



# Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Bericht vom 31. Jänner 1903.

**Inhalt:** Eingesendete Mittheilungen: Dr. O. Ampferer: Die neueste Erforschung des Sonnwendgebirges im Unterinntal. — H. Beck: Geologische Mittheilungen aus den Kleinen Karpathen. — Literatur-Notizen: Dr. J. E. Hilsch.

**NB.** Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Mittheilungen verantwortlich.

## Eingesendete Mittheilungen.

**Dr. O. Ampferer.** Die neueste Erforschung des Sonnwendgebirges im Unterinntal.

Jeder, der sich einmal genauer und mit Begeisterung der Erforschung eines Theiles der Alpen gewidmet hat, wird vor der Fülle der eigenartigen Erscheinungen des Oefteren fast machtlos und staunend innegehalten haben, die sich vielfach schon in einem Anblicke wunderbar zusammendrängt. Der Reichthum der Formen, das ewig Neue, Schöpferische in den Entwürfen, die weite, unübersehbare Ferne der Möglichkeiten, die endlosen Einzelheiten der Ausführung geben ja der Mehrzahl der Gebirge den Charakter einer Lebensaufgabe, sofern es sich um eine völlige, in allen Theilen getreue Untersuchung und Darstellung derselben handelt. Den wenigsten nur ist eine solche Musse gegönnt und die wenigsten hinwiederum fänden in ihr die Geduld und Einschränkung der Pläne, die Verzichtskraft auf weithin schweifende Arbeit, die allein zu solchem Thun Muth und Freude zu verleihen und zu befestigen vermag. Das eine aber ist sicher, dass jeder ernste Forscher, wenn seine begrenzte Zeit ihn von einer solchen Aufgabe weiter zu anderen reisst, mit einem schmerzlich unbefriedigten Gefühle von ihr Abschied nimmt, noch lange Jahre vielleicht im Geheimen sich nach der letzten gründlichen Vollendung sehnd.

In dem eben erschienenen Werke von Dr. F. Wähner: „Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. Ein Typus alpinen Gebirgsbaues“ haben wir eine solche lange Lebensarbeit theilweise vor uns liegen, und es wird niemand sagen können, dass sie eine nutzlose gewesen, wenn man die tiefen Einblicke bedenkt, die allmählig und immer reicher dadurch sich eröffneten.

Heute, kann man sagen, ist die geologische Durchsichtigkeit des Sonnwendgebirges Dank dieser Arbeit eine so helle, wie sie überhaupt nur geringe und kaum so verwickelt gebaute Theile der Alpen

bisher erlangt haben. Das wird nun viele nicht sehr wundern, hat doch gerade dieses Gebirge jahrzehntelang für eines von sehr einfachem Bau gegolten, und die schlichte, flache Lagerung, die die weitaus meisten Bestandtheile zur Schau tragen, schien dafür ein sicherer Beleg. Hier hat aber die Aufhellung der Verhältnisse nicht eine Vereinfachung, sondern eine ganz bedeutende Vielfältigkeit klarlegen müssen. Die eigenthümlichen Verschlingungen allerdings, die in den Felskronen dieses Gebirges weisse Dachsteinkalke mit Liasfossilien und rothe Liaskalke zeigten, sowie andere merkwürdige stratigraphische Beobachtungen hatten dem Gebiete schon seit langer Zeit eine Ausnahmstellung zugewiesen, die immer von Neuem zu frischer Untersuchung herausforderte.

Was war natürlicher, als dass man immer wieder mit den anderortig festgestellten Ergebnissen von Aufnahmen ähnlicher Schichten auch hier die Erklärung zu suchen strebte und bei der Mannigfaltigkeit der Formen mehrere Male in ganz falsche Bahnen gedrängt wurde. Am ehesten schien noch eine Transgression oder gleichzeitige Wechsellagerung mit einem Riffe den schier unübersehbaren Wechsel rother und weisser Kalke verständlich zu machen.

Beide Erklärungen wurden versucht, aber sie versagten, obgleich besonders die letztere sehr viele Anhänger gewann und sich einer grossen Wahrscheinlichkeit erfreute. Beide mussten durch thatsächliche Anwendung erst auf die Berechtigung geprüft werden, die ihre Unhaltbarkeit ergab und so endlich den Weg zu einer Begründung der Erscheinungen auf tektonischem Wege öffnete, die es gestattete, durch gesetzmässige Bewegungen die Verworrenheit der Lagerung in die Einfachheit der Uranlage aufzulösen.

Diesem langwierigen Gange, den die Erkenntnis solcher Gestalt genommen, ist die ungemein genaue und ausführliche historisch-kritische Abhandlung über die Veröffentlichungen der Vorgänger gewidmet. Die Ausführlichkeit und Gründlichkeit dieser vergleichenden Anatomie der vorangegangenen Arbeiten ist eine staunenswerthe, leider auch an vielen Stellen die persönliche und ätzende Schärfe, welche sich gegen Diener und Geyer richtet.

Dieselben waren von im Osten gelegenen Arbeitsplätzen hergekommen und glaubten auch hier die Anzeichen einer Transgression zu erkennen und haben in diesem Sinne berichtet, freilich nach allzu kurzer, ganz ungenügender Anwesenheit (1—1½ Tage) und auf Grund von vielfach ungeklärten Beobachtungen.

Natürlich lassen sich diese Berichte nicht mit denen vergleichen, die andere wissenschaftliche Besucher mit weit reicheren Ortskenntnissen und nach langen Untersuchungen abzustatten vermochten. Die Fehler dieser Angaben aber haben längst durch Lechleitner und Wähler ihre Richtigstellung erhalten und sind selbstverständlich durch jede genauere Untersuchung berichtigt und ergänzt worden. Das wird einem Detailforscher in jedem Gebiete begegnen, dass er vielfache Fehler seiner Vorarbeiter, besonders zu leichte Verallgemeinerung und ungenaue Beobachtungen entdeckt, aber ich glaube, es genügt, die neue Beobachtung an die Stelle der alten zu setzen und sachlich auf den Irrthum hinzuweisen.

Zu bedenken ist ausserdem noch, dass selbst heute die Grenzverhältnisse zwischen weissem Riffkalk und rothem Liaskalk noch nicht völlig entwirrt sind, und dass kein zwingender Beweis dafür gefunden ist, dass die Hornsteinbreccien nicht doch vielleicht Spuren einer Transgression bedeuten. Eilen wir über diese Sache hinweg, von der der Verfasser selbst gesteht, dass sie ihm fast die Freude an seiner Arbeit verleidet hätte und die sicherlich hätte wegbleiben können, ohne der vornehmen Wahrhaftigkeit des Werkes auch nur im Geringsten zu schaden. Dieser kritischen Einleitung schliesst sich nun eine Beschreibung der vorkommenden Gesteine an, die vom Buntsandstein bis zur Kreide reicht und mehrfach bemerkenswerthe Ergebnisse zu Tage fördert. Die reichlichen, an organische Structur erinnernden Einschlüsse des Wettersteinkalkes werden mit Hilfe zahlreicher Dünnschliffe untersucht und von einem Theil derselben wird nahe gelegt, dass es sich nicht um Thier-, sondern um Pflanzenreste handle, die eine enge Verwandtschaft mit der Gattung *Udotea* der Chlorophyceen besitzen.

Jedenfalls sind die besprochenen Formen durchaus nicht selten und ich habe mehrmals ganz ähnliche wie die auf Seite 82 abgebildeten in den Schutthalden der Arzlerscharte nördlich von Innsbruck und in vielen anderen Schuttlagen der Karwendelkare ebenfalls in grossoolithischem Wettersteinkalke gefunden. Raibler Schichten, Hauptdolomit und Plattenkalk sind ziemlich normal ausgebildet, den Kössener Schichten dagegen, die in schwäbischer und karpatischer Facies vertreten sind, fehlt auffallenderweise sowohl die Brachiopoden- als auch die Cephalopoden-Facies.

Im Hangenden zeigen Bänke von Lithodendronkalk bereits den Beginn reicher Korallenentwicklung an, die im darüber liegenden weissen Riffkalke, der stratigraphisch und faciell dem oberen Dachsteinkalk entspricht, ihren Höhepunkt erreicht. Es ist ein grosses Verdienst, einmal auf Grund so reichen und umfassenden Materials den Nachweis zu erbringen, dass diese hellen, festen Kalke thatsächlich zumeist aus Korallen, dann aus Hydrozoen und Algenresten bestehen. Von Korallen betheiligen sich am stärksten *Thecosmilia*, *Thamnastraea*- und *Dimorphastraea*-, seltener *Stromatomorpha*-Formen, von den Hydrozoen *Ellipsactinia*-Typen, die Algen erinnern an die Gattungen *Corallina* und *Cheilosporum*.

Ausserst wichtig für die Entwirrung der vielfachen Störungen erweist sich der Nachweis, dass in dem unteren Theile des weissen Riffkalkes typische Versteinerungen der Kössener Schichten vorkommen, ja dass gelbe bis röthliche, graue Mergelkalke darinnen eingeschaltet sind, die eine den höheren Lagen der Kössener Schichten eigenthümliche Fauna umschliessen und kurzweg als oberrhätische Mergelkalke ausgeschieden werden. Nach oben zu stellt sich im weissen Riffkalke eine unterliasische Fauna ein, die vor Allem durch Brachiopoden charakterisiert wird und sehr an die der Hierlatzkalke erinnert. Auch äusserlich unterscheidet sich dieser oberste weisse Riffkalk durch Enthalt von Crinoidengliedern vom unteren, doch ist eine thatsächliche Durchführung der Trennung kaum zu gewinnen. Darüber folgen die

rothen Liaskalke, in denen sich drei Stufen, und zwar oberer Unterlias, Mittellias und Oberlias, nachweisen lassen.

Wichtig zu bemerken ist besonders mit Rücksicht auf die früher aufgetauchten Ideen von Transgressionen, dass zwischen weissem Riffkalke und rothem Liaskalke sowohl allmäliger Uebergang als scharfe Abgrenzung vorkommen, wobei häufig die Grenzfläche kleine wellenförmige Erhöhungen bildet oder der rothe Kalk selbst spaltenförmige Hohlräume im weissen ausfüllt und so anzeigt, dass er sich erst auf dessen schon verfestigten Bänken abgelagert hat.

Die höher folgenden röthlichen, grünlichen, gefleckten, kieseligen Mergelschiefer werden insgesamt als Radiolarienschiefer bezeichnet, nachdem die mikroskopische Besichtigung lehrte, dass sie durchaus von Radiolariengerüsten, und zwar sowohl von Spumellarien als auch von Nasselarien erfüllt sind. Wenn Wähler anführt, dass sich in ihnen keine Spuren von Cephalopoden und Aptychen gefunden haben, so kann ich dem entgegen fünf Funde von Belemniten und zwei von Aptychen bezeichnen, aus anstehendem Gesteine der Grenzzone über den rothen Liaskalken in den untersten Absätzen der Nordwand des Spieljochs.

Aus dem reichen Vorkommen von Radiolarien wird auf eine Entstehung dieser Ablagerungen in tiefem küstenfernen Meere geschlossen. Ueber ihnen lagert theilweise durch Wechsellagerung verbunden eine eigenartige Folge von Hornsteinbreccien, deren Untersuchung ganz merkwürdige Verhältnisse enthüllte. Es finden sich nämlich in dieser Breccie, wie ich selbst vielfach gesehen habe, nicht bloß Gesteine des Plattenkalkes, der Kössener und Liasschichten, sondern auch solche des erst darüber folgenden Hornsteinkalkes, was den Verfasser zu der Anschauung drängt, dass es sich hier um eine grossartige Anhäufung von Dislocationsbreccien handle.

Regelmässig geschichtete Hornsteinkalke, die Nerineen der höheren Stufen des Malms enthalten, breiten sich darüber aus, die in den höchsten Theilen mergelige Einlagen mit Aptychen besitzen. An drei Stellen im Gebirge sind noch Reste von Gosau-Ablagerungen vorhanden, die aber keinen wesentlichen Antheil an seinem Bestande erlangen.

In vieler Hinsicht interessant sind die Ausführungen über die Eigenschaften und die Entstehung von Dislocationsbreccien, die im Gegensatze zu den Breccien der Ablagerung durch tektonische Gewalten zertrümmerte oder zerriebene Gesteinsmassen darstellen. Wenn Wähler angibt, dass solche Breccien einen viel wesentlicheren Antheil an den Gebirgen nehmen, als gewöhnlich angenommen wird, so kann ich wenigstens für das Karwendelgebirge diese Ansicht bestätigen, indem solche Gesteine in weiter Verbreitung und nicht geringer Mächtigkeit dort auftreten und auch meistens tektonisch begründet erscheinen.

Ganz ausgezeichnete Stellen, dies zu beobachten, gewähren die Rumermur bei Innsbruck, das Vomperloch zwischen Huderbankklamm und Au, die Schluchten vom Sonnjoch, Gamsjoch und Falken, endlich die Bärenalpscharte und die Sulzelklamm in der nördlichen Karwendelkette. Nahezu jede grössere Störung ist von solchen

Bildungen begleitet, ja sie setzen zum Beispiel einzelne Lagen im unteren Muschelkalk an der Grenze gegen den Buntsandstein fast ausschliesslich zusammen. Ich meine damit jene Massen von Rauchwacken des unteren Muschelkalkes, die von Rothpletz seinerzeit als Myophorienschichten eigens ausgeschieden wurden.

An zahlreichen Stellen kann man in ihnen die verschiedensten, meist scharfkantigen Gesteinsbrocken beobachten, die meistens aus jüngeren Schichtgliedern entnommen sind und in einem feinen verkitteten Gereibsel gebettet liegen. Aber nicht blos diese Rauchwacken dürften grösstentheils tektonischen Ursprungs sein, sondern auch die, welche fast regelmässig den obersten Raibler Schichten an der Grenze gegen den Hauptdolomit eingeschaltet sind. Und wie reichlich finden sich zum Beispiel im Hauptdolomit, aber auch im Wettersteinkalke einzelne Lagen, die förmlich zu einem mehr oder weniger groben Steinmehl, zu einer Mörtelartigen Masse geworden sind.

Auffallend ist dabei, dass nicht selten solche Trümmerlagen zwischen scheinbar ganz feste Bänke desselben Gesteins eingefügt liegen. Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, als ob in jedem grossen bewegten Gesteinskörper einzelne ganz zermalnte Zonen gleichsam die leichter beweglichen Gelenke bildeten. Ohne Zweifel wurden diese Erscheinungen trotz ihrer Häufigkeit bislang zu wenig beobachtet und dargestellt, obwohl fast kein alpinisches Profil von ihnen leer sein dürfte. Eine kartographische Darstellung der hauptsächlichsten tektonischen Trümmerungszonen eines Gebirges wäre jedenfalls eine sehr interessante Aufgabe.

Im Sonndwendgebirge nun zeigen sich nicht nur in allen Schichtgruppen Spuren solcher Druck- oder Reibungsbreccien, sondern eine als eigene Schichtzone ausgeschiedene Masse von sogenannten Hornsteinbreccien ist vorhanden, für die Wähner eine tektonische Entstehung wahrscheinlich zu machen sucht. Diese zwischen den Radiolarienschiefern und den Hornsteinkalken eingelagerten Breccien führen nicht nur Stücke aus älteren, sondern auch solche aus jüngeren Schichten und enthalten von diesen Gesteinen oft ganz riesige Blöcke, ganze Schichtpakete. In der Unterlage zeigen sie an einigen Stellen eine Wechsellagerung mit den kieseligen Radiolarienschiefern. Als Hauptgrund gegen eine sedimentäre Entstehung, die eine Transgression anzeigen würde, führt Wähner ihre unmittelbare Einschaltung zwischen Ablagerungen von bedeutender Meerestiefe an, die sowohl vorher als nachher lange an dieser Stelle geherrscht haben soll.

Der Umstand allerdings, daß diese Hornsteinbreccien die Unterlage der ruhigen Juraschichten über den unteren wilden Ueberschiebungen und Auswalgungen bilden, zeugt für ihre tektonische Natur, wenn auch die Möglichkeit einer sedimentären Entstehung und nachherigen tektonischen Umarbeitung nicht ausgeschlossen erscheint.

Eine orographisch-geologische Uebersicht des äusserst complicirten Baues der Gruppe sowie Erörterungen über den Uebergang von liegenden Falten in Ueberschiebungen mit Wegschaffung des Mittelschenkels stellen die Einleitung zum tektonischen Theil der Arbeit vor, von dem der erste Band das Haiderjoch, den Rofan und das Sonndwendjoch behandelt. Hier lehren diese außerordentlich ein-

gehenden Untersuchungen eine ganz unglaublich innige Ueber- und Ineinanderschiebung der Schichten kennen, die kaum ihresgleichen hat und eine Schuppenstructur zeigt, die vielfach noch ihren Bildungsgang aus zerrissenen flachen Falten deutlich bekundet.

Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, zu erfahren, daß der Verfasser dieses Aufsatzes ohne Kenntnis der Wähler'schen Arbeiten in den zwei letzten Jahren im Auftrage der k. k. geologischen Reichsanstalt gerade in diesem Gebirge und seinen Nachbargebieten Neuaufnahmen vornahm, die allmählig zu einer weitgehenden Bestätigung dieser Arbeitsergebnisse geführt haben. Ich konnte im Jahre 1901 im Herbst etwa 14 Tage und im Spätherbst des Jahres 1902 noch einige weitere Tage hier zu Bergwanderungen verwenden und ich weis daher aus meiner eigenen Erfahrung, wie der anfänglich so sicher scheinende Eindruck ruhiger, flacher Lagerung immer mehr erschüttert und haltlos gemacht wurde.

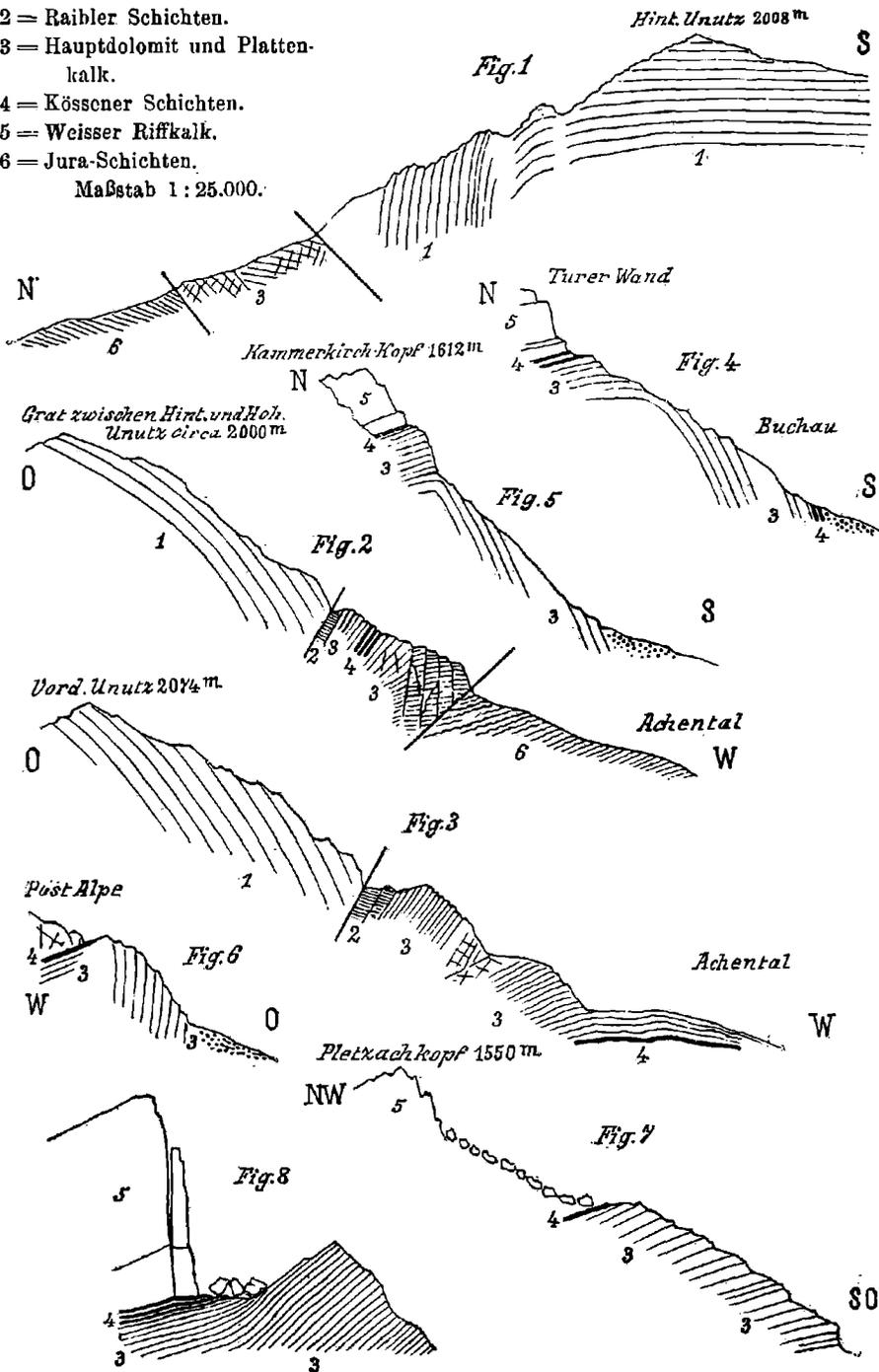
Heute muss ich gestehen, dass ich davon überzeugt bin, dass die merkwürdigen Lagerungen des weissen Riffkalkes, der rothen Liaskalke sowie der Radiolarienschiefer auf vielen schiebenden quetschenden Bewegungen beruhen, die in ganz seltsamer Ausbildung hier in Wirkung getreten sind. Schon bei diesen kurzen Arbeiten vermochte ich eine gewisse Gesetzmässigkeit im Auftreten der überschobenen Falten zu verfolgen, aber mir fehlten Zeit und Mittel, alle diese einzelnen zahlreichen Stellen zu untersuchen und getreulich abzubilden, was allein zu einer strengen Wiedergabe der Bauweise verhelfen kann.

Jetzt liegt in dem mit gewaltiger Mühe und Aufwand von vielen Jahren fleissiger Arbeit geschaffenen Werke das vor, an dem ich damals, offen gesagt, verzweifelte und muthlos meine Waffen sinken lassen musste. Daher mag es wohl kommen, dass mich beim Lesen dieser Ergebnisse öfters ein frohes, ein befreiendes Gefühl überkam, wenn ich die prächtigen Bilder, die stattlichen, genauen paläontologischen Nachweise für einzelne Bergstellen fand, an denen ich oft noch vor kurzer Zeit mit Hammer und Bergstock, Aufschlüsse suchend, gestanden habe. In einer kurzen, ganz vorn im Buche eingeschobenen Bemerkung bezieht sich Wähler auf einen Vortrag, in dem ich einige Bemerkungen über den Zusammenhang vom Karwendelgebirge und Sonnwendgebirge in grossen Zügen vorbrachte. Wenn er dabei vermuthet, ich wäre der Ansicht, dass der Unterbau dieses letzteren Gebirges, zu dem ich auch noch den Unutz-Guffertkamm rechne, vollständig von Störungen unberührt geblieben sei, so ist dem nicht so, denn mir waren damals zum Beispiel die Verhältnisse im Osten und Norden des Unutzkammes schon genau bekannt, aus welchen ich den Schluss gezogen habe, dass hier jüngere Schichtentheile mit riesiger Gewalt unter die grosse Wettersteinplatte hineingepresst wurden.

Wenn ich jetzt die Verhältnisse noch einmal erwäge, ist es mir allerdings auch wahrscheinlicher geworden, dass es sich nicht so sehr um eine Hineinpressung als vielmehr um eine von Südosten her vorschreitende Ueberschiebung handle. Am deutlichsten tritt das wohl am Ausgange des Steinberger Thales zwischen hinterem Unutz und

- 1 = Wettersteinkalk und Dolomit.
- 2 = Raibler Schichten.
- 3 = Hauptdolomit und Plattenkalk.
- 4 = Kössener Schichten.
- 5 = Weisser Riffkalk.
- 6 = Jura-Schichten.

Maßstab 1 : 25.000.



Guffert hervor, wo der ganz zertrümmerte Hauptdolomit im Thale wie eine Zunge in das Wettersteingebiet hineinragt und so ein etwa 1 *km* betragendes Uebergreifen des letzteren auf jüngere Schichten beweist.

In derselben Richtung stellen sich auch noch weiter im Norden überkippte Faltungen ein, besonders die mächtige Ampelsbacher Ueberkipfung, an welcher der Umstand auffällt, dass sie in der Tiefe stärker nach Norden überbogen ist als in der Höhe. Aehnliche Verhältnisse, wie wir sie hier am hinteren Unutz (Fig. 1) und am Guffert bemerken, finden sich längs der ganzen Nordgrenze dieser riesigen Wettersteintafel.

Aber auch im Westabfall der Unutze (Fig. 2, 3) bieten sich in den steilen, schwer begehbaren Schluchten prächtig aufgeschlossene Schichtlagerungen, die eine Ueberwältigung jüngerer Zonen durch die vordringende Wettersteinkalkplatte anzeigen. Ganz leicht erkennt man eine eingeklemmte Falte, über der der Wettersteinkalk thront. Gegen Süden zu, am Abhange der Köglalpe, glättet sich diese Faltung wieder aus und es bilden dort Raibler Schichten und Hauptdolomit das regelmässig Hangende über dem Wettersteinkalke, der hier und im Gebiete von Steinberg ganz hell, krystallin und dolomitisch wird. Gegen Norden zu verschwindet die enggedrückte Mulde nahezu ganz unter der Wettersteinkalkmasse des hinteren Unutz, wobei aber zugleich wieder die Hauptdolomitmulde selbst auf jurassische Kalke und Schiefer aufgeschoben erscheint.

Hier haben wir zwei ungefähr || aufeinander liegende Ueber-schubsflächen. Auch längs der Raibler Zone, die den nördlichen Wettersteinkalksockel von der südlichen Hauptdolomitplatte trennt, dürften Verschiebungen eingetreten sein, denn die im Westen des Kögljoches regelmässig eingebauten Raibler Schichten verschwinden im Ostverlaufe auf längere Strecken, wo dann unmittelbar und oft diskordant über dem weissen Wettersteindolomit der zerdrückte bräunliche, bituminöse Hauptdolomit zu liegen kommt.

Wenn Wähner hier die Mächtigkeit des letzteren auf 2000 *m* schätzt, so glaube ich, dass man höchstens auf eine solche von 1100—1200 *m* schliessen kann. Bemerkenswerth ist die Erscheinung, dass an vielen Stellen, wo über der Hauptdolomitplatte die hohen Gipfelfelsen zurückgewittert sind, der freiliegende, von dem gewaltigen Druck befreite Saum mit lebhaft stärkerer Neigung sich aufrichtet, etwa so, wie es in dem beigegebenen Schema (Fig. 8) versinnlicht ist.

Im Grossen aber bewahrt sich sowohl die Wettersteinkalk- als auch die Hauptdolomitplatte doch eine einfache flache Lagerung, die auch dadurch nicht verwischt wird, dass entlang der grossen, im Süden vom Karwendel über den Schichthals in's Innthal streichenden Störungszone allenthalben der äusserste Rand der Hauptdolomitplatte kräftig nach abwärts gestülpt ist.

Dieser Stülprand beginnt in der Gegend von Buchau am Achensee am Gehänge der Tureralpe und zieht sich bis zur Postalpe hinüber, wo er endet, da der weiter nordöstlich befindliche Pletzackkopf schon wieder bereits ganz der flacheren inneren Tafel aufsitzt. Die Figuren 4—7 geben in der Reihe von West gegen Ost einige charakteristische Stellen dieses Bugrandes wieder.

Auf dieser Unterlage und dem Zwischenmittel der Kössener Schichten ruhen nun die obersten Theile der Sonwendgruppe auf, die vorzüglich aus weissem Riffkalke, dann aus Liaskalk sowie verschiedenen Abtheilungen des mittleren und oberen Jura in äusserst verwickelter Weise erbaut sind.

Interessant ist die Art der Verwitterung der hohen, zumeist aus weissem Riffkalke bestehenden Aussenwände, die in mancher Beziehung der Arbeit der Meeresbrandung ähnelt, indem durch Wetter und Sickerwässer die Unterlage der Kössener Schichten herausgehöhlt oder doch ganz erweicht wird, so dass sich endlich die ihrer Stütze beraubte mächtige Felssäule von der Wand abspaltet und in riesige Trümmer zerbricht, die allmählig erst verkleinert werden (Fig. 8). Deshalb schreiten die aus dickbankigem Kalke aufgesetzten Wände von aussen nach innen in lothrechttem Abbruche fort, deswegen umgürtet auf breiten Sammelleisten Zonen von ungeheurem Trümmerwerke ihre Füsse, während auf der Oberfläche die Verwitterung nach den Linien der Architektur aus dem Angesichte der Felsen langsam alle weicheren Theile entfernt.

Die kahle Nacktheit der Hänge, die freie Helle des Hochgebirges aber enthüllen bei gutem Wetter die seltsamen Schnörkel der Schichten, die ihrerseits wieder durch lebhaftige Eigenfarben, durch Enthalt von Versteinerungen deutlich und klar in viele nicht besonders mächtige Glieder zerlegt sind. Darin aber scheint mir der hohe Werth dieser kleinen Gruppe für die Erforschung der Alpen zu liegen, dass hier die tektonischen Verhältnisse mit einer ganz seltenen Klarheit und Feinheit frei aufgerissen vor uns liegen, dass sie nicht wie gewöhnlich unübersehbare Räume erfüllen, sondern schmal und zierlich auf- und übereinander geordnet sind. Die Kleinheit der Gruppe schliesst ihre grössere Bedeutung für das ganze Alpengefüge aus, aber sie gewährt in der Durchschaubarkeit ihres Baues einen tiefen Einblick in die Gesetze der Alpenbewegung.

Merkwürdig ist vor Allem die Zunahme der tektonischen Entwicklung von West gegen Ost, von einfacheren Faltformen zu den sechsfachen Ueberschiebungen des Sonwendjochs. Wähler beginnt die tektonischen Untersuchungen mit dem Haiderjoch, dessen hoher Felskörper sich als eine vierfach überschobene Masse von weissem Riffkalke, rothen Liaskalken und Juragesteinen erweist. Am Rofan enthüllen sich zwei Riffkalkmassen, von denen die obere über die untere von OSO her geschoben ist. Der bekannte schöne Aufschluss in der Nordwand dieses Berges erklärt sich also nicht als Wechselagerung, sondern als eine überschobene Falte. Das Sonwendjoch ist auf's engste mit dem Rofan vereinigt, dessen obere Masse hier für den nördlichen Theil die Unterlage von drei weiteren darübergethürmten Schubkörpern bildet.

Noch reicher zergliedert und verschoben erscheint sein südlicher Theil, in dem sechs einzelne Schubmassen unterscheidbar sind. Dabei stehen die südlichen Massen mit den nördlichen nicht in derselben Beziehung, indem die ersteren einem selbständigen Faltgebiete angehören und gegen SW überschoben sind, während die letzteren gegen W und NW sich kehren. An vielen Stellen finden sich deutliche

Hinweise, dass diese Ueberschiebungen aus eingeknickten Falten hervorgegangen sind, wobei der Mitteltheil mehr oder weniger stark verzehrt wurde.

An diesen lebhaften Verknetungen und Einklemmungen betheiligen sich nur die weissen Rifkalken mit ihren oberrhätischen Mergelkalken, die rothen Liaskalke sowie die Radiolarienschiefer und kleine Theile der Hornsteinbreccie. Die jüngeren Schichtglieder setzen darüber eine ziemlich flache Decke zusammen, die durch Erosion in einzelne längliche Lappen zerschnitten ist. Wenn sie nun auch nicht aller Störungen bar sein dürften, so sind sie doch jedenfalls im Vergleiche zu ihrer unmittelbaren Unterlage von denselben weit mehr verschont geblieben.

Die Erscheinung dieser schuppenförmigen Uebereinanderpressung, wo die einzelnen Schuppen nur wenige Schichtglieder umfassen, findet in der Nähe im Karwendelgebirge eine Wiederholung, da am Stirnrande der grossen südlichen Ueberschiebungszone ein Wall steil gestellter Schollen von Muschelkalk und Wettersteinkalk sich aufrichtet, in dem dieselben dreifach übereinander geworfen sind. Am Gamsjoch und am Falkenkamm sind diese Verhältnisse klar und tief abgeschlossen.

Indessen sind dort die Bedingungen doch vielfach andere, gleichmässige, grosszügige Ausbildung beherrscht eine lange Strecke, es treten riesige Platten in's Spiel und es fehlen unserer Einsicht wenigstens jene davon unabhängigen Ober- und Unterlagen, die im Somwendgebirge so merkwürdig sind. Es wird vielleicht eine genauere Untersuchung sowohl in der Unterlage wie in der Decke noch weitere Unregelmässigkeiten und Störungen entziffern können, die beweisen, dass auch sie von Bewegungen getragen wurden, aber das eine ist schon jetzt sicher zu erkennen, dass sich die eigenthümlichen Gebilde der Mittelzone weder nach aufwärts noch nach abwärts fortsetzen lassen.

Sie besitzt einen ganz ausgesprochenen tektonischen Charakter in den eigenthümlichen flachen Ueberschiebungen und den unterdrückten Faltungen, die aus ihrer Form schon schliessen lassen, dass sie unter einer schweren, anders bewegten Decke zusammengeknelt wurden. In der Intensität, in der Niedrigkeit und dem raschen gezwungenen Wechsel erinnern diese Formen geradezu an die Schub- und Faltzeichnungen, die oft an der Basis von gleitenden diluvialen Schichten in einzelnen Lehmgängen sich zeigen. Hier haben wir drei Stockwerke übereinander liegen, jedes von anderer Architektur durchdrungen und von seinem Nachbar mit scharfem Schnitte geschieden. Solche Erscheinungen sind schwer mit der Ansicht zu vereinigen, dass die Alpen durch alles beherrschenden Druck zusammengedrückt sein sollen, sie weisen im Gegentheil auf eine weitgehende Individualität einzelner Zonen hin, für die ja auch die grosse Häufigkeit und Ausdehnung der Ueberschiebungen redet.

Unmittelbar scheint aus diesen Formen eine gleitende, einseitige Bewegung als Veranlassung und ein sehr hoher Grad von Bildfähigkeit zu solcher Ausführung hervorzugehen. Dass in diesem Falle vornehmlich die durch Aufnahme von Wasser ganz schlüpfrigen

Kössener Schichten das Rutsch- und Schmiermittel der Bahn abgegeben haben, ist sehr naheliegend, weniger klar aber ist der Grund der Abtrennung der oberen Decke, wo höchstens die Radiolarienschiefer eine, wenn auch lange nicht so nachgiebige Zwischenlage ausmachen. Hier dürfte die Reibung der verschiedenen laufenden Gesteinslagen eine weit gröbere und reissendere gewesen sein, was wiederum dafür spricht, dass die hier eingeschalteten Breccien doch Dislocationsbreccien sind. Für die Unterlage habe ich manche hierhergehörige Beobachtung gemacht, indem ich an zahlreichen Stellen die Sohle des weissen Rifkalkes über den Kössener Schichten von Rutschstreifen ganz gestriemt fand.

Einen ganz besonderen Schmuck des Wähler'schen Werkes stellen die Abbildungen dar, von denen alle gut, viele, wie die grossen Tafeln, aber ganz herrliche Bilder sind, deren Klarheit den Beschauer in die Pracht des Hochgebirges versetzt. Wer einmal dieses Gebirge gesehen hat, wird sich mit Hilfe dieses Buches einen sehr nachhaltigen und klaren Einblick in seine Geologie verschaffen können. Es ist nur zu wünschen, dass sich an den stattlichen ersten Band bald ein ebenso schön ausgestatteter zweiter schliesse.

#### H. Beck. Geologische Mittheilungen aus den Kleinen Karpathen.

Von dem Wunsche geleitet, sichere Anhaltspunkte für die Feststellung des geologischen Alters der Kalke von Hainburg und Theben zu finden, hatte ich im Frühjahr 1902 einige Excursionen in dem genannten Gebiete ausgeführt, jedoch ohne Erfolg. In der Hoffnung nun, aus dem Zusammenhange zwischen dem Gebiete des Donaudurchbruches und der Hauptmasse der Kleinen Karpathen zu einer Lösung der Frage zu kommen, benützte ich den Sommer dazu, eine Revision der alten Aufnahmen dieses Gebirges durchzuführen und den stratigraphischen und tektonischen Zusammenhang mit dem Thebener Kogel und den Hainburger Bergen herzustellen. Das Ergebnis dieser Arbeit gestattet nun nicht blos sichere Schlüsse auf das Alter der Kalke von Hainburg und Theben, sondern hat im Vereine mit den Resultaten, die Vetter's aus seinen Untersuchungen im nördlichen Theil der Kleinen Karpathen gewonnen hat, dazu geführt, in diesem Gebirge den Bautypus der Hohen Tatra wiederzufinden, eine hochtatische und eine subtatische Entwicklung der mesozoischen Schichtglieder zu unterscheiden<sup>1)</sup>, die in zwei, zum Theil durch eine Hauptüberschiebungslinie voneinander getrennten Zonen dem krystallinischen Kern an- und aufgelagert sind.

Ueber das durch die reiche Entwicklung mesozoischer Sedimente ausgezeichnete Gebiet subtatischer Entwicklung liegt bereits eine

<sup>1)</sup> Als subtatische Entwicklung bezeichnet Prof. Uhlig in seiner „Geologie des Tatragebirges“ (Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien 1897 und 1899) die lückenlose Ablagerung der Sedimente vom Perm bis in die untere Kreide; die hochtatische Entwicklung charakterisirt sich durch das Fehlen der bezeichnenden Triasglieder, an deren Stelle in der Hohen Tatra den Werfener Schiefen ähnliche Sedimente von sehr geringer Mächtigkeit treten.