granit. Auch Einlagerungen von Mergelschiefer und Fukoidenlagen etc. ca. 1000 m und mehr.

3. *Mergelschiefer mit Globigerinen*, am Gross-Aubrig, ca. 90 m, scheint in der Drusbergdecke (Iberg) direkt durch Flysch und Sandstein vom Typus des Wildflysches ersetzt zu sein.

2. Glaukonitkalk mit Assilina exponens ca. 15 m = Bürgenschichten (an den Aubrigen).

1. Leistmergel (Campanien).

Sicher und wichtig ist, dass die Nummulitenkalke von Einsiedeln bis Eutal (ebenso wie diejenigen nördlich Iberg) nicht, wie bisher angenommen, die ältesten Nummulitenschichten, sondern normale Einlagerungen im Flysch sind. Und dazu gehört auch die Fauna von Steinbach. »

Beide Zusammenstellungen bieten die nötigen Anhaltspunkte zu interessanten Schlüssen. Betrachten wir zuerst das Profil vom *Gross-Aubrig*. Die tiefste tektonische Einheit bildet die helvetische Schichtreihe bis und mit dem Senon.

Bei der Abschürfung des ehemals zu ihr gehörenden Eocaens wurden tektonische Kalkblöcke von den über ihr wegrutschenden Klippen in die weichen Leistmergel eingeknetet. Wir haben also ähnliche Verhältnisse wie bei Amden vor uns, wo die mergelige obere Kreide das Wegschürfen der wenigstens in ihrem untern Teile kompakten Tertiärgesteine ermöglichte. Die Gruppen 5 und 6 können leicht als helvetische Scholle von der eben genannten, weiter südlich weggeschürften Art aufgefasst werden. Für ihre tektonische Selbständigkeit spricht die scharfe Grenze gegen die Leistschichten. Damit stimmt die im Profil gezeichnete Lagerung gut überein. Die Nummulitenschichten bleiben in der helvetischen Facies und stellen wohl das Niveau der Bürgenschichten dar, allerdings von ihrer primären Lagerstätte losgelöst und auf den « helvetischen Wildflysch » des Senon hinaufgeschoben. Nr. 4 darf wohl ohne weitere Diskussion als Teil der exotischen Habkerndecke aufgefasst werden.

Im *Uebersichtsprofil der Stellung der Nummulitenkalke von Eutal-Einsiedeln* lässt sich eine andere sehr interessante Komplikation vermuten. Die normale helvetische Serie der Leistmergel, der Bürgenschichten und der Stadschiefer wird durch den mächtigen Wildflysch, der zweifellos präalpin ist, überlagert. Soweit herrscht vollkommene Uebereinstimmung mit der Habkerngegend. Nun folgen aber über dem echten Wildflysch statt der zu erwartenden Schlierensandsteine KAUFMANN'S Nummulitenkalklagen mit einer sehr reichen Fauna, die ganz sicher ins Lutétien gestellt werden muss. Mit diesen Nummulitenbildungen sind gelbliche Mergelschiefer mit Globigerinen in der Facies der Stadschiefer in einer Gesamtmächtigkeit von 300—400 m vergesellschaftet. So weit die Beschreibungen reichen kann dieser Gesteinsgruppe der helvetische Charakter nicht abgesprochen werden. Die Ueberlagerung der sicher exotischen Flyschmasse durch die ziemlich sicher helvetische Flyschgruppe kann aus dem komplizierten Deckenbau der helvetischen Schwyzer-Glarner erklärt werden. Die fragliche Tertiärbildung kann nicht ohne ziemliche Wahrscheinlichkeit als der von der Drusbergdecke abgeschürfte Eogenmantel aufgefasst werden. ARNOLD HEIM schreibt selbst S. 57 über das Stockfluhprofil in der Drusbergdecke: « ...die Facies und Fauna ist von derjenigen der sonst bekannten Bürgenschichten so sehr verschieden, erinnert aber umgekehrt, wenigstens an der Stockfluh, so auffallend an die Nummulitenkalke im Flysch von Einsiedeln-Eutal, dass ich diese Nummulitenschichten nur mit Vorbehalt als eine Facies der Bürgenschichten ansprechen darf. »

Da es sich in dieser ganzen Arbeit um die Trennung und die Abgrenzung der Habkerndecke von den helvetischen Sedimenten handelt, so will ich nur kurz erwähnen, dass die Untersuchungen von KAUFMANN und QUEREAU interessante und äusserst wichtige Angaben über das Hangende der Niesen-Habkerndecke, die *höhern Klippendecken* machen. Die Verbreitung dieser Klippen ist aus der beigegebenen Karte genügend ersichtlich. Die Beschreibung des Substratums aller dieser Klippen passt ebenso gut für Amden oder Habkern oder den Glarner Wildflysch. Wesentlich zur Abgrenzung und Charakteristik der Niesen-Habkerndecke gegen die höhern Decken scheint mir der Umstand zu sein, dass die in Blöcken vorkommenden sauren Gesteine nur Granite vom Habkern-typus sind und dass sie nie in den eigentlichen Klippen selbst vorkommen. Die basischen Eruptiva dagegen « liegen teils in den Klippenmassen selbst, deren Gesteine sie kontakt metamorph verändert haben, teils für sich im Flysch, wo die Feststellung einer Kontaktmetamorphose schwierig zu erbringen ist » (QUEREAU, S. 95). Die basischen Eruptivblöcke und -massen im Flysch lassen sich am ehesten als tektonisch abgelöste Schollen, ähnlich wie die meisten Sedimentblöcke der Ibergerklippen erklären. Hier sind die Blöcke im Flysch einzuteilen in: I. Stratigraphische: Habkerngranite, Klippen-sedimente. II. Tektonische: Basische Eruptiva, Klippen-sedimente vom eckigen Block bis zur eigentlichen Klippe anwachsend.

Ueberblick.

Geben wir uns Rechenschaft über die *Stellung der prä-alpinen Tertiärdecke im Schwyzerland*, so erkennen wir aus der Lagerung, dass die Säntisdecke (Aubrig) von Osten her, die Pilatusdecke¹ und die Bürgenstockdecke (Vitznauerstock-Rigihochfluh-Urmiberg) von Westen her und die Drusbergdecke von Süden her das exotische Gebiet unterteufen. Eine Ausnahme davon machen die Eocaenschichten von Einsiedeln-Eutal, die ich oben der Drusbergdecke zuzählte und die über der Habkerndecke lagern. Diese Anordnung lässt sich gut erklären, wenn man bedenkt, dass — was später noch genauer zu begründen ist — die Ueberschiebungen der Habkerndecke und der höhern Klippendecken über die helvetischen Schichten zeitlich zwei verschiedenen Vorgängen angehören. Erst breitete

¹ Nach BUXTORF, Geotektonische Skizze des Alpenrandes am Vierwaldstättersee (*loc. cit.*).

sich die Niesen-Habkerndecke über das helvetische Faciesgebiet aus; erst viel später brachte die Hauptalpenfaltung die Bildung der helvetischen Decken, darunter der Drusbergdecke; später noch schoben sich die mittlern und höhern exotischen Decken über die helvetischen hinweg, und bei diesem Anlass schürften sie von der Drusbergdecke die Tertiärserie mehr oder weniger vollständig ab, schoben sie auf die davor liegende Habkerndecke hinauf und bis an den Alpenrand. Dass gerade hier mächtige höhere Klippendecken nach Norden vordrangen, beweisen die Reste in den Mythen- und Ibergerklippen. Vor deren Stirne liegen nun die fraglichen helvetischen Tertiärgesteine. Mit Ausnahme des eben besprochenen Falles muss der grösste Teil der schwyzerischen exotischen Decke als *suprahelvetisch* betrachtet werden. Wie nördlich von Amden, so tritt auch hier dieser Teil der gesamten Habkerndecke an den Alpenrand. Hier fehlt also weithin der eigentliche subalpine Flysch.

Charakteristisch für die echte subalpine Flyschzone ist ihre Lagerung zwischen Molasse und unterer Kreide. Sie wird also von der « mehr oder weniger autochthonen » Molasse unterteuft und von der äussersten Kreidekette überlagert. Derartige prähelvetische Teile der Habkerndecke scheinen zwischen Hirzli und Köpfenstock im Osten und Vitznauerstock-Rigihochfluh einerseits und Rigischeidegg andererseits vorhanden zu sein¹. « Ferner gelang mir der Nachweis, dass exotisches Material auch im Flysch des Alpenrandes sich eingebettet findet: nördlich der Rigihochfluh treten Linsen von exotischer Kreide (event. auch Jura) auf, ausserdem dürfte ein Teil des Flysches selbst als exotisch anzusehen sein (Polygene Breccien) » (BUXTORF, S. 31).

6. Die Nidwaldner Klippen.

Wie die Schwyzer- und Giswiler Klippen, so lagern sich auch diese nahe dem Südrande der breiten Terziärzone, welche die innern helvetischen Kreideketten von den Alpenrandketten trennt. Ferner ist bei allen drei Gebieten grosser Klippen übereinstimmend, dass die Tertiärbildungen zwischen exotischem und helvetischem Mesozoikum sehr stark reduziert sind. So trennen denn nur geringe helvetische Tertiärschichten (Bürgenschichten und Stadschiefer) und eine dünne Zone Wildflysch die kompakten Klippen von ihrer Unterlage. Im

¹ Siehe die schon genannte Skizze von BUXTORF.

dortigen Wildflysch treffen wir die dunklen Schiefer, Breccien und sehr grobe Konglomerate an. Wie ich an mehreren Orten beobachtete, sind die exotischen tertiären Bildungen vielfach mit den tiefern Klippengesteinen der medianen Präalpen (triasische Tone, Rauchwacke, Gips etc.) verquetscht. Die Habkerndecke besitzt dank der starken Durchtalung dieses Klippengebietes und der damit verbundenen Abtragung der Gesteine bis auf die helvetische Unterlage nur eine geringe Verbreitung. Sie tritt hier eigentlich nur unter dem Schutze der zusammenhängenden Klippen auf. Weiterhin sind es auch Trümmerhalden, welche sie bedecken. Sie gehört dem suprahelvetischen Teil der Niesen-Habkerndecke an¹.

7. Die Flyschzone zwischen Sarner Aa und Thunersee.

a) Die helvetischen Decken.

Die helvetischen Decken, welche den *Alpenrand* bilden, sind durch die Arbeiten BUXTORFS (*loc. cit.*) im Osten und die eigenen Untersuchungen (s. Einleitung) am Thunersee mit Sicherheit in den gesamten Deckenbau der helvetischen Alpen eingereiht worden. BUXTORF unterscheidet am Vierwaldstättersee drei Teildecken, welche abwechselungsweise den Alpenrand bilden:

1. Die Bürgenstockdecke: Urmiberg und Bürgenstock.
2. Die Pilatusdecke: nördlich Rigihoehfluh und Vitznauerstock, westlicher Teil des Bürgenstockes, Lopperberg und Pilatus.
3. Die Niederhorndecke: Pilatus bis an den Thunersee.

Die letzte beginnt mit einem keilartigen Auftreten am Nordabhang des Pilatus unter der Pilatusdecke, gewinnt bald an Mächtigkeit und bildet vom Westende des Pilatusgebirges ununterbrochen den Alpenrand bis an den Thunersee. Gegen den Thunersee hin teilt sie sich in zwei durch Eocaen- und Flyschzonen geteilte Gruppen: Das Sigriswilgrat-Beatenbergmassiv und den Schollenkomplex der Waldegg. Die Fortsetzung westlich des Thunersees beweist den Zusammenhang mit der Wildhorndecke Lugeons. Im «Bau der

¹ Literatur: F. J. KAUFMANN, Emmen- und Schlicrengegenden. Liefg. XXIV, I der *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*. 1886.

C. MOESCH, Kalk- und Schiefergebirge zwischen dem Reuss- und Kiental. *Beitr.* XXIV, III.

Berner Kalkalpen» definierte ich sie folgendermassen: « Nach einer Verabredung bezeichneten BUXTORF und ich mit dem Namen Niederhorndecke den Teil der Wildhorndecke, dessen Kreide- und Tertiärserie sich vom jurassischen Kern losmachte und nun selbständig vom Thunersee bis zum Pilatus hin den nordwestlichen Saum der helvetischen Kalkalpen bildet. »

Weniger erforscht ist der Zusammenhang des *südlichen mesozoischen Randes* der Sarnen-Habkerndecke. BUXTORF und ARBENZ¹ bezeichnen das Liegende dieses Eocaens als Drusbergdecke. In der « Geologie von Interlaken » unterschied ich im Brienzer Hardergrat zwei verschiedene tektonische Gebilde: Die Fortsetzung der Wildhorndecke, welche den Harder und die tiefen Teile des ganzen Grates aufbaut und zu der auch der Malmkern des Brünigs gehört und eine durch das Auftreten der Wangschichten charakterisierte Augstmatthorndecke, welche ich als Aequivalent der Drusbergdecke betrachtete. Die Frage, welche Decken hier mit einander übereinstimmen, bleibt hier noch offen². Nach der Karte von Arbenz und derjenigen von Interlaken müssten Wildhorndecke und Drusbergdecke als Aequivalente aufgefasst werden. Das Problem der Augstmatthorndecke ist aufs engste mit der Wangfrage verknüpft.

b) Die Habkerndecke.

Der Grossteil der Flysch- und Nummulitenschichten der Sarner Aa-Thunerseeszone gehört zur Habkerndecke. Ich verweise auf die oben als Definition gegebene Beschreibung. Im westlichen Teil bis an die grosse Emme grenzte ich den präalpinen Flysch nach eigenen Aufnahmen vom helvetischen ab. Im Gebiet zwischen den beiden jungen Emmen trennte ich das Eocaen nach dem Auftreten der « Leimernschichten » KAUFMANNs, die sich in der Umgebung von Habkern sämtlich als obere Kreide erwiesen hatten. Der Name « Leimernschichten » wird von einigen Forschern dahin interpretiert, als ob KAUFMANN damit sowohl mesozoische Klippengesteine, als auch ähnliche, helvetische Flyschschiefer zusammengefasst habe. Dem ist aber nicht so. Er scheidet immer nur « seewen-

¹ *Spezialkarte* Nr. 55 der geologischen Kommission. Geologische Karte des Gebirges zwischen Engelberg und Meiringen.

² Die Gebirge zwischen Augstmatthorn und Sarner Aa werden gegenwärtig vom geol. Institut der Universität Bern aus durch Herrn cand. geol. MICHEL bearbeitet.

artige Leimernschiefer » von den Stadschiefern mit Globigerinen aus. Durch die Verquetschungen tertiärer und kretazischer Schiefer wurde er zur Annahme des irrümlichen Alters geführt. Oestlich der kleinen Emme endlich grenzte ich den Schlierenflysch samt einem geringen Saum des « untern Flysches » als präalpin ab. Von den vielen eingetragenen kleinen Klippen stecken die meisten so tief im exotischen Flysch, dass an eine Herkunft aus den höhern Klippendecken nicht zu denken ist. Vielmehr finden wir eben diese Klippen (Lombach) in enger Beziehung zu exotischen Blöcken aus denselben Gesteinen. Die ganze Habkerndecke dieser Zone ist suprahelvetisch.

c) Die höhern Klippendecken.

Sie lagen diskordant auf der Habkerndecke oder sogar direkt auf tertiären oder kretazischen, helvetischen Schichten. Ihr Hauptverbreitungsgebiet sind die von HUGI¹ trefflich bearbeiteten Giswilerstöcke. Wie NIETHAMMER² nachwies, gehören sie mehreren Decken an. Auf einem Teil dieser grossen Komplexe scheinen mir die Klippen von Schwydenbad, P. 1541 nordwestlich des Tannhorns, Stelli-Hinterring, Stirne und Leimern zu den medianen Präalpen zu gehören. Eine Ausscheidung von den mesozoischen Komponenten der Habkerndecke erschien mir auf der Karte unstatthaft. In der Umgebung von Habkern gruppieren sich sämtliche Klippen in zwei Zonen, von denen die südliche dem Lombach, die nördliche dagegen der wichtigen Sundlauen-Hohgantverwerfung (siehe Interlakener Arbeit) folgt. Beide Zonen lassen sich auch westlich des Thunersees wiedererkennen.

8. Die subalpine Flyschzone zwischen Vierwaldstätter- und Thunersee.

Für das Studium der subalpinen Zone, die zwischen die Niederhorndecke und die Molasse eingeklemmt ist, kommen in Betracht die « Emmen- und Schlierengegenden » von KAUFMANN, die das ganze Gebiet eingehend besprechen und abbilden und meine « Geologie der Gebirge von Interlaken », welche, die zahlreichen Publikationen über die Ralligstöcke und ihre Umgegend berücksichtigend, die in fast hundert-

¹ E. HUGI, Die Klippenregion von Giswil. *Denkschr. schweiz. naturf. Ges.* Bd. XXXVI, 2. 1900.

² Notiz in: A. BUXTORF, Zur Tektonik der zentralschweizerischen Zentralalpen. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.* Bd. 60. 1908.

jähriger Forscherarbeit errungenen Ergebnisse zusammenfasst und in Wort, Bild und Karte darstellt. Weitere Literaturangaben findet man im umfangreichen Literaturverzeichnis der zuletzt genannten Arbeit.

Seit langer Zeit kennt man in diesem langen Streifen das Vorhandensein von exotischen Granitblöcken vom Habkern-typus und jurassischen Klippen, von Konglomeraten und Breccien; also dürfen wir diese Gesteine für die präalpine Facies in Anspruch nehmen. Ebenso lange sind aber auch die stadähnlichen Mergelschiefer und die Taveyannazgesteinsvorkommnisse bekannt und berühmt. Trotzdem man unter den Gesteinen der Habkerndecke taveyannazähnliche findet, wird niemand am helvetischen Ursprung der Taveyannazklippen am Sigriswilgrat zweifeln. Die subalpine Flyschzone ist komplexer Natur; sie besteht sowohl aus Gesteinen der präalpinen als auch der helvetischen Facies.

Das vorwiegende Gestein sind graue, helle bis dunkle Flyschschiefer, die sich oft nur problematisch von den hangenden Valangienmergeln der Randkette und den liegenden Molassemergeln unterscheiden lassen. Stellenweise gehen sie in Wildflysch über, enthalten Sandsteine, Breccien und Konglomerate. Stellenweise nehmen die Konglomeratkomponenten die Grösse von Blöcken und sogar Klippen an. Als besonders interessantes Beispiel erwähne ich die Liasvorkommnisse von Bodmi und der Zettenalp. An beiden Orten ist der Lias durch ziemlich reiche Faunen nachgewiesen. Auf dem Bodmi und dem Hochschwandgrat über der Zettenalp stellt der sog. Bodmilias ganze Klippen von ziemlicher Grösse dar; auf der untern Zettenalp ragen zwei grosse Blöcke aus den Weiden auf, den Forscher darüber im Ungewissen lassend, ob es sich nur um grosse, einzelne Blöcke oder umfangreichere Klippen handelt. Im Bachtobel, der vom Hubelhörnli dem Horrenbach zuströmt, finden sich auf der Spezialkarte Nr. 56 der geol. Kommission einige Liasblöcke mit kristallinen Einschlüssen eingetragen. Auch beim Anblick dieser Gesteine kann man sich fragen, ob die kristallinen und sedimentären Einschlüsse wirklich im Lias (mit Belemniten!) sind oder der Lias ein grosser Block im exotischen Konglomerat. Nach meinen letzten Untersuchungen neige ich eher der zweiten Ansicht zu. Ausser Lias trifft man obere Klippenkreide, Neokom, Malm, Dogger, Gips, Rauchwacke, bunte Mergel und Tone, also die gesamte mesozoische Serie der Klippenfacies.

Die allergrössten Einschlüsse sind die Taveyannazklippen:

von Merligen, Bodmi, Zettenalp, Hubelhörnli am Sigriswilgrat und vom Kemmerlibach im Schangnau. Man darf diese Vorkommnisse wohl Klippen nennen, da sie ganz vereinzelt in vorwiegend präalpinem Flysch stecken. Ihre Herkunft ist heute mit Hilfe der Deckentheorie leicht zu erklären, und umgekehrt bilden sie einen vorzüglichen Beweis für deren Richtigkeit. Die Taveyannazsandsteinschollen treten auch am linken Thunerseeufer auf und lassen sich dort im Grunde des Kientales und des Kandertales erst vereinzelt und dann immer zusammenhängender verfolgen bis in ihre Heimat, die Gellihornzwischendecke⁴. Die Taveyannazgesteinsklippen der subalpinen Zone wurden durch die Wildhorn-Niederhorndecke von den Sedimenten der Gellihornzwischendecke losgerissen und bis an den Alpenrand verfrachtet.

Die subalpine Zone zwischen Vierwaldstätter- und Thunersee ist der Typus des prähelvetischen Teiles der Habkerndecke.

9. Das Gebiet zwischen Thunersee und Engstligenbach.

a) Ueber die Tektonik der helvetischen Schichten.

Die Untersuchungen von HELGERS¹, GERBER², TROESCH³, TRUNINGER⁴ und BUXTORF⁴, sowie meine Untersuchung über den Zusammenhang der Niederhorndecke mit der Wildhorndecke⁵, ferner die Angaben von BERNET⁶ über die « zone des cols » bieten mehr oder weniger Material, um alle tekto-

¹ E. HELGERS, Beitr. z. Geologie der westlichen Gehänge des Lauterbrunnentales. *Bernische Inauguraldissert.* 1905.

Derselbe: Die Lohnerkette. *Eine geotektonische Skizze*. Bern. Buchdr. K. J. Wyss.

² E. GERBER, Beitr. z. Geologie der östlichen Kientaleralpen. Bern. *Inauguraldissert. Denkschr. schweiz. naturf. Ges.* XL, Abt. 2. 1905.

Derselbe, Ueber Facies und Deckenbildung zwischen Kiental und Lauterbrunnental. *Mitteil. der naturf. Ges. Bern.* 1909.

Derselbe, Die Standfluh, ein wurzelloses Schollengebirge. *Eclog. geol. helv.* XI, Nr. 3. 1910.

³ A. TROESCH, Beitr. z. Geologie der westlichen Kientaleralpen (Blümlisalpgruppe). *Eclog. geol. helv.* X. Bern. *Inauguraldissert.* 1908.

⁴ BUXTORF und TRUNINGER, Ueber die Geologie der Doldenhorn-Fisistockgruppe und den Gebirgsbau des Aarmassivs. *Verh. der naturf. Ges. Basel.* Bd. XX. Heft 2. 1909.

⁵ BECK, Geologie der Gebirge nördlich von Interlaken. 59. Liefg. d. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz.* 1911.

Derselbe, Ueber den Bau der Berner Kalkalpen und die Entstehung der subalpinen Nagelfluh. *Eclog. geol. helv.* XI, Mai 1911.

⁶ E. BERNET, La zone des cols entre Adelboden et Frutigen. *Ecl. geol. helv.* X. Nr. 2. 1908.

nischen Zusammenhänge zu verfolgen. Bis zum Aermighorn besteht völlige Klarheit. Dagegen lässt die Kenntnis der beiden Talseiten des Kanderquertales noch viel zu wünschen übrig¹.

Wie ich in andern Publikationen mehrfach betonte, ist die Fortsetzung der *Harderfalte* sowohl nach Osten, als auch nach Westen eine tektonische Leitlinie ersten Ranges, auf die alle übrigen Glieder der Wildhorn-Niederhorndecke bezogen werden können. Der Harder setzt sich nach einer Verschiebung von 2 km im Rugen, Därligengrat und Leissigengrat ins Morgenberghorn fort. Die Falte nimmt jenseits des Suldbaches Anteil am Aufbau von First und Dreispitz, jenseits der Kiene an der Bildung des Aermighorns und westlich der Kander am Faltenwurf der Lohnergebirge. Dann geht sie in das System der Wildstrubelfalten über. Die Fortsetzung des im 8. Abschnitte erwähnten Waldeggkomplexes ist im Buchholzkopf westlich Därligen und weiterhin im senkrecht stehenden Muldenschenkel der S-Falte im Morgenberghorn an der Hutmaad zu suchen. Hier sind beide Schenkel durch eine ansehnliche Bruchüberschiebung getrennt, die sich im Dreispitz und Aermighorn zu einem geringen Bruch reduziert. Auch die Äquivalente der Waldegg gliedern sich den Lohner- und Wildstrubelfalten an. Die helvetischen, schollenförmigen Randgebirge Birchenberg, Standfluh, Gerihorn und Elsighorn endlich werden durch die westliche Fortsetzung der Sundlauen-Hohgantverwerfung scharf abgeschnitten und von der Wildhorndecke losgelöst. Ihre Angliederung an den Faltenwurf des Lohners und des Wildstrubels ist wegen mangelnder Detailaufnahmen für das Gerihorn und das Elsighorn noch unklar. Doch scheint sie nach den Profilen von BERNET im Adelbodnergebiet Tatsache geworden zu sein. Soviel über die Tektonik der Wildhorn-Niederhorndecke.

Sowohl die Kiene als auch die Kander durchtalen das genannte Deckengebirge so tief, dass sein Substratum fast Schritt für Schritt beobachtet werden kann. Die Decke kulminiert im Schilthorn, Dündenhorn und in den Lohnern. Die südlich anschliessende Passzone der Sefinenfurgge, des Hohtürlis und des Engstligengrates wird zum Teil durch die Gesteine der Gellihornzwischendecke (nach BUXTORF und TRUNINGER), unter denen der Taveyannazsandstein das interessanteste ist, zum Teil durch die jüngsten Schichten

¹ Herr Dr. TRUNINGER in Bern, Geolog der Berner Alpenbahn, untersucht gegenwärtig das Kandertal, Herr cand. geol. ADRIAN aus Bern das Gerihorn.

der parautochthonen Falten der hohen Kalkalpen: Gspaltenhorn, Blümlisalp, Doldenhörner und Balmhorn gebildet. Die parautochthonen Falten und diejenigen der Zwischendecke stecken mit ihren Stirnen in einer Zone von zertrümmerten Gesteinen verschiedener Herkunft. Einesteils sind sie abgeschürfte Teile der Falten selbst, andernteils gehören sie der präalpinen Facies an. Unter den erstern müssen dem Taveyannazgestein noch einige Angaben gewidmet werden. Wie die Spezialkarte Nr. 43 von GERBER, HELGERS und TROESCH darstellt, trifft man in der genannten Sattelzone grosse Komplexe dieses Gesteins in seinem ursprünglichen Schichtenverband an. Dagegen wurde es nie in der Tertiärserie der Wildhorn-Niederhorndecke gefunden. Es bildet den grössten Teil des vorhingenannten Trümmermaterials besonders im Kiental. Talabwärts werden die Schollen immer kleiner. Sie sind mit andern tertiären Kalken und Schiefern vergesellschaftet und stellenweise auch zwischen die Wildhorndecke und die losgelöste Niederhorndecke eingeklemmt. Die helvetischen randlichen Schollen schwimmen auf dieser Tertiärserie, wie es letzthin von GERBER für die Standfluh eingehend dargetan wurde.

Die letzten Taveyannazschollen treten vor der Stirn der Niederhorndecke in der Gegend von Krattigen und östlich des Sees in der schon im 8. Abschnitt beschriebenen subalpinen Zone von Merligen bis ins Schangnau hin auf. Diese komplizierten Verhältnisse werden nun noch bedeutend erweitert durch das Auftreten der präalpinen Niesen-Habkerndecke.

b) Der suprahelvetische Teil der Niesen-Habkerndecke.

Die Lombachzone der Habkerndecke setzt sich westlich des Thunersees in den Gehängen zwischen Därliggrat und Buchholzkopf fort. Schon MOESCH¹ hat in seiner Karte 1 : 100 000 die dortigen Gesteine als « Ibergsschichten » bezeichnet und damit gesagt, dass sie wenigstens teilweise zur Klippenserie gehören, ähnlich den damals noch unerforschten Gebilden des Ibergerklippen. Gegen diese Auffassung bildet die Kartierung von HELGERS 1905 einen Rückschritt, indem sie unmotiviert das gesamte Tertiär mit Ausnahme des Hohgantsandsteins als « Leimernschichten » darstellt, nicht

¹ C. MOESCH, Blatt XIII d. *Geol. Karte der Schweiz*, und 24, III der *Beitr.* 1894.

Leimernschichten im Sinne KAUFMANNs, sondern nach den Auslegungen GERBERS (Oestliche Kientaleralpen), der damals in ihnen nur helvetische, stadartige Schiefer erblickte. SCHARDT (mündliche Mitteilung) und ich beobachteten bei Bergli, am Kreuzbach oberhalb Leissigen und auf der Brunnialp (P. 1600) obere Klippenkreide in grösseren Schollen, ferner: Konglomerate und Breccien aus exotischem Granit und Dolomit, Quarzite und dunkle verbogene Sandsteine, Tithon-, Neokomfleckenkalk- und obere Kreideblöcke, dazu Wildflyschschiefer. Im untern Teil des Kreuzbachgrabens scheinen mir allerdings helvetische Flyschschiefer (nicht ganz stadartig) anstehend zu sein. Mit dem Auskeilen der helvetischen Tertiärmulde über der Hutmaad (westlich des Morgenberghorn Gipfels) geht Hand in Hand die Verschmelzung der beiden Klippenzonen der Sundlauen-Hohgantverwerfung und des Lombaches. Auf der Brunnialp kommt sie zustande.

Die Klippenreihe, welche auf dem rechten Seeufer die Sundlauen-Hohgantverwerfung überbrückt, unterscheidet sich von der südlichen Nachbarin durch ihre höhere Lage, die es zustande bringt, dass einzelne Teile der Habkerndecke (Leimern) auf den Schollen des helvetischen Randgebirges liegen. Dieselbe Beobachtung macht man auch südwestlich des Thunersees. Dahin gehören Teile der Klippendecke auf der schon erwähnten Brunnialp, ferner die von GERBER (Standfluh 1910) entdeckten Vorkommnisse von oberer Klippenkreide auf der Scholle der Standfluh an der Wetterlatte, die Klippen auf der Rengg, die von mir (Interlaken 1911) beschriebene Klippe auf dem Knubel zwischen Aermighorn und Giesenengrat (P. 2379) und endlich die von BERNET eingehend beschriebene « Zone des Cols » von Adelboden.

Sämtliche eben angeführten Teile der Niesen-Habkerndecke sind suprahelvetisch, da sie über der Wildhorn-Niederhorndecke liegen.

c) Der intra- und prähelvetische Teil der Habkerndecke.

Bei Merligen kann man leicht beobachten (Interlaken, Tafel IV), wie die subalpine Flyschzone samt ihren helvetischen und exotischen Einschlüssen die Niederhorndecke unterteuft. Jenseits des Sees treffen wir den gleichen gestörten Schichtverband von Leissigen an westwärts wieder. Zunächst fallen dem Beobachter die weiten Gipsgebiete von Krattigen auf. Leider sind die flachen Gehänge, die sich von der hel-

vetischen Randkette gegen die Kander hin senken, von mächtigen glacialen Ablagerungen bedeckt, so dass wir uns in den Einschnitten der andern Flüsse einen Einblick in den Bau des Bodens verschaffen müssen. Die Karte von GERBER, TROESCH und HELGERS, sowie die Kartenskizze des Niesen verzeichnen eine ganze Reihe von kleinen Klippen, welche ähnlich denjenigen im Lombachgraben und der subalpinen Zone ohne Zusammenhang mit grössern Komplexen vereinzelt im Wildflyschschiefer und -sandstein stecken. Diese Klippen befinden sich zum Teil ausserhalb des helvetischen Deckengebirges (Kandertal bis Frutigen), zum Teil aber innerhalb des helvetischen Faciesgebietes, so dass diese exotischen Gesteine *unter* der Wildhorn-Niederhorndecke und *über* dem Helvetisch-Autochthonen zwischen beiden eingeklemmt liegen. Die erstgenannten Teile der Niesen-Habkerndecke sind noch prähelvetisch, die letztern intrahelvetisch. Ihre südlichsten Vorkommnisse sind mit den intrahelvetischen exotischen Schichten von Derborence-Lizerne, Surenen-Schächental, Linth-Tamina in eine Reihe zu stellen mit dem Unterschied, dass man im Kandertal den Zusammenhang zwischen diesen intrahelvetischen Partien mit den prä- und suprahelvetischen direkt beweisen kann. Damit wird auch Licht auf die eben genannten Stellen geworfen, so dass ihr Zusammenhang mit den andern Teilen der Habkerndecke nicht mehr zweifelhaft bleiben kann. Leider fehlt uns auch zu dieser Untersuchung eine neue Bearbeitung des Kandergebietes. Doch können wir uns dank der persönlichen Mitteilungen der Herren Dr. TRUNINGER und Dr. TROESCH, beide in Bern, ein ziemlich genaues Bild der geologischen Verhältnisse machen.

Die mehrfach erwähnte Karte von GERBER, HELGERS und TROESCH verzeichnet folgende Klippen:

- | | |
|--|---|
| 1. Emdtal : Lias. | P |
| 2. Unteres Suldtal : Rauchwacke. | P |
| 3. Nördlich Reichenbach : Rauchwacke. | P |
| 4. Burggraben, unteres Kiental : Triaskalk. | I |
| 5. Fahrntal südlich Kiental : Diverse Triasgesteine (s. TROESCH) | I |
| Die Standfluhkarte von GERBER notiert: | |
| 6. Bütschi im untern Kiental : Obere Kreide. | I |
| 7. Suld P. 1042 : Obere Kreide, exotische Blöcke. | I |
| Ferner beobachtete ich: | |
| 8. Kiental Dorf : Obere Kreide. | I |

Die dieser Arbeit beigegefügte geologische Skizze vom Niesen enthält:

- 9. Mülinen: Rauchwacke und Gips. P
- 10. Westlich Reichenbach: Rauchwacke. P

(P = prähelvetisch ; I = intrahelvetisch.)

Von grosser Bedeutung sind die Vorkommnisse von präalpinem Wildflysch bei Kandersteg und nordöstlich des Dündenhorns. Die Kenntnis dieser exotischen Gesteine verdanke ich TRUNINGER und TROESCH. Am Westfuss der Birre (östlich des Dündenhorns) fand ich über dem Bühlbad: Dunkelgraue und schwarze, teils glänzende Schiefer; Niesenbreccie; grüne Quarzite, Dolomit, Rauchwacke und diverse Kalke, die der Trias oder dem Jura angehören können. Die Mächtigkeit der Gruppe beträgt bei 600 m. Wie ich oben erwähnte, stecken die Stirnen der helvetischen Falten nicht nur in helvetischen, sondern nach dem eben genannten Bericht in mächtigen präalpinen Tertiärbildungen. Unwillkürlich erinnert man sich bei dieser Tatsache an das rätselhafte « **Carbon** » des benachbarten **Lötschbergtunnels**. Ist das wirklich Carbon oder ist es Wildflysch? BUXTORF schreibt in der « Geologischen Prognose für den nördlichen Teil des neuen Trace des Lötschbergtunnels, bis Kilometer 8 vom Nordportal. Hiezu einige Bemerkungen über den bisherigen Befund. *Verh. naturf. Ges. Basel*. Bd. XXI. 1910. »

« Wie Figur 3 der Tafel III angibt, wurden in der Zone des anormalen Kontaktes nur Spuren von Triasdolomit vorausgesetzt. Statt dessen durchfuhr man zunächst eine mit dem anormalen Kontakt ziemlich konkordant verlaufende Triasserie, die sich zuletzt aus Gips zusammensetzte. Im Liegenden der Gipse stiess man bei 3350 m ab N. P. auf söhligliegende, schwarzgraue Tonschiefer mit quarzitischen Linsen und Bänken und seltenen quarzitischen Konglomerateinlagerungen. Dieser ganze Schichtkomplex zeigt gelegentlich auf Klüften, namentlich aber in der Grenzzone gegen die Trias mit Graphit beschlagene Rutschflächen. Die ausserordentlich grosse petrographische Aehnlichkeit dieses ganzen Schichtkomplexes mit den Carbonbildungen des Wallis, namentlich das Auftreten von Gesteinen, die den Valorcinekonglomeraten verglichen werden können, bestimmten Dr. PREISWERK und den Verfasser, diese ganze Gesteinsserie dem Carbon zuzuweisen (Tunnelbesuch vom 24./25. November 1909). In ihrem letzten Teile zeigten diese Carbonbildungen

schwaches Südfallen und wurden endlich bei 3740 ab N. P. konkordant wieder von einer Triasserie bedeckt, die im Detail ähnliche Gliederung erkennen liess wie diejenige unterm anormalen Kontakt, nur trat Anhydrit an Stelle von Gips. Den Lagerungsverhältnissen zufolge dürfte das Carbon eine flache Kuppel bilden. Innerhalb der Trias scheint bei 3830 m eine wichtige tektonische Linie zu verlaufen, indem an dieser Stelle sericitische Quarzite (vorn) scharf absetzen gegen Anhydrit und Dolomithbreccie (hinten). Die letztern Schichten zeigten zunächst äusserst gestörte Lagerung, erst später stellte sich eine regelmässiger, nach NW. abfallende Lagerung ein. Zwischen 3960 und 3970 m wurde der « Kontaktsandstein » durchfahren. Damit war man im kristallinen Gebirge angelangt. »

In Begleitung von Herrn Dr. TRUXINGER besuchte ich diese interessante Stelle am 1. und 2. Januar 1910. Da am Neujahrstag die Arbeit im Tunnel ruhte, konnten wir uns die Verhältnisse in aller Musse ansehen, was beim Arbeitsbetrieb nicht der Fall ist. Wir gelangten dabei zu dem Resultat, dass *die fragliche Serie nicht Carbon, sondern « Wildflysch », also präalpines Tertiär mit eingeschlossenen Triasschollen sei.* Die Gründe, die BUXTORF, wie oben zitiert wurde, für das Carbon angibt, passen ebenso gut für unsere abweichende Auffassung.

1. Die « ausserordentlich grosse petrographische *Aehnlichkeit* » spricht ebenso sehr für Wildflysch. Der gesamte Habitus ist der der schwarzen glänzenden Flyschschiefer mit gestörten Einlagerungen von Quarzit- und Sandsteinbänken, allerdings zusammengepresst und dynamometamorph beeinflusst durch den Riesendruck der auflagernden Fisistöcke.

2. Die « Gesteine, die mit den *Valorcinekonglomeraten* verglichen werden können », scheinen uns gar keine Konglomerate zu sein. Die Komponenten des genannten Gesteins zeichnen sich vor den « Geröllen » des Lötschbergs durch gute Umrisse aus. Quarzitisches Bänke, Linsen und « Gerölle » sind eine einheitliche Erscheinung. Die tektonisch in kleinere und grössere Brocken, in Blöcke und kurze Bänke zerrissenen ursprünglichen Quarzit- und Sandsteinlager wurden durch die Bewegung der Decken, verbunden mit dem ungeheuren Druck ihrer scharfen Kanten beraubt, abgeschliffen, in kleinere und grössere Gesteinslinsen verwandelt, und so ausgewalzt, dass deren Oberfläche naturgemäss nicht mehr scharf vom umliegenden Gestein getrennt ist, sondern mehr oder weniger in dieses übergeht. Diese Erscheinungen stu-

dierten wir an Ort und Stelle und überzeugten uns von ihrer Richtigkeit.

3. Die « gelegentlich mit *Graphit* beschlagenen Rutschflächen » können ebenfalls nicht als stichhaltig angesehen werden. Solche kommen im Wildflysch — allerdings noch nicht in Graphit umgewandelt — sehr häufig vor. Ich schrieb von den entsprechenden Gesteinen am untern Traubach (Interlaken, S. 52): « Besondere Aufmerksamkeit wendete ich den kohlenfleckigen Sandsteinen zu, die oft an gewisse Partien der sog. « Ralligschichten » erinnern. Sie sind feinkörnige, blättrig schiefrige, mäusegraue, rostig anwitternde Sandsteinschiefer mit Muskovitblättchen und gehen in graue Quarzite (!) über.... Andere Sandsteingruppen enthalten Kohlenschmitzen. » Man presse diese Schichten, die durch schwarze, glänzende Schiefer von einander getrennt werden, zusammen, und man erhält genau das fragliche Gestein, das vom Lötschbergtunnel durchgefahren wurde!

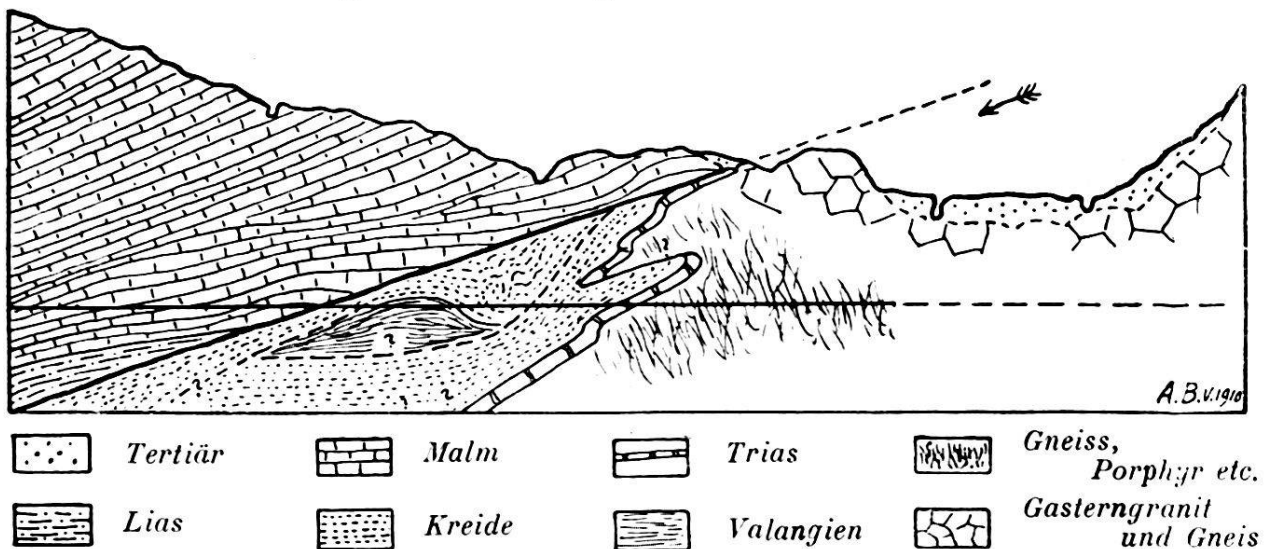


FIG. 4. — Profil durch das « Carbon » im Lötschbergtunnel von A. BUXTORF.

Ich glaube, dass durch diese Ausführungen mindestens die Gleichberechtigung beider Ansichten bewiesen ist. Wie steht es aber mit den begleitenden Triasschichten: Diese zeichnen sich durch Gips, Anhydrit und eine Dolomitbreccie aus. Sowohl Gips als auch Dolomitbreccien wurden in dieser Arbeit zur Genüge aus dem exotischen Schichtenkomplex der Habkerndecke erwähnt; ich erinnere nur an die oben aufgeführten Klippen des Kandergebietes und an die Gesteine im Wildflysch von Kandersteg. Die Triasschichten aber, die zum Sedimentmantel des Aarmassivs gehören, verzeichnen vom Wendenjoch bis an die Dala:

Rhät, Quartenschiefer, Rötidolomit, Quarzit. Die beiden Schollen können demnach kaum dem normalen Triasmantel des Aarmassivs angehören. Diesem und einigen andern Einwänden sucht BUXTORF wie folgt zu begegnen (S. 242): « Diese Carbonschiefer stehen dem Aarmassiv durchaus fremd gegenüber: Im Gegensatz zu allen aarmassivischen Carbonvorkommen sind sie nicht variskisch gefaltet, vielmehr scheinen sie konkordant von der Trias bedeckt zu sein. Ausserdem fehlen am Nordrande des Gasternmassivs unter dem « Kontaktsandstein », den wir wohl zur Trias zu stellen haben, carbonische Ablagerungen ganz. Es bleibt uns also

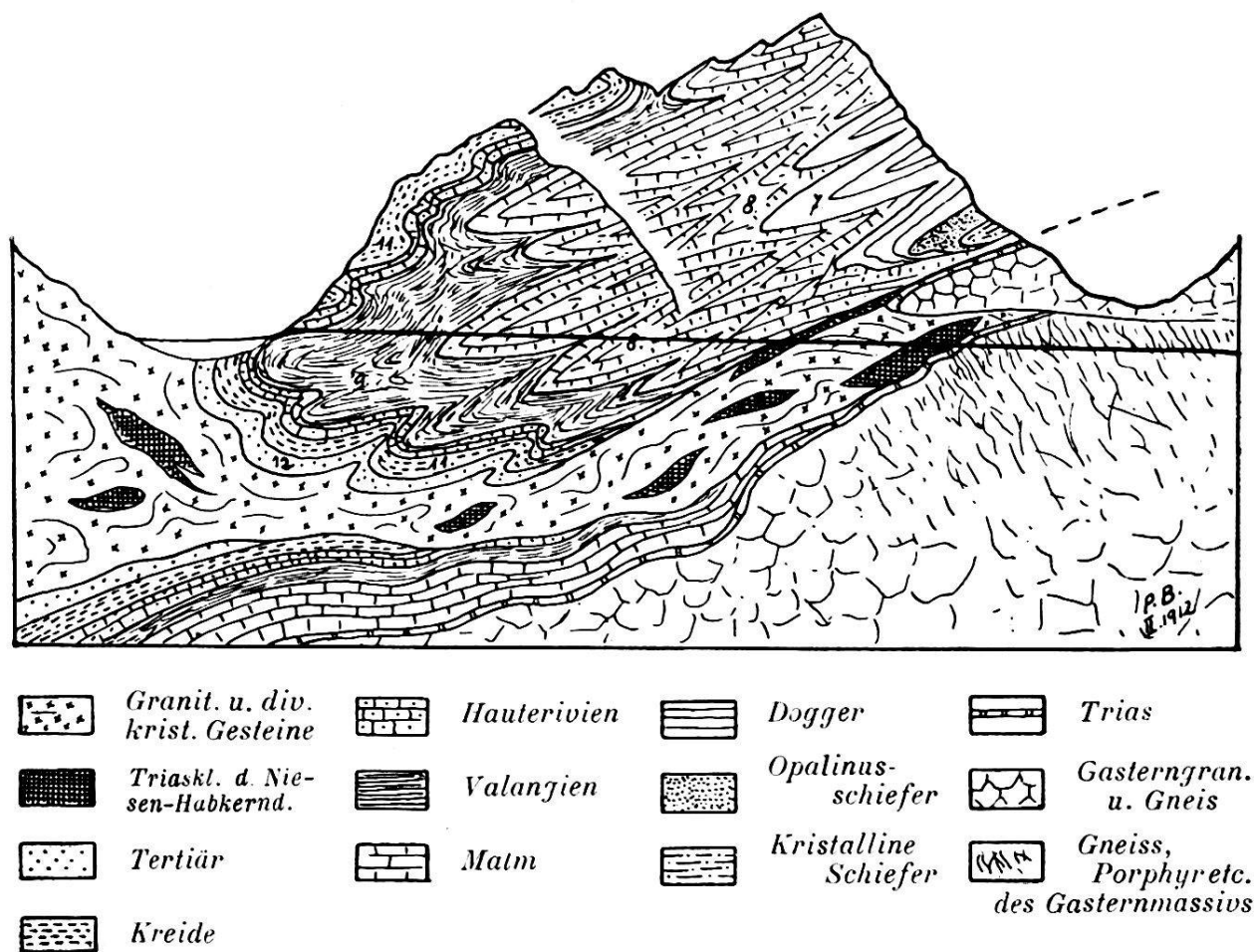


FIG. 5. — Profil durch die Doldenhorngruppe nach BUXTORF und TRUNINGER mit angefahrenem (exotischem) Flysch.

nichts übrig, als dieses Carbon als verschleppt aufzufassen und zwar erscheint es als wahrscheinlichstes, seinen Ursprungsort im Süden zu suchen, da die faciellen Verhältnisse des Carbons und der Trias übereinstimmend nach Süden weisen. » Wie viel wahrscheinlicher ist es, statt dieser Reise über das ganze Gasternmassiv herüber eine Verbindung mit dem exotischen Tertiär bei Kandersteg anzunehmen! Dass

das fragliche Carbon eher zu tiefern tektonischen Elementen gehört als zu höhern, drückt BUXTORF durch die Worte aus: « Die Lagerungsverhältnisse scheinen dahin zu deuten, dass bei einer nur um etwa 20 m höhern Lage der Tunnelsohle diese Carbonkuppel überhaupt unberührt geblieben wäre und der Tunnel ausschliesslich Trias durchfahren hätte. » Die beiden beigegebenen Profile sprechen am deutlichsten, welche Auffassung die einfachere, naturgemässere ist. Neue Gründe für unsere Ansicht erbrachte TRUNINGER 1911 durch die Feststellung gleicher tertiärer Gesteine und begleitender mesozoischer Klippen in den Tunneln der nördlichen Zufahrtsrampe¹.

Fassen wir die Ergebnisse zusammen, so erkennen wir, dass

1. eine Zone suprahelvetischer, exotischer Gesteine vom Thunerse bis ins Engstligental (zone des cols) verfolgt werden kann,

2. eine Reihe prähelvetischer Klippen samt dem zugehörigen exotischen Flysch sich vor der Stirn der helvetischen Wildhorn-Niederhorndecke befindet und

3. ein intrahelvetischer Teil der Niesen-Habkerndecke das Substratum der helvetischen Decken bildet und sogar (im Lötschbergtunnel) zwischen die parautochthonen Falten und das Aarmassiv eindringt.

10. Das Gebiet der Préalpen.

Da das Gebiet der Stockhornkette eben von GERBER und mir geologisch untersucht wird, so will ich nur kurze Andeutungen über die Verbreitung der Niesen-Habkerndecke machen. Ich stehe vollständig auf dem Boden SCHARDTs, der die Niesen- und die Gurnigelzone unter den medianen Präalpen der Stockhornkette und den Resten der rhätischen Decke² hindurch mit einander verbindet. Wir treffen in der Umgebung des Gurnigel präalpine Gesteine, die mit denen des Niesen und der Habkerngegend vollkommen übereinstimmen:

3. Schlierensandstein am Zigerhubel (östlich Seelibühl) mit Nummulinen, Orthophragminen, Operculinen, Bryozoen, fossilem Harz und einer kettenförmigen Alge: *Hormosira moniliformis*.

¹ Ich verweise hier nochmals auf die Untersuchungen TRUNINGERS, welcher die mesozoisch-sedimentären Gesteine des Lötschbergtunnels geologisch bearbeitet und den eben besprochenen Verhältnissen spezielle Aufmerksamkeit widmen wird.

² RABOWSKI, Sur l'extension de la nappe rhétique dans les Préalpes bernoises et fribourgeoises. *Comptes rend. des séances de l'Acad. des sc.*, Paris. 25 Janvier 1909.

2. Fukoidenflysch: Wechsel von hellgrauen Mergelschiefern, hellgrauen Kalken und kohlefleckigen Sandsteinen mit gut erhaltenen oder zu Kohlenflecken zerstörten Kalkalgen.

1. In diesen Schichten stecken über dem Gurnigelbad Dolomit, Rauchwacke und Gips.

Da die gestellte Aufgabe, das Verhältnis der Niesen-Habkerndecke zu den helvetischen Kalk- und Schiefergebirgen zu untersuchen gelöst ist, schliesse ich hier die Ausführungen über die Verbreitung der untersten präalpinen Decke.

IV. Ueber die Entstehung der Niesenhabkerndecke.

1. Ueber facieell verwandte Gesteinsbildungen.

a) Stellung der Gesteine der Niesen-Habkerndecke zu den Klippendecken.

Wollen wir uns ein zuverlässiges Bild von der Entstehung der Habkerndecke bilden, so müssen wir genau wissen, woher ihr Material stammt. Wie die bisherigen Ausführungen zur Genüge beweisen, handelt es sich um vorwiegend exotisches Material, d. h. Gesteine, die dem Aarmassiv und dem zugehörigen Sedimentmantel fremd sind. Die meisten Uebereinstimmungen treffen wir zwischen den Niesen-Habkerngesteinen und den medianen Präalpen. Wir finden sozusagen alle Gesteine dieser Decke in den Blöcken, Klippen und Konglomeraten der Niesen-Habkerndecke wieder: Die obere Kreide mit ihren vorwiegend hellgrauen oder grünlichen, aber zum Teil auch roten « Couches rouges », die untere Kreide mit ihren Aptychen führenden Fleckenkalken, den Malm, Blöcke, die den verschiedenen Horizonten des Doggers der nördlichen medianen Präalpen entsprechen, Dolomit-quarzsandsteine des Lias, wie sie vom Langenegggrat und aus der Gantristkette bekannt sind, Schiefer mit *Posydonomya Bronni*, Liaskalke mit Flecken, feine dichte Liaskalke, Quarzite, von denen des mittlern Lias nicht zu unterscheiden, Dolomit, Rauchwacke und Gips. Aus Mangel an Fossilien lassen sich die Gesteine in den Konglomeraten und den Blöcken selten mit Sicherheit bestimmen. Der petrographische Habitus aller der genannten Gesteine vereinigt sich aber zu einem Gesamtbild, dass man sagen muss: *Die sedimentären Komponenten der Niesen-Habkerndecke stehen facieell der Decke*

der medianen Präalpen am nächsten. Ein wesentliches Gestein, der Bodmilias aus der subalpinen Zone am Sigriswilgrat mit allen seinen verschiedenen Ausbildungen habe ich bis jetzt in der genannten Decke noch nicht identisch, sondern nur in ähnlichen Vorkommnissen wiedergefunden.

Schwieriger ist es die andere exotische Gesteinsgruppe, die kristalline, abzuleiten. Das charakteristischste Gestein ist der Habkerngranit. Daneben treten Glimmerschiefer auf, seltener Gneise und sehr selten basische Gesteine. Die nächsten Verwandten müssen wir nicht im Aarmassiv, sondern südlich der Alpen suchen. Sie fehlen aber auch in den höhern Klippendecken fast vollständig. In der Literatur sind nur wenige ähnliche Gerölle aus höhern Decken bekannt (Siehe Einleitung: Lugeon). Der gesamte Habitus der kristallinen Einschlüsse der Niesen-Habkerndecke ist von dem der basischen kristallinen Gesteine der rhätischen Decke derart verschieden, dass man für beide getrennte Wurzelgebiete annehmen muss. Wir erkennen also, *dass die Niesen-Habkerndecke sich durch ihre kristallinen Bestandteile wesentlich von allen andern Klippendecken unterscheidet.*

b) Beziehungen zur helvetischen Facies.

Ziemlich vereinzelt findet man Anklänge an die hevetische Facies. Dahin gehört die Bemerkung von JACCARD, dass er oolithische Kalke mit Fossilien, ähnlich denen, die BLUMER aus dem östlichen Säntis beschrieben hat, gefunden habe in der Zone des « Chaussy » (Siehe Einleitung). Eine weitere Uebereinstimmung trifft man im Auftreten von einzelnen Lithothamnienresten, vielleicht sogar ganzen Bänken. Ferner zeigt sich zwischen der obern Kreide der Bärenegg bei Merligen und dem Seewerkalk an der Graggenfluh am Brienzgrat einige Aehnlichkeit durch die petrographische Beschaffenheit einzelner Partien und das Vorkommen zahlreicher Inoceramenreste in Form von querfaserigen Lamellen.

Endlich sei noch darauf hingewiesen, dass schon lange bekannt ist, dass die Gesteine der « Zone des cols » eine Mittelstellung zwischen präalpinen und helvetischen Facies einnehmen.

So kommen wir zu dem Resultat: *Die Gesteine der Niesen-Habkerndecke stammen aus einem Wurzelgebiet, das zwischen der helvetischen und der präalpinen Facies liegt, jedoch der letztern näher verwandt ist als der erstern.*

2. Ueber die Beziehungen der subalpinen Nagelfluh zu den Klippendecken.

a) Nagelfluhgerölle aus den höhern Klippendecken.

Dass die exotischen Nagelfluhgerölle nicht mehr von einem versunkenen Randgebirge, sondern von den exotischen Decken herzuleiten sind, darüber herrscht heute wohl unter allen Alpengeologen Einigkeit. Die Frage aber, welcher von all den vielen einzelnen Decken oder welcher Deckengruppe sie entstammen, ist noch nicht erledigt. Dies hat seinen Grund darin, dass wir in keiner der bekannten Decken die Mehrzahl der Nagelfluhrollsteine wiederfinden. FRÜH¹ kennt aus der Nagelfluh Gabbro und Variolite ähnlich denen aus den Ibergerklippen, also der rhätischen Decke. KAUFMANN² erwähnt aus der Molasse bei Moosbach in der Nähe von Aarwangen und aus dem Gebiet südlich von Huttwil Spilit, Variolit und Gabbro, aus dem Entlebuch³ selten Serpentin und Variolit, Hornblendeschiefer, aus dem Eriz Grabbo, Serpentin, Spilit. Immer wird die grosse Seltenheit basischer Eruptiva betont, dagegen stets eine zahlreiche Gruppe saurer kristalliner Gesteine beschrieben. Soweit mir aus der Literatur und aus eigener Anschauung bekannt, ist die Zahl der Nagelfluhkomponenten, die wahrscheinlich höhern Klippendecken oder ostalpinen Decken entstammen, eine derart geringe, dass unsere subalpine Nagelfluh nicht aus diesen Decken abgeleitet werden kann. Damit ist auch gesagt, dass die volle Entwicklung dieser Decken jünger als die Molassebildung ist.

b) Nagelfluhgerölle aus der Niesen-Habkerndecke.

Die grösste mir bekannte Uebereinstimmung der Nagelfluhgeschiebe besteht mit den Komponenten der Niesen-Habkerndecke. Leider ist es der Gleichartigkeit der Gesteine wegen unmöglich, Gerölle der medianen Präalpen auszuscheiden. Ich begegnete auf meinen Exkursionen im Nagelfluhgebiet des Thunersees fast sämtlichen Gesteinen der oben genannten Decke und zwar sowohl den sedimentären, als

¹ J. FRÜH, Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. *Denkschr. Schweiz. naturf. Ges.* 1887.

² J. KAUFMANN, *Beitr. z. Karte der Schweiz*, Liefg. XI. S. 367 u. 375.

³ Derselbe, ebendort Liefg. XXIV. 1. Teil.

auch den kristallinen. Statt sie aufzuzählen zitiere ich einen Abschnitt aus KAUFMANN¹ « Emmen- und Schlierengegenden », also von einem Verfasser, der nichts von der Niesen-Habkerndecke wusste :

« Da (Passhöhe Stächelegg Gemeinde Trub in Emmenthal) bestehen die meisten Geschiebe aus Quarzit, Sandstein und Kalkstein; rote und grüne Granite sind selten. Die Kalksteine erreichen häufig einen Durchmesser von 2—3 dm, zuweilen sogar von 5—6 dm. Unter den Sandsteingeschieben machen sich die gelblich verwitternden *Schlierensandsteine* durch Zahl und Grösse sehr bemerkbar. Unfern Stächelegg kamen darin die charakteristischen kleinen Nummuliten mehrfach zum Vorschein, ohne Lupe freilich nicht zu entdecken. Derselbe Sandstein zeigt sich auch im Hüttengraben und Brandöschgraben in allen Bachbetten in zahlloser Menge, mit und ohne Nummuliten.... In der Nagelfluh des Krähentobels, wo eine möglichst vollständige petrographische Aufsammlung gemacht wurde, fanden sich auch miliolitenreiche Schrattenkalke. » Bemerkenswert dabei ist noch, dass diese Nummuliten führenden Schlierensandsteine sowohl an den Bächen von Trub als auch bei der Fundstelle Losenegg im Eriz in den untern Nagelfluhschichten auftreten und von der grossen Masse von sauren Eruptivgesteinen, deren Herkunft wir gar nicht kennen, überlagert werden. Der genannte Schrattenkalk erinnert an das Barrémienvorkommen JACCARD-BLUMER. Wesentlich ist auch der Umstand, dass die Habkerngranite, die den andern Klippendecken fehlen, in typischen Exemplaren auftreten.

Weil die Gerölle der subalpinen Nagelfluh mit der Niesen-Habkerndecke weitaus am meisten übereinstimmende Gesteine, und zwar kristalline, mesozoische und tertiäre, aufweisen, so gelangt man zum Schlusse, dass die Nagelfluh zum grossen Teil aus der Niesen-Habkerndecke her stammt.

3. Ueber das Alter der Niesen-Habkerndecke.

a) Die Niesen-Habkerndecke ist älter als die andern Klippendecken.

Diese Behauptung ist schon durch die Herleitung der subalpinen Molasse bewiesen; denn wenn die Niesen-Habkerndecke durch Denudation das Material zur miocaenen Nagelfluhbildung lieferte, so konnte sie nicht durch höhere Decken

¹ Derselbe, ebendort Liefg. XXIV. 1. S. 436.

bedeckt sein. Sie muss also älter sein als diese und die Nagefluh. Da der Nagefluh sicher helvetische Gesteine fehlen oder diese doch in kaum nennenswerter Zahl auftreten, so muss die Niesen-Habkerndecke schon beim Beginn der Molassebildung, also im Oligocaen, das helvetische Faciesgebiet bedeckt haben. Damit wurde aber im ebengenannten Gebiet die Fortsetzung der Sedimentation verhindert, und wir dürfen dort keine jüngern als unteroligocaene Gesteine finden. Das stimmt auch; denn die jüngste Bildung der helvetischen Alpen ist der Flysch, dem übereinstimmend ein obereocaenes oder höchstens untereoligocaenes Alter zugesprochen wird.

Zu ähnlichen Resultaten gelangen wir ohne die Berücksichtigung des Molasseproblems einzig durch die Entwirrung des komplizierten Deckenbaues der Alpen: Wie die eingehende Darstellung der Verbreitung der Niesen-Habkerndecke zeigt, befindet sich der suprahelvetische Teil auf den helvetischen Decken, der intrahelvetische Teil über dem helvetischen, autochthonen Grundgebirge. Profil 3 zeigt die Situation der Niesen-Habkerndecke beim Beginn der helvetischen Faltung; die helvetischen Decken sind südlich an das autochthone Gebirge angegliedert. Ueber beiden Teilen breitet sich die exotische Decke aus. Wären nun die höhern Klippendecken ungefähr gleich alt wie die Niesen-Habkerndecken, so wäre letztere schon vor der helvetischen Faltung durch die nachfolgenden medianen Präalpen bedeckt worden. In diesem Falle müssten aber auch Teile derselben durch die Ueberschiebung der helvetischen Decke bedeckt worden sein. Diese Klippenschollen wären gegen die spätere Abtragung durch die höhern Decken bis und mit der helvetischen Decke gut geschützt gewesen und müssten heute durch Sernt, Linth, Reuss und Kander gut aufgeschlossen sein. Sie fehlen aber. Der intrahelvetische Teil der Niesen-Habkerndecke umschliesst wohl kleinere mesozoische Klippen, aber keine, die nach ihrer Grösse, ihrer Lage und ihrer Gesteinsart den medianen Präalpen zugewiesen werden können. Somit ist die Niesen-Habkerndecke unabhängig von den andern Klippendecken auf das helvetische Faciesgebiet hinaufgeschoben worden bis in die Nähe des jetzigen Alpenrandes. Ueber die Zeit der Ueberschiebung belehren uns die jüngsten bedeckten helvetischen Schichten: Es ist der Taveyannazsandstein samt dem helvetischen Flysch. Flora und Fauna von der Dallenfluh bei Merligen (siehe Interlaken!) sprechen für oligocaenes Alter. Also muss die Niesen-Habkerndecke während der Oligocaenzeit auf das Gebiet der helvetischen

Facies gewandert sein. Auch der Beginn der Wanderung lässt sich ermitteln. Unterwegs traf die Niesen-Habkerndecke zuerst auf die Gesteine, welche heute das helvetische Deckengebirge aufbaut. Hier bedeckte sie die Stadschiefer, die nach BOUSSAC ins Priabonien, also ins Obereocaen zu stellen sind. Dann rückte sie so langsam nach Norden vor, dass sich über dem heute parautochthonen und autochthonen Gebiet noch die unteroligocaenen Taveyannazsandsteine ablagern konnten. Dann wurden auch diese überschoben, und nun beteiligte sich der Detritus der Niesen-Habkerndecke an der Bildung der oberoligocaenen Molasse, der Rallig- oder Hilfernschichtern. Eine Hebung des Landes gab der Erosion erneute Kraft, und die nunmehr nach Norden gerollten Geschiebe bildeten die subalpine Nagelfluh (Profil 2).

Wir sehen also, dass man auf zwei verschiedenen Wegen zu denselben Resultaten kommt:

1. *Die Niesen-Habkerndecke ist älter als die übrigen Klippendecken.*
2. *Ihre Wanderung begann zu Beginn der Obligocaenzeit.*
3. *Sie lieferte das Material für die subalpine Nagelfluh.*

b) Die Entstehung der Niesen-Habkerndecke zur Eocaenzeit.

Die Decke, welche die eben beschriebene Wanderung vollführte, besteht nur aus Tertiärschichten. Da sie aber so selbständig wandern konnte, kann ihr der Charakter einer Decke nicht abgesprochen werden. Dafür spricht auch der Umstand, dass sie sich in allen einigermaßen ungestörten Gebieten regelmässig aus Lutétien, Auversien und Priabonien aufbaut, was durch die oben erwähnten Fossilien bewiesen ist.

Das Material aber, aus welchem sie sich zur Eocaenzeit bildete, umfasst Gesteine von der Kreide bis zur Trias und kristalline Teile. Wie wir eben auseinandersetzen, spricht die Facies dieser Komponenten dafür, dass ihr Wurzelgebiet in der Grenzzone zwischen helvetischer und präalpiner Facies zu suchen ist. Da sich alle mesozoischen Gesteine und deren zugehöriger kristalliner Kern (Granite etc.) am Aufbau beteiligten, so muss man annehmen, dass zur Eocaenzeit in der genannten Zone ein stark gefaltetes Gebirge war, welches der Erosion und wahrscheinlich noch mehr der Abrasion des Eocaenmeeres zum Opfer fiel. Denken wir uns dieses hypo-

thetische Gebirge als Deckengebirge gebaut und durch die gebirgsbildende Kraft immer mehr noch nach Norden ins Eocaenmeer hineingeschoben, so können wir uns die Entstehung der Konglomerate, die Umhüllung einzelner Blöcke durch die Sedimente des Nummulitenmeeres, ja den Einschluss ganzer kleinerer Klippen (untere Teile der Niesen-Habkerndecke) und zusammenhängender Klippenmassen (Zone des cols) leicht erklären. Jedenfalls ist es ausgeschlossen, dass die Annahme von Transport durch Treibeis dem Umfang des Phänomens genügt. Herr Dr. GERBER wies in der Niesenstratigraphie auf die aufgeblätterten und vom Meeressand durchdrungenen Kalklinsen des Niesens hin. Ich machte auf die Identität der Klippen von Bodmilies mit den Blöcken mit kristallinen Einschlüssen am vordern Horrenbach aufmerksam. Ich betonte schon in frühern Publikationen, dass die kleinen Klippen der Lombachzone nicht nur tektonisch, sondern auch stratigraphisch mit dem Wildflysch verknüpft seien.

Durch alle diese Ueberlegungen gelangt man zu der Ansicht SCHARDTs, die ich in der Einleitung wiedergab, vom Einschub einer exotischen Decke ins Tertiärmeer.

Der Umstand, dass auch eocaene Blöcke sich hie und da an der Konglomeratbildung beteiligen, widerspricht dieser Auffassung nicht, sondern macht einzig darauf aufmerksam, dass schon verfestigte ältere Schichten der Habkerndecke von der fortschreitenden Faltung ergriffen und als denudierte Blöcke von jüngern Schichten umschlossen wurden.

Wie ist aber die Wanderung der eocaenen Niesen-Habkerndecke zu erklären? Sie allein konnte wohl kaum über die helvetischen Schichten hinweg rutschen, auch wenn der helvetische Flysch eine noch so günstige Unterlage bot. Eine treibende Kraft musste vorhanden sein; südlicher gelegene, kompaktere Schollen mussten sie vor sich herschieben. Man wird wohl kaum fehlgehen, wenn man dafür die kristallinen Kerne des Gebirges, welches das Material zur Niesen-Habkerndecke lieferte, verantwortlich macht. Diese kristallinen Massen enthielten nun ausser den uns bekannten Eruptiva der Habkerndecken auch noch die sauren Gesteine, vorwiegend ebenfalls rote und grüne Granite, der subalpinen Nagelfluh.

Ich nannte in der Interlakner Arbeit die Gesteine, welche wir bis jetzt schlechtweg als Niesen-Habkerndecke bezeichneten, *jüngere oder sekundäre* Habkerndecke, die Gesteine aber, welche durch ihre Zerstörung das notwendige Material her-

gaben dagegen die ältere oder primäre Habkerndecke. Ich möchte diese beiden Begriffe noch genauer präzisieren:

Die jüngere oder besser gesagt sekundäre Niesen-Habkerndecke allein kommt für uns praktisch in Betracht, da nur ihr angehörige Teile sich am heutigen Aufbau der Alpen beteiligen.

Die ältere oder genauer ausgedrückt primäre Niesen-Habkerndecke bildete sich beim Beginn der Eocaenzeit, lieferte das Material für die sekundäre Decke, schob diese durch fortgesetzte Gebirgsbildung über die helvetischen Gebiete hinweg und lagerte sich selber zur Zeit der Molassebildung über der sekundären Decke. Während der Miocaenzeit wurde sie vollständig abgetragen und lieferte so das Material der subalpinen Nagelfluh. Die primäre Niesen-Habkerndecke kommt praktisch für den heutigen Gebirgsbau nicht in Betracht; sie ist aber eine theoretische Notwendigkeit zur Erklärung der Entstehung der Niesen-Habkerndecke und der polygenen, subalpinen Nagelfluh (siehe Profile 1, 2 und 3!).

4. Zusammenfassung der Entwicklung der Niesen-Habkerndecke.

(Profile 1—5.)

Am Ende der Kreidezeit begann im nördlichsten Gebiet der mediterranen Facies eine Gebirgsbildung, welche die dort abgelagerten mesozoischen Gesteine ergriff und sie samt dem darunter liegenden kristallinen Gebirge intensiv faltete. Wir müssen für dieses Gebirge Deckenbau annehmen, da ein einfacher Faltenbau zur Erklärung der nachfolgenden Ereignisse nicht genügen würde. Für den so frühen Beginn der Gebirgsbildung sprechen exotische Blöcke in der obern Kreide der medianen Präalpen (LUGEON). Grosse Teile des Gebirges, das mit einer Riasküste das Nummulitenmeer begrenzte, wurden durch die Abtragung zerstört und lieferten das terrigene Material zur Bildung der Breccien und Konglomerate, der Sandsteine und Schiefer der sekundären Niesen-Habkerndecke (Profil 1). Für die Obereocaenzeit und vielleicht auch die früheste Oligocaenzeit können wir einen Stillstand in der Gebirgsbildung vermuten, da wir in den damals abgelagerten Schichten (oberster Wildflysch und helvetische Stadschiefer) kein Fortschreiten der exotischen Elemente nach Norden erkennen können.

Nach der Ablagerung der helvetischen Stadschiefer jedoch drängte die primäre Niesen-Habkerndecke wieder stark

nach Norden. Sie schob die eocaene sekundäre Niesen-Habkerndecke vor sich her über die helvetischen Stadschiefer hinüber und lieferte das Material zur Taveyannazgesteinsbildung, später zur Entstehung der Ralligschichten. Die primäre Decke schob sich nun auch über die sekundäre hinüber und schützte so den grössten Teil derselben vor der Abtragung. Dass sich auch die sekundäre Decke an der Molassebildung (Profil 2) beteiligte, beweisen die zahlreichen Schlierensandsteine. Die primäre Habkerndecke wurde nun von der Abtragung in grossem Masse angegriffen. Grosse Ströme durchtalteten sie und schleppten ihre Gerölle ins nördlich gelegene Molassemeer (respektive in den Molassesee). Während sich am Südrande dieses Gewässers die groben Geschiebe in Form von Delta ablagerten, wurden die Sande und die suspendierten Schlammartikel weiter ins Meer hinausgeschwemmt und gelangten dort als Sandsteine und Mergel zur Sedimentation.

Am Ende der Miocaenzeit war die primäre Niesen-Habkerndecke vollständig verschwunden. Dagegen breiteten sich die Massen der sekundären Decke noch über dem ganzen Gebiet der helvetischen Facies aus (Profil 3).

Zur Pliozaenzeit begannen nun neuerdings Faltungen. Südlich des Aarmassivs wurden die helvetischen Decken herausgequetscht. Sie schoben sich über die nördlich vor ihnen liegenden autochthonen helvetischen Gebiete und die auf ihnen lagernden Reste der sekundären Niesen-Habkerndecke hinweg (Profil 4). Gleichzeitig trugen sie auf ihrem Rücken die auf ihnen zurückgebliebenen Teile der sekundären Niesen-Habkerndecke nach Norden, so dass die helvetischen Decken nun zwischen die Ueberbleibsel der alten exotischen Decke zu liegen kamen. Gleichzeitig bedeckten wohl die nachdrängenden Klippendecken das Wurzelgebiet oder besser gesagt die Narbe der Niesen-Habkerndecke. Profil 4 deutet die Gliederung der helvetischen Decken in parautochthonen Falten, Gellihornzwischen- und Harderfalte und Niederhorn- und Niederhorndecke an.

Profil 5 zeigt die Ueberschiebung der medianen Präalpen über die helvetischen Gebiete. Schon das Vordringen der helvetischen Decke hatte vor ihrer Stirn eine Menge des Niesen-Habkerntertiärs von der autochthonen Grundlage weggeschürft; nun wurde diese Anhäufung (Niesen!) noch dadurch vermehrt, dass die medianen Präalpen auch noch einen grossen Teil der suprahelvetischen Decke wegschürften. Nach der Ueberwindung dieser Anhäufung senkte sich die

Klippendecke in die nachfolgende Mulde und lagerte sich dort (Stockhorngebiet). Der mitgeschobene Teil der Niesen-Habkerndecke lagerte sich als subpräalpine Gurnigelzone nördlich davor. In der Skizze trennte ich die Ueber-schiebungen der medianen Präalpen und der höhern Klippen-decken, um der Deutlichkeit willen. Soviel mir aber aus der Verknüpfung aller Klippendecken bekannt ist, müssen wir eher annehmen, dass sich die Klippendecken schon südlich des Aarmassivs überschoben und die mediane Klippendecke als die mächtigste und zusammenhängendste allein nach Norden niederglitt, Teile der beiden höhern Klippendecken auf ihrem Rücken mitschleppend (ähnlich der helvetischen Decke mit den Niesen-Habkernrelikten).

Das 6. Profil endlich zeigt einen Ueberblick über die heutigen Verhältnisse. Neu daran ist die Auffassung des geologischen Aufbaues der helvetischen Decken und ihrer Verknüpfung mit der Niesen-Habkerndecke. Gerihorn-Giesenengrat entwarf ich nach eigenen Beobachtungen, Aermighorn-Dündenhorn suchte ich hauptsächlich nach dem Verlauf der Taveyannazschichten auf der Karte von TROESCH zu skizzieren. Für das Doldenhorn folgte ich mit Ausnahme der « carbonischen » Unterlage dem Profil von BUXTORF und TRUNINGER.

Ich möchte zum Schluss nur noch auf zwei interessante Umstände aufmerksam machen: 1. Der Wildflysch reicht unter dem Doldenhorn bis fast an das kristalline Grundgebirge heran. Die flache Lagerung des Autochthonen entspricht den Aufschlüssen im Kiental. Das Gasternmassiv scheint nach dem Profil die helvetischen Schichten durch passive Hebung durchbrochen zu haben und so der Anlass zum Zerreißen der autochthonen und der überschobenen Teile geworden zu sein. Diese Hebung war aber eine tektonische und keine eruptive. 2. Betrachtet man auf einer geologischen Karte¹ den Verlauf des helvetischen Sedimentgebirges, so fällt einem auf, wie sich der Kalk- und Schiefermantel, der an der Linth eine Breite von 35 km misst, sich am Thunersee auf 25 km und beim Balmhorn gar auf 10 km verschmälert. Hand in Hand mit der Breite der helvetischen Sedimentzone geht die Verteilung der Niesen-Habkerndecke: Oestlich der Reuss ist ihr Hauptverbreitungsgebiet der intrahelvetische Teil, bei den Schwyzerklippen die supra- bis prähelvetische

¹ *Geologische Karte der Schweiz*. 1 : 500 000. Herausgegeben von der schweiz. geol. Kommission. II. Auflage 1911. Bei A. Francke, Bern

Gruppe; zwischen Saarer Aa und Thunersee füllt ihre Hauptmasse die weite Mulde der Niederhorndecke; vom Thunersee nach Westen bis ins Chablaisgebiet lagert sie vor den helvetischen Schichten (Niesenzone) und am Rande der Präalpen (Gurnigelzone). Ihre Verbreitung ist also auf der ganzen Linie zwischen Rhein und Rhone eine ziemlich gleichmässig starke.

Ein genaueres Studium der Niesen-Habkerndecke wird noch viele Anhaltspunkte für die Geschichte unserer Alpen liefern. Ich denke dabei z. B. an den Transport einzelner Klippen auf dem Rücken der Habkerndecke und der helvetischen Decken nach Norden. Damit fällt die zusammenhängende Klippendecke zwischen Thunersee und Rhein zum grossen Teil weg, was mit vielen Beobachtungen in den helvetischen Decken übereinstimmt. Jede Deckengruppe besitzt ihr Hauptentwicklungsgebiet, in dem ihr die andern Gruppen nur untergeordnet sind und sich nie in vollständig entwickeltem Zustand befanden: Den Klippendecken gehört der Raum zwischen Arve und Thunersee, den helvetischen Decken das Land zwischen Kander und Rhein und den ostalpinen Decken die Gebiete östlich des Rheins. In jeder der verschiedenen Zonen wird die « Haupthandlung » des Gebirgsbaues durch die betreffende Deckengruppe ausgeführt; die andern Deckengruppen helfen nur bei « Nebenhandlungen » mit. Sie sind in ihren Bewegungen von der Haupthandlung abhängig: Sie werden durch die Haupt-Deckengruppe gefaltet, verschoben, mitgetragen, zerrissen.

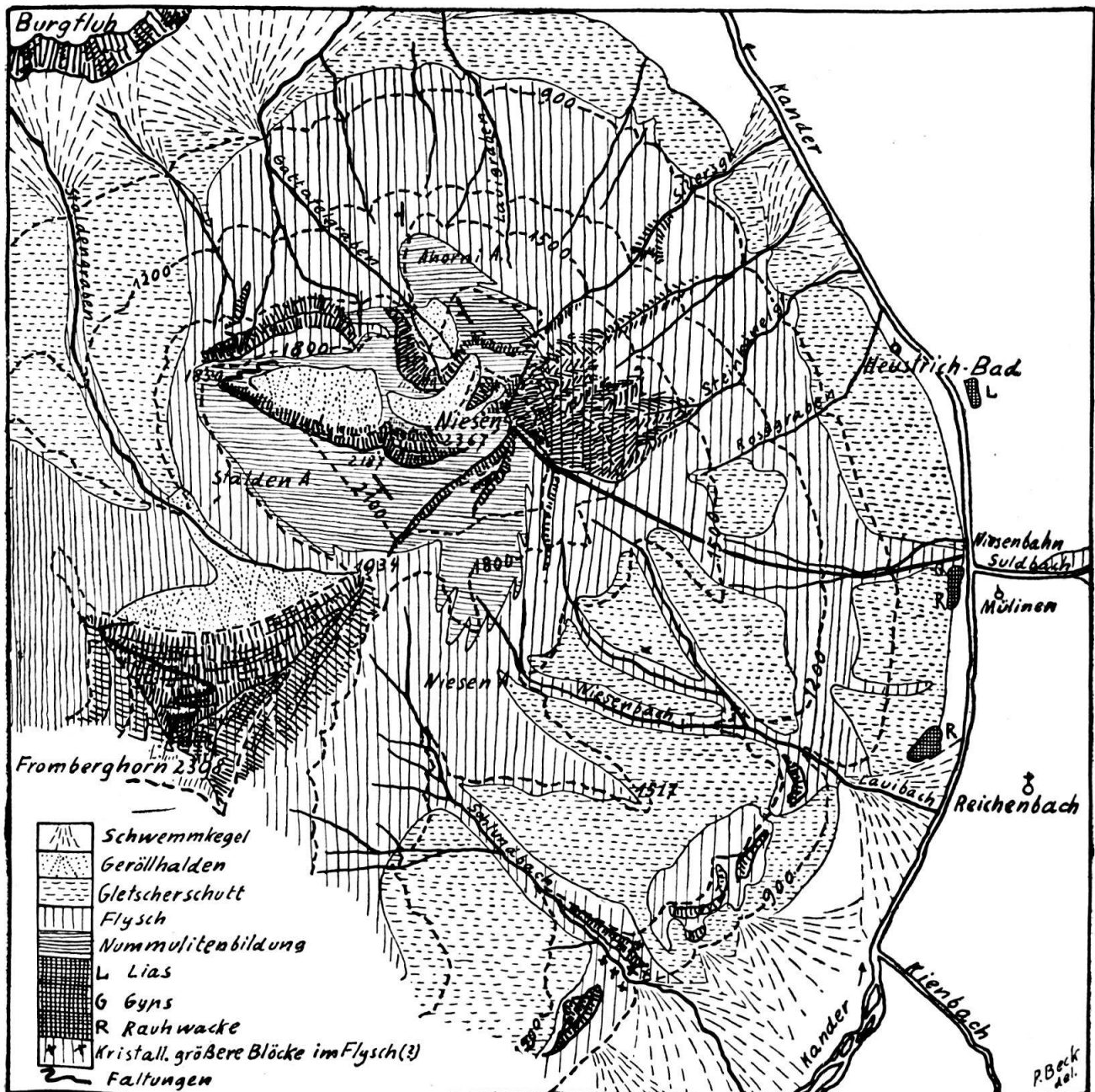
Durch den ganzen verwickelten Bau der Schweizer Kalkalpen aber zieht sich die Spur von der Niesen-Habkerndecke, jener Deckengruppe, die sich durch ihr eocaenes und miocaenes Alter von allen übrigen Gruppen unterscheidet und uns durch ihre Facies hilft, die Aufeinanderfolge der heute noch bestehenden Decken auseinander halten.

Die vorliegende Arbeit öffnet weite Perspektiven; sie ist in ihren Schlussfolgerungen vielleicht etwas optimistisch geschrieben. Doch kann das der ernsten Forschung, die sich an Tatsachen hält, keinen Eintrag tun. Ich hoffe, dass die Theorie von der Niesen-Habkerndecke durch weitere Untersuchungen ergänzt, berichtigt und gesichert werde.

THUN, 29. Februar 1912.

Geologische Skizze des Niesen. — 1:50,000

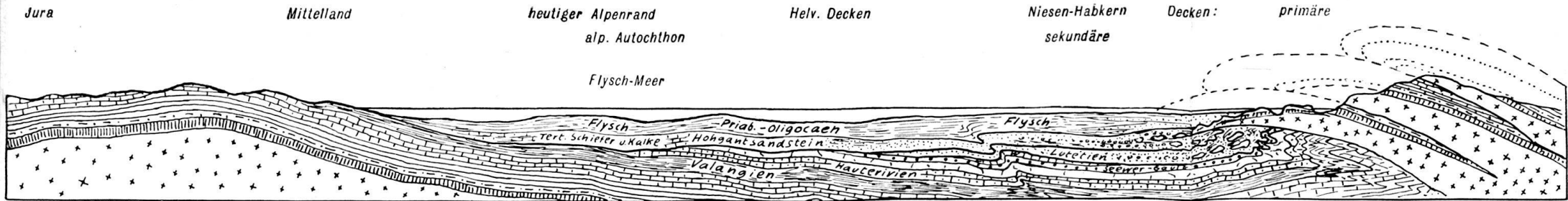
VON PAUL BECK und ED. GERBER.



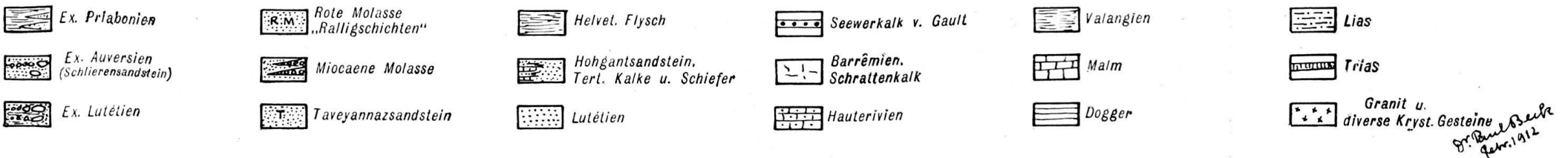
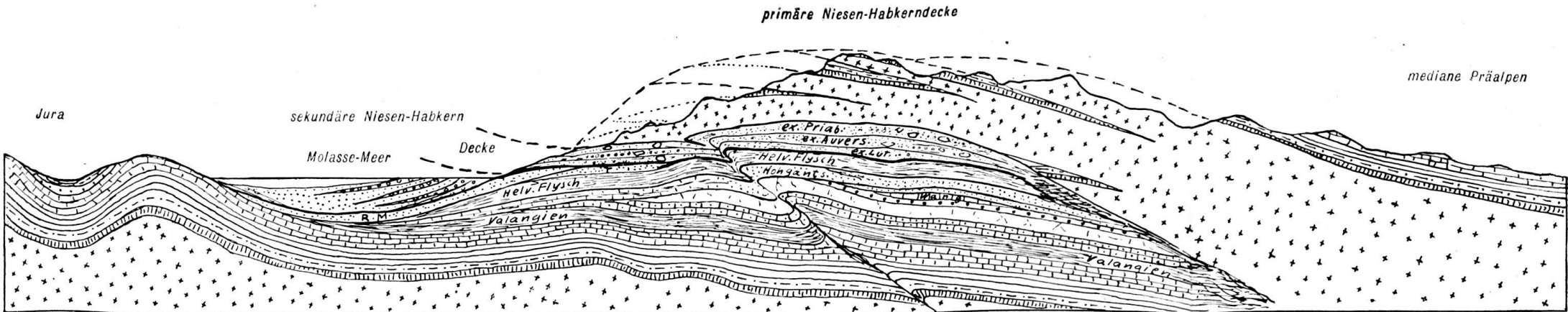
Mit Bewilligung der schweiz. Landestopographie vom 7. Mai 1912.

Versuch einer Darstellung der Entwicklung der Niesen-Habkerndecke.

Prof. 1: Bildung der Gesteine der sekundären Habkerndecke durch die Abtragung der auftauchenden primären Oberoligocaen.

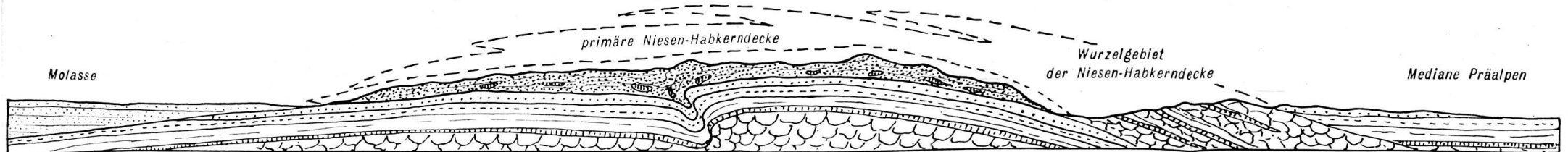


Prof. 2: Bildung der Molasse durch die Abtragung der beiden Niesen-Habkerndecken.

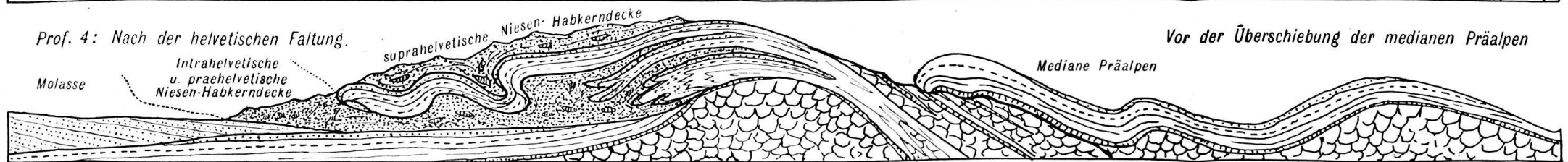


Versuch einer Darstellung der Entwicklung der Niesen-Habkerndecke und ihrer Stellung zu den helvetischen Gebirgen.

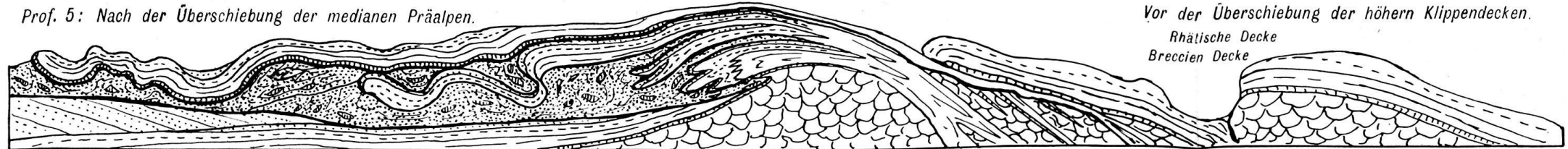
Prof. 3: Nach der Abtragung der primären Decke beim Beginn der helvetischen Faltung.



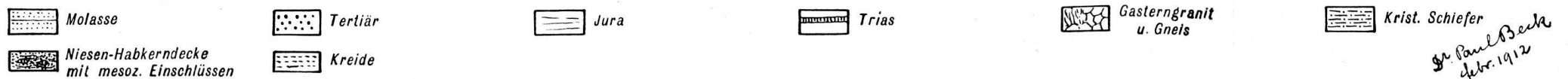
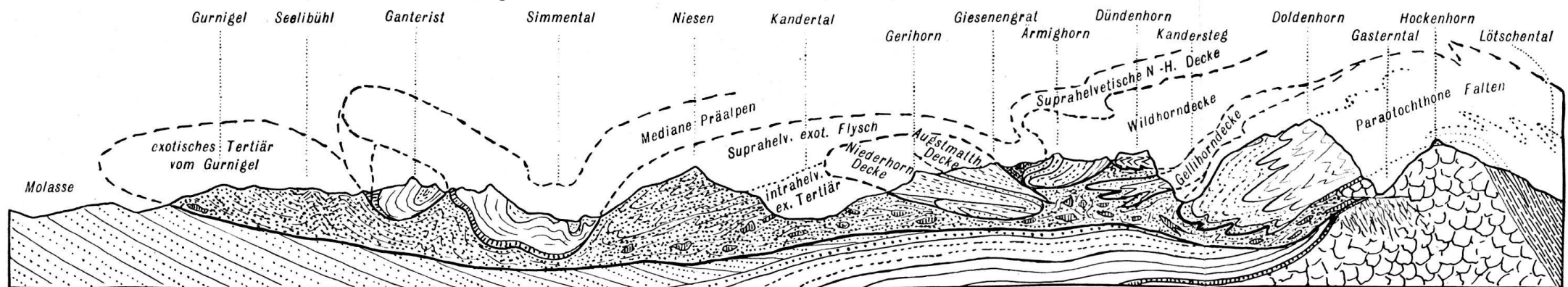
Prof. 4: Nach der helvetischen Faltung.



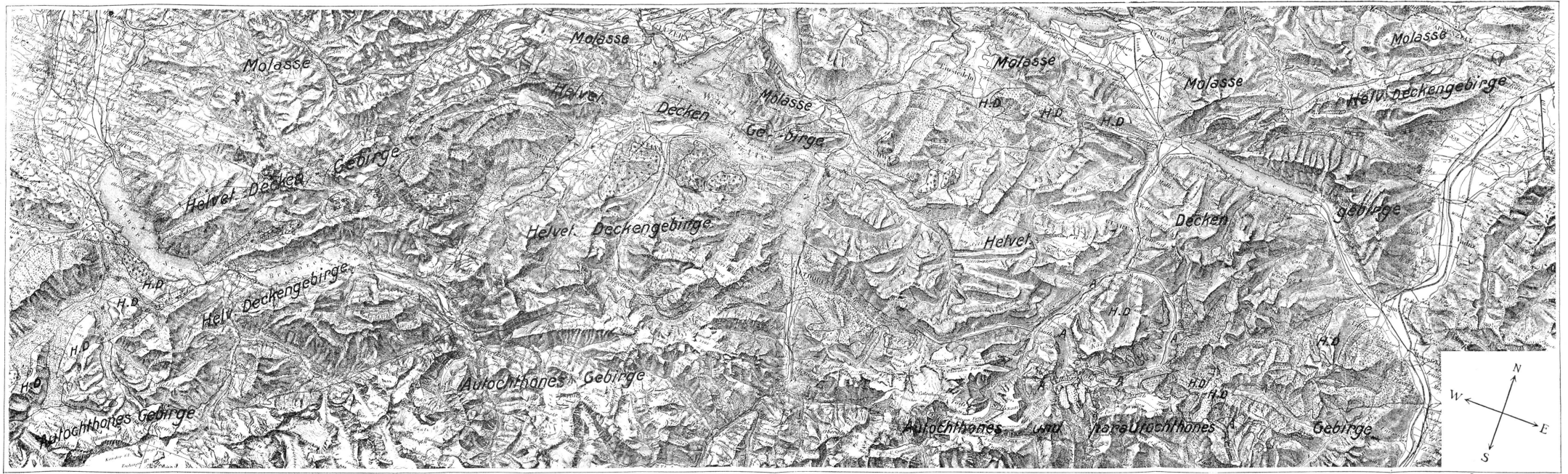
Prof. 5: Nach der Überschiebung der medianen Präalpen.



Prof. 6: Schnitt vom Gurnigel bis ins Lötschental. Nach Gilléron, Träsch, Buxtorf, Truninger und eigenen Beobachtungen.



Dr. Paul Beck
Febr. 1912



Die tertiären Gesteine der Niesen-Habkerdecker sind punktiert.

Die höhern Klippendecken und die mesoz. Klippen der Niesen-Habkerdecker sind durch Kreuze dargestellt.

Entwurf zur Darstellung der Verbreitung der Niesen-Habkerdecker zwischen Kander und Rhein
mit Benützung der geol. Karte der Schweiz 1 : 100,000 und der Spezialkarten der schweiz. geolog. Kommission, sowie den dazu gehörigen Texten zusammengestellt
von PAUL BECK in Thun.

Maßstab: 1 : 375,000.

H. D. = Helv. Deckengebirge.

A. = Autochthones und parautochthones Gebirge.