

## Sind die Ergebnisse geologischer und petrologischer Forschung in den Ostalpen unvereinbar?

Von H. Leitmeier, Wien <sup>1)</sup>

„Wenn Gott in seiner Rechten alle Wahrheit und in seiner Linken den einzig immer regen Trieb nach Wahrheit, obschon mit dem Zusatz, mich immer und ewig zu irren, verschlossen hielte und spräche zu mir: Wähle! — ich fele ihm mit Demut in seine Linke und sagte: Vater, gib!, die reine Wahrheit ist ja doch für Dich allein!“

Gelten diese wundervollen Worte des großen Lessing für jeden Forscher, für den Alpengeologen und -petrologen scheinen sie eigens geschaffen zu sein. Es sind Worte des Trostes für die engen Grenzen, in denen sich diese Forschungen bewegen müssen, zugleich aber Worte des Glückes, dort forschen zu dürfen. Beredtesten Ausdruck für dieses Glück hat kürzlich Kober gefunden:

„Der Geologe soll sich glücklich schätzen, den sein Leben und sein Werdegang bestimmt hat, in den Tauern, in den Alpen zu arbeiten.“ Das sind die schönsten Worte in Kobers Neuauflage seines Buches: Bau und Entstehung der Alpen (Wien 1955, S. 291). Hier spricht nicht nur der Forscher Kober, sondern auch der Mensch, nicht nur der Lehrer zu seinen Schülern, sondern der Bergfreund zu seinen Gesinnungsgenossen. Für diese Worte schulden wir ihm Dank. Sie bleiben ewig wahr, denn sie gehen hinaus über die Wahrheitssuche des Forschers, der ja doch die lauterste Wahrheit, die er sucht, nie finden kann. An einer anderen Stelle dieses Werkes steht zu lesen (S. 195): „Wie wird die Alpensynthese um das Jahr 2000 aussehen?“ Auch diese Worte sind bleibend für immer, der Alpenforscher von 2000 wird sie nur in den Zahlen etwas zu verändern haben und statt 2000, 2050 zu setzen haben. Denn die Forschung geht weiter, das Ziel aber liegt in der Unendlichkeit.

Beide Sätze stehen in einem Werk, das jedem, der es liest, viel zu geben hat. Dies nicht nur wegen der großen Begeisterung, die fast aus jeder Seite spricht, nicht nur wegen der Kühnheit der Ideen, die es vermittelt, sondern wegen der großen Weite des Blickfeldes, das von der Erde weit hinaus in den Kosmos greift, den Menschen mit Himmel und Erde verbindet. Die Frage, ob es heute noch einen zweiten Alpengeologen gibt, der imstande wäre, eine so umfangreiche Synthese der Ostalpen im Verband mit den Westalpen zu geben, der den Optimismus aufbrächte, vom heutigen Stande der Geologie ausgehend, eine einheitliche zusammenfassende Linie zu finden, dabei aber auch den Mut hat, sich über so viele Widersprüche hinwegzusetzen ohne den Zusammenhang zu verlieren, zu versuchen, kaum Zusammenpassendes doch irgendwie zusammenzufügen, die Frage möchte ich verneinen. Dieses Buch aber hat nicht nur der Geologe, sondern vielleicht

<sup>1)</sup> Adresse: Mineralog.-petrogr. Institut d. Universität Wien.

in noch höherem Maße der Naturphilosoph Kober geschrieben, der Kosmo-Geo-Loge, der in den Deckensystemen eine alpine Dynamik von tellurer, kosmischer Weite sieht. Die Evolution der Orogene ist ihm ein kosmo-geologisches Teilphänomen. Auch diese Geo-Logik wird von unserer modernen Erkenntnis beherrscht, Oberflächentektonik ist nur aus der Tiefe zu erklären, ein schon seit längerer Zeit vorbereiteter Grundgedanke, der heute wohl alle Geologen der Welt vereint.

Ich will hier auf allgemeine Gedanken, die dem Bereich der Philosophie näher stehen als dem der Geologie, wenn sie auch gleichzeitig Geisteswissenschaft und Naturwissenschaft vereinen, Gedanken, die Kober auf breiter Basis entwickelt, nicht näher eingehen. Es gibt unter den Möglichkeiten, den Bau der Alpen und die Vorstellungen von ihrer Entstehung zusammenzufassen, wohl nur zwei voneinander grundverschiedene Wege. Der eine ist der der Synthese, aus möglichst vielen, womöglich allen bekannten Einzelheiten, eine zusammenfassende große Linie zu finden. Entweder für ein großes Teilbereich, wie eben für den Bau der Alpen, oder für die ganze Erde. Auf einem solchen Wege muß man viele Widersprüche finden, die gegeneinander abgewogen werden können, aber unbedingt berücksichtigt werden müssen, denn eine so erhaltene Linie wird wohl niemals imstande sein, alle Beobachtungen gleichmäßig zu werten, aber sie wird doch in hohem Grade fundiert sein, wenn sie von Spekulationen frei bleibt. Vor allem wird sie Unerklärbares unerklärt lassen müssen, oder sie kann auch Erklärungsversuche zusammenfassender Art geben, deren spekulativer Wert als solcher charakterisiert sein muß. So etwa ist Staub bei seiner großen Synthese vom Jahre 1932 vorgegangen, die Kober zwar in sein Literaturverzeichnis nicht aufgenommen hat, aber im Buche öfter erwähnt. Der andere Weg kann dazu führen, auf Grund einer geringeren, ausgewählten Anzahl von gesichert gehaltenen oder auch als gesichert erklärten Beobachtungsergebnissen, eine große umfassende Linie zu gestalten, wie es E. Kraus (29) und nun Kober getan haben. Von dieser Linie aus beurteilt man dann alle Beobachtungen, denen man habhaft werden kann, lehnt die widersprechenden ab, mit oder ohne Diskussion, oder man ignoriert sie entweder nach einem bestimmten Plan, oder auch planlos, oder aber man diskutiert sie und stellt genau so wie bei der ersten Art der Synthese einfach fest, daß sie mit dem zuerst geschauten Bild unvereinbar sind. Beide Arten der Darstellung können unser Wissen bereichern, der Weg vom Teil zum Ganzen, oder vom Ganzen zum Teil, beide haben ihre Berechtigung. Der zweite Weg kann der genialere sein, aber er ist der gefährlichere.

Kober ist den zweiten Weg gegangen, sein großes Bild, seine umfassende Zusammenschau ist genial durch und durch, das wird niemand leugnen können. Es steht eine erstaunliche Fülle von Gedanken in dem Buch, die zum großen Teil von ihm selbst erstmalig gedacht und entwickelt worden sind. Im vorgesteckten Rahmen des Buches mußte er sich mit einer Auswahl begnügen, die bis zu einem gewissen Ausmaße wohl subjektiv sein durfte und mußte. Aber jede Auswahl birgt in sich die Gefahr, allzusehr nur das zu bringen, was für passend erachtet wird, Passendes zu über-, Nichtpassendes zu unterwerten; auch das ist begreiflich, muß aber Widerspruch veranlassen. Wenn in diesen Zeilen einige solche Fälle hervorgehoben sind, so war dies gewiß nicht der Hauptzweck dieser Abhandlung. Mir war vielmehr darum zu tun, nach Brücken zu suchen, die von Kobers Darstellung zur Dar-

stellung anderer Forscher, die den anderen Weg gegangen sind, die Kober ablehnt, geschlagen werden könnten, auch wenn diese Brücken manchmal recht schwankend sein mögen.

Es muß jedem unvoreingenommenen Leser von Kobers Buch auffallen, daß er auch heute noch eine Trennung in Geologen („moderne Geologen“) und „moderne Petrologenschule“ annimmt, daß die Petrologen durch ihre mikroskopischen Untersuchungen nur ihren kleinen Umkreis kennen, aber nicht imstande sind, die Geologie des Großgebietes, Zusammenhängendes und Trennendes sehen zu können; daß die Petrologen kurz-sichtig sind, die Geologen aber in die Weite sehen können (S. 239). Dieser Unterschied, also die Fähigkeit auf der einen, die Unfähigkeit auf der anderen Seite, gilt als gesichert. Die modernen Geologen haben immer recht, sie kennen, die anderen verkennen. Das Umgekehrte kommt gar nicht vor. Nur selten geschieht es, daß sich die Petrologen von den Geologen belehren lassen, so daß sie doch auch etwas Geologie lernen (S. 278), aber richtig ist das, was sie dann sagen, noch immer nicht. Richtig sieht nur der moderne Geologe, das ist eine Grundwahrheit, die keinerlei Beweise bedarf. Auf das Sehen, nicht nur mit dem körperlichen Auge, sondern mit dem Verstande, dem Geiste kommt es an, und so entsteht der „Mente-Geologe“, die Idealinkarnation des modernen Geologen, der nach logischen Zusammenhängen sucht und den Geo-Logos und in kosmischer Ausdeutung den Kosmo-Geo-Logismus als oberstes Prinzip erkannt hat, denn nur so kann man die Natur sehen, wie sie in ihrer Wirklichkeit ist, nur so erschließt sich dem Kosmo-Geologen die Evolution der Erde als teleologisches Geschehen. Tief unter ihm, dem so denkenden und sehenden modernen Geologen steht der „Malleo-Geologe“, der Nur-Felsgeologe, der mit seinem Hammer mühevoll die Gesteine zerschlägt, sich ein Stück mitnimmt, mit dem Mikroskop in das Gestein hineinsieht, dabei aber oft geologisch Falsches findet, während der „Mente-Geologe“, der moderne Geologe in die Welt, in die großen Zusammenhänge sieht, mit dem Geiste — mit dem Hammer kann er das ja wirklich nicht — den Kosmos durchdringt und daher immer richtig sieht.

Es ist, wie bekannt, tatsächlich vorgekommen, daß Ergebnisse petrographischer Untersuchungen, die ja außer Hammer und Mikroskop, über die von Kober nicht mit einbezogenen chemischen Analysen und Sanders Gefügekunde verfügen, durch geologische Untersuchung ergänzt oder richtig gestellt werden konnten. Ebensooft aber geschah auch das Umgekehrte, gerade so wie geologische Ergebnisse z. B. durch das Auffinden früher unbekannter Fossilien richtiggestellt werden konnten. Die Zeit schreitet fort, nicht nur die Erosion, die Bedecktes freilegen kann, auch die Technik im ganzen Riesenumfang erschließt durch Steinbrüche und Einbaue der verschiedensten Art vorher Unbekanntes. Auf diese Gegenseitigkeiten hat Kober nicht Bedacht genommen. Möglich, daß er es als selbstverständlich vorausgesetzt hat. Es gab ja eine Zeit, in der Geologe, Mineraloge, Petrologe, jeder für sich arbeitete und es unterließ, den anderen zu berücksichtigen. Dann arbeiteten sie zwar jeder nach seiner Weise, sie gingen also getrennte Wege, aber bei der Ausarbeitung ihrer Ergebnisse arbeiteten sie zusammen. Das machte langatmige und meist unfruchtbare Auseinandersetzungen überflüssig, doch blieben noch immer Unstimmigkeiten. Aber alle Beteiligten waren froh, daß beide zueinander gefunden haben. Hat es

einen Sinn, sie jetzt wieder auseinanderzureißen? Denn heute sind wir doch so weit, zu wissen, daß Gesteinsbeschreibungen um ihrer selbst willen recht zwecklos sind. Dazu kam die Erkenntnis, daß die Probleme der Geologen und der Petrologen vielfach die gleichen sind, daß heute der Geologe, auch der „Mente-Geologe“ mit dem Petrologen, mit dem „Malleo-Geologen“ in einer Person vereint sein kann, also Geist und Hammer ja doch zusammengekommen sind. Davon überzeugt schon ein kurzer Blick in moderne geologische wie petrologische Arbeiten des In- und des Auslandes. Freilich kommt es vor, daß der Geist-Geologe und der Hammer-Petrologe auch in einer Person sich nicht einigen können. Dann liegt eben einer der vielen, leider nur allzuvielen Fälle heute noch unerklärbarer Probleme vor, die aufzulösen einer späteren Zeit vorbehalten sein mag.

Auf das ist in Kober's Buch nicht Bedacht genommen. Manche Gegensätze wurden entweder nicht erwähnt oder doch mitgeteilt, aber mit der unfehlbaren Fähigkeit, das richtige als moderner Geologe zu sehen, erledigt. Wäre auf die Ursachen solcher Gegensätze eingegangen worden, hätte sich mancher Gegensatz beseitigen oder doch abschwächen lassen. Den Vorwurf der Unfähigkeit, zu sehen wie es ist, hätte Kober sich und den Betroffenen ersparen können. Man könnte nun den gegenteiligen Standpunkt einnehmen, einem Geo-Logismus einen Petro-Logismus entgegenstellen. Das wäre aber ebenso unfruchtbar wie die Angriffe auf die Petrologenschule und ihre Kurzsichtigkeit. Wertvoller dürfte es sein, bestehende Gegensätze auf ihre Ursachen zu untersuchen, nach Wegen Ausschau zu halten, sie zu mildern.

Ein anderes sehr dankenswertes Unternehmen wäre es, zu versuchen, all das zusammenzustellen, was in den Ostalpen, oder wenigstens in einem charakteristischen Teil der Ostalpen, z. B. in den Hohen Tauern, heute noch unklar ist. Es könnte aber sein, daß die dafür aufgewendete Zeit, wie der dazu nötige Raum im Schrifttum sich nicht lohnte, deshalb sei dormalen davon Abstand genommen.

Etwas Grundsätzliches aber möchte ich noch vorwegnehmen. Auf S. 12 führt Kober an, daß die Ursachen der verschiedenen Gestaltungsbilder, welche alpine Geologen zeichnen, daher komme, daß die Grundlagenforschung der Geologie in den Anfängen stecke. Er sieht dann diese Grundlagenforschung in dem Grundproblem: „Gibt es eine gravitative Kontraktion der Erde oder gibt es keine?“ Wenn die Beantwortung dieser Frage — Kober bejaht sie ja bekanntlich und das ist sein gutes Recht — allein die wichtigste Grundlage der gesamten Geologie wäre, oder wie Kober annimmt die einzige, denn er gibt keine andere an, dann stünde ein sehr wesentlicher Teil der Geologie auf recht schwachen Füßen. Aber es gibt viel stärkere und gesichere Grundlagen. Zunächst die Paläontologie, die Stratigraphie, die allerdings in den Zentralalpen und im Kristallin nur eine beschränkte Anwendung finden kann, aber dort wo sie anwendbar ist, jedenfalls das Optimum an Sicherheit bietet, das erreichbar ist. Die zweite starke Stütze zur Lösung vieler geologischer Probleme aber bietet die Petrologie, auch die von Kober angegriffene moderne Petrologie, denn sie zeigt die Beschaffenheit der festen Erdkruste, die allein exakten Beobachtungen zugänglich ist. Die Petrologie bietet die Bausteine zu einer großen, umfassenden Linie, sie ermöglicht aber auch die Auflösung der im Geiste geschauten großen Zusammenhänge, auch sie verbindet die als Tatsachen wertbaren Einzelbeobachtungen. Sie bietet dem Geologen die Möglichkeit,

die von ihm geschauten oder erdachten Zusammenhänge zu überprüfen. Niemals wird die Geologie allein die Frage nach den Ursachen der Orogenese lösen können. Sie muß sich dazu mit der Petrologie und der Geophysik vereinen. Diese vor allem hat schon heute bei der Gestaltung unserer Vorstellungen von Tiefenvorgängen mitzuwirken und wird in der Lage sein, diesen Einfluß in der kommenden Zeit noch zu verstärken.

Man kann Kobers Kompromißlosigkeit gutheißen, man kann sie ablehnen und von Dogmatik sprechen. Hier soll gezeigt werden, daß Kompromisse zu suchen auch dann möglich sein dürfte, wenn die Gegensätze groß erscheinen. Die folgenden Auseinandersetzungen, die diesen Zweck verfolgen, beziehen sich nur auf die Ostalpen, im besonderen auf die Hohen Tauern.

### **I. Die Zentralgneise der Hohen Tauern und die Generationen alpiner Petrologen**

Hier steht die Frage im Vordergrund, ob die Unterschiede der Auffassungen der „modernen Geologie“, also der Kosmo-Geo-Logie im Sinne Kobers und die der „Petrologenschulen“ von Becke bis Exner, die allesamt nach Kober „die wahre Natur der Zentralgneise sosehr verkennen“ (S. 335) so groß sind und so unvereinbar sind, daß die moderne Geologenschule der Ansicht dieser Petrologenschulen über die Zentralgneise „völlig abweisend“ gegenüberstehen muß, die älteren letzten Endes nur als die Vollender der alten plutonischen Theorie von Buch angesehen werden können. Dabei spricht Kober von drei solchen Petrologen-Generationen, von deren Mitglieder der eine und der andere auch in zwei Generationen vorkommen. Zur ersten Generation gehören Becke, Weinschenk und Grubenmann, die zweite wird von Sander und Angel repräsentiert, die dritte Generation von Angel und Exner. Es muß aber ausdrücklich betont werden, daß dabei einige Namen nicht genannt sind, die zur zweiten und auch zum Teil zur dritten Generation gehören, die ebenfalls den Zentralgneis zumindest in ihren letzten Publikationen im Sinne Kobers verkennen: z. B. Cornelius, F. E. Suess, Clar und ich. Dabei sind nur die aufgenommen, die entweder eigene Meinungen vertreten haben oder richtunggebend in die Entwicklung der Ansichten über die Entstehung dieser Gesteine eingegriffen haben. Ihnen allen, die hier genannt sind, haben sich Mitarbeiter angeschlossen. Hier sind nur Forscher genannt, die sich mit den Hohen Tauern beschäftigt haben. Ihnen entsprechen in den Westalpen Reinhard, Wenk, Bearth, Günthert u. a. Nur in einem Überblick über die Entwicklung dieser „Schulen“, die eher eine vielfach unbeabsichtigte, nur durch den Stoff bedingte Zusammenarbeit war, wird sich die obige Frage beantworten lassen. Dadurch wird auch zugleich ein Einblick in die Entwicklung geboten und gezeigt, wie sich die Ansichten der meisten dieser Forscher mit dem Verlauf ihrer Forschung geändert haben und daß sich die Ansichten der einzelnen Angehörigen dieser „Schulen“, die in Wirklichkeit doch gar keine sind, durchaus nicht in allen Einzelheiten decken. Besonders möchte ich auf die Entwicklung der Stellungnahme zum Zentralgneisproblem von H. P. Cornelius hinweisen, den ich einmal öffentlich als den größten Ostalpengeologen unserer Zeit bezeichnet habe, was ich heute, fünf Jahre nach seinem allzufrühen Tode, noch ebenso vertrete wie damals.

Ich habe viele Jahre zuerst als Mineraloge in den Alpen gearbeitet, aber bald begriffen, daß dies nur in engster Verbindung mit Petrologie und Geologie einen Sinn haben könnte, wenn man das Problem der Bildung dieser Mineralien in den Vordergrund stellt. So habe ich die geologische und petrologische Forschung in den Hohen Tauern neben der mineralogischen in den letzten 25 Jahren verfolgt, Gedankenaustausch mit mehreren der von Kober genannten und anderen Alpengeologen unterhalten, die Entwicklung der „Petrologenschulen“ zuerst mehr als Zuschauer und Zuhörer bei den Referaten im Institute Beckes, dessen Schüler ich nicht gewesen bin, mitgemacht. Unvergessen bleibt mir die Erinnerung an die hochinteressanten Rededuelle zwischen Becke und Kober, mit ihren verschiedenen Temperamenten, in Diskussionen nach den Referaten alpiner Literatur. Blieben auch diese stets im Rahmen gegenseitiger Hochachtung gehaltenen Meinungsäußerungen zumeist ergebnislos, weil jeder bei seiner Ansicht verblieb, so konnte doch ein aufmerksamer und selbst mit den Alpen vertrauter Zuhörer, sehr viel dabei lernen, vor allem Sehen lernen, Verstehen lernen, worauf es ankommt. Damals schien uns Zuhörern, unter denen sich manche befanden, die später einen Lehrstuhl erhielten, ein Meinungsungleich unvereinbar. Auf der einen Seite Kobers starre alte Zentralgneise, durch die alpidische Orogenese mechanisch aus älteren Graniten zu Orthogneisen geworden, oder wenn sie schon Gneise waren, starr und unverändert geblieben, ohne nennenswerte Stoffverschiebung; dagegen Beckes Intrusionsplutonismus mit seinen Stoffveränderungen, ohne daß von Becke alpidische magmatische Bildung direkt zugegeben, in späterer Zeit aber unausgesprochen angenommen wurde. Dann kam mein jahrelanges Studium in den nördlichen Tälern des Venedigers und später auch in den südlichen, ausgehend von den Mineralisationen. Unter dem Eindruck des dort Gesehenen kam ich (31) fast zur gleichen Zeit mit Kölbl (28), Angel und Heritsch (2) zu der zum Teil modifizierten Ansicht Weinschens (54) vom jungen — wir meinten auch damals noch ganz allgemein „tertiärem“ — Alter der Bildung der Zentralgneise, die wir autochthon, zumindest aber nicht weit transportiert annahmen. Wir sahen die „Injektionszone“, wie Kölbl sie damals nannte, im Habachtal mit ihren weitreichenden aplitischen Durchhädungen vom Zentralgneis aus und ich sah die Mischgesteine im tiefsten Habachtal bis hinauf zum Tauernhauptkamm, die Weinschenk (54) schon als solche erkannt hatte und die auch Becke bekannt waren, wenn er auch nichts darüber geschrieben hat. Angel und sein Schüler Staber (3) beschrieben gleichzeitig die Durchhädungen und Migmatite im Hochalmgebiet, die sie später (4) genau kartiert haben und aus ihnen und migmatitischen Granitgesteinen den größten Teil des Gebietes ihres Kartenblattes aufgebaut fanden. Allmählich fand die Lehre vom Transformismus Eingang in unsere Vorstellungen (33) (13) und entwickelte sich in der Weise, wie sie Exner und Angel mit Staber später ausbauten, nachdem nun auch Exner (15, 16) im Gebiet der Hochalmspitze aber auch im Ankogelgebiet und im Raume von Bockstein an der Fertigstellung des Kartenblattes Hofgastein arbeitete. In verschiedenem Ausmaße, Angel im größeren, Exner in beschränkterem, nahmen sie nun auch Ichorese, also metasomatische Granitgesteinsbildung aus verschiedenerelei Paläosom an, wobei zunächst an aplitähnliche Lösungen gedacht wurde, die Exner als venitische Granitisationen ansah, da er annahm, die aplitischen Lösungen seien durch

Ausschmelzen aus älteren tieferen granitischen Gesteinen entstanden. Durch diese Mobilisation können auch aus sedimentogenem Paläosom Granit-Gneisgesteine entstanden sein. Ich hatte die große Variation der Zentralgneise schon früher (33, 34) darauf zurückgeführt, daß verschiedenartiges Paläosom granitisiert sein mußte, denn eine gleichartige bloß mechanische aber weit verbreitete Beeinflussung konnte diese starke Abwechslung des Gefüges voralpidischer Granitgesteine nicht hervorgebracht haben. Aber schon früher (1921) hatte Sander (46) bei seinen Untersuchungen am W-Ende der Hohen Tauern umfassende Granitisation als erster von uns allen angenommen. Er kam zur Ansicht, daß ein Teil der Tauerngranitgneise, den Periadriatika gleichzusetzen sein könnte, aber gegenüber diesen, ihrer anderen Lage nach mitten im alpinen Orogen, eine andere Ausprägung erhalten haben müßte, ein Gedanke den ich, Angel, Exner und vor allem Cornelius wieder aufgegriffen haben.

Cornelius hat in mehreren Arbeiten allgemeiner Zusammenfassung (9, 10, 11) zunächst Teile der Zentralgneise als alpidische Bildungen aufgefaßt; in der Granatspitze und im Venediger an junge granitische Aufschmelzungen gedacht, die er auch für die Stützung der Fensternatur des Tauernfensters verwendete.

Hier sollen im Sinne Kobers einige Worte über die Bezeichnung Gneis oder Granit für die Zentralgneise eingefügt werden. Genetisch gedacht sind ja diese Gesteine, ob man sie als varistisch, kaledonisch oder alpidisch auffassen will, Granite, ihrer äußeren Form nach Gneise. Wenn man an der Bezeichnung Gneis für mehr oder weniger verformte granitische bis tonalitische (quarzdioritische) Gesteine und solche, die im Gefüge von der normalen körnigen Beschaffenheit der typischen Granite abweichen, sei es aus welchen Ursachen immer, festhalten will, dann sind die Zentralgneise keine Granite, sondern echte Gneise, eine Bezeichnungsart, an der ich immer ebenso wie Kober festgehalten habe. Einerseits legen andere wieder mehr Gewicht auf die Genesis, andererseits verdanken manche, vielleicht sogar recht viele Gneise, ihr Parallelgefüge nicht einer mechanischen Metamorphose, sondern einer Art Fließens unter mehr oder weniger Druck, in der Art von Weinschenk's Piezzokristallisation, die dann Rinne (41) für die Bildung sehr vieler Gneise auch in anderen Gebieten angenommen hat. Daher meinen die Forscher, welche für die aus irgendwelchem Schmelzfluß oder durch Granitisation im weitesten Ausmaße dieses Begriffes gebildet angenommenen Granit-Tonalitgneise, die Bezeichnung Granit gebrauchen, ein und dasselbe. Es ist also bloß ein Unterschied im Wort, wenn man für die eine oder die andere Bezeichnung eintritt. Man versteht einander schon, auch wenn man verschiedene Namen gebraucht. Trotz mehrfacher, zum Teil wohl auch berechtigter Einwände, gegen die zusammenfassende Bezeichnung „Zentralgneise“, möchte ich an diesem Namen, zumindest noch vorläufig, festhalten. Dies vor allem deshalb, weil eine genetische Unterteilung heute noch nicht durchführbar ist. Daß der Sammelname „Zentralgneise“ granitische, syenitische, quarzdioritische, tonalitische und dioritische Gesteine umfaßt, hat seine systematisch-petrographische Berechtigung. In Petrologie-Arbeiten gebrauche ich den Sammelnamen Granodioritgneise.

Geht man nun näher in die Probleme der Zentralgneisbildung ein, wie sie sich in der letzten Zeit entwickelt haben, und tut dies im Bestreben, einen

möglichen Ausgleich, der schwer zu finden sein wird, in die Wege zu leiten, so muß man immer daran denken, daß manche Petrologen und Geologen daran festgehalten haben und noch daran festhalten, daß ein Teil dieser Zentralgneisgesteine alpidisch gebildet, ein anderer aber alt und alpidisch nur umgebildet sein kann, ohne daß man das Mengenverhältnis bis jetzt irgendwie angeben könnte. Sie haben dies auch in ihren Veröffentlichungen festgelegt, wenn sie sich auch manchmal dabei sehr vorsichtig ausdrückten (Sander, Cornelius, Clar, Exner, ich und wohl auch Becke). Andere haben sich nicht so deutlich ausgedrückt, daß man sie hier einordnen könnte. Wieder andere haben sich allmählich dazu entschlossen, alle Zentralgneise für alpidisch entstanden anzunehmen, auch wenn sie ursprünglich anderer Meinung waren [Cornelius (12) und F. E. Suess (52)]. Nur ein Teil dieser Forscher wie Angel, Clar, Exner und ich haben ichoretische Granitisation aus verschiedenartigem Paläosom angenommen und sind dafür eingetreten. Die Tiefenstellung der Vorgänge, die Mineralfazien, unter denen sich diese Prozesse abgespielt haben mögen, werden verschieden angenommen. Im besser untersuchten Teil der östlichen Tauern wird von Angel im Verein mit Staber (3, 4) und Exner (15, 16) überhaupt an keinen eigentlichen magmatischen-migmatischen Schmelzfluß gedacht, dem höhere Temperaturverhältnisse als der Epidotamphibolitfazies zugehört, nur Cornelius und ich nahmen im Venedigergbiet für tonalitische Zentralgranitgesteine höhere Temperaturen und Drucke der Mesozone an, aber beide nur mit Vorbehalt, wie ich aus vielen Besprechungen mit Cornelius weiß. Wir beide konnten unsere Gedanken — mehr war es nicht — nicht mehr überprüfen. Ich habe an anderer Stelle (36) berichtet, daß ich mit Vorbehalt Granit-Tonalitgneise des zentralen südlichen Venedigers für alpidische migmatische Bildungen halte, die zum Teil, wenigstens mesozonaler Ausbildung sein könnten. Es sei angefügt, daß Exner (16) eigentliche Magmen-Migmenbewegungen nur für sein Gebiet der östlichen Hohen Tauern ablehnte. Sollte sich eine tiefere Metamorphose tatsächlich annehmen lassen, wäre dies allerdings eine bedeutende Erschwerung, varistische Granit-Gneisgesteine von alpidischen zu unterscheiden.

Ich stehe aber nicht damit allein, eine Überbrückung der Gegensätze doch für möglich zu halten, zumindest aber nichts unversucht zu lassen. Sander dachte daran, auch wenn er die Meinung aussprach, daß die Trennung beider Bildungsarten vielleicht doch nicht möglich sein dürfte (46). Ich selbst habe mich schon einmal geäußert, daß man so etwas doch vielleicht einmal durchführen könnte (34, S. 279), und Exner fand die schönen Worte: „Kobers varistische Intrusionsgranite und Angels alpidische Migmagranite werden sich meines Erachtens vereinen lassen, wenn man durch weitere Studien eine genauere Gliederung der geologischen Vorgänge erreichen wird“ (16, S. 431). Auch er denkt dabei an die Unterstützung durch die Untersuchungsmethoden nach Sander. Wie ich heute die Lage sehe, halte ich einen solchen Ausgleich, ohne das uns vertraute geologisch-tektonisch-petrologische Bild der Hohen Tauern ganz und gar umzustoßen, nicht für unmöglich, wenn wir auch dermalen noch weit davon entfernt sind. Vielleicht stellt sich dann heraus, daß die Wege der „modernen Geologen“ und die der „heutigen Petrologenschule“ in Österreich, die in den Hohen Tauern arbeiten oder gearbeitet haben, doch nicht so weit auseinandergeführt haben. Es soll aber nur auf die wesentlichsten Schwierigkeiten

hingewiesen werden, und die Frage besprochen werden, ob und wie sie sich verringern lassen könnten.

Man wird es von Geologen und Petrologen begreiflich finden, daß sie die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte, die in anderen Gebieten gemacht worden sind, auch bei ihren Forschungen in den Ostalpen benützen, die Erfahrungen an anderen Orogenen, auch dann, wenn die aus ihnen gezogenen Schlüsse nicht immer voll befriedigt haben. Gerade die Erfahrungen in den Kaledoniden Finnlands und Grönlands haben für die Bildung granitischer Gesteine neue Wege gewiesen, an denen heute niemand mehr vorbeigehen kann. So hat immer wieder Wegmann, der beweglichste und vielseitigste Forscher in diesen Gebieten, ohne die Schwierigkeiten zu verkennen, betont, daß die Erfahrungen in diesen tiefsten Sockwerken der ältesten Orogene unseres Erdkörpers auch für das jüngste Orogen etwas aussagen können, wenn wir alle uns zur Verfügung stehenden Methoden in den Dienst der Forschung stellen. Es sind nicht nur die alten Forschungsmethoden verfeinert und ausgebaut worden, wie etwa die Feldspatmethoden durch die Unterschiede von Feldspaten, die bei Hoch- und Tieftemperatur gebildet worden sind (Köhler [26] u. a.), es sind auch neue Methoden geschaffen worden, wie die moderne Gefügekunde (Sander-Schmidt) (47) im Großgefüge und im Korngefüge. Die physikalisch-chemischen Vorstellungen sind zwar bei den Versuchen aus Silicatschmelzen und synthetischen Mehrstoffsystemen, Schlüsse auf die Bildung von Tiefengesteinen zu ziehen, überschätzt worden (Magma-Migma-Bassains unter Tiefenverhältnissen sind keine Analoga von Laboratoriumsschmelztiiegeln). Aber auf ihnen und der Gleichgewichtslehre bauend wurde die Fazieslehre von Eskola geschaffen, die, man mag gegen sie einwenden wollen was man will, doch zumindest eine Grundlage zu weiterer Forschung in dieser Richtung bieten kann. Haben diese Vorstellungen, die heute schon mit Billigung ihres Schöpfers erweitert worden sind, auch bedeutende Schwierigkeiten mit der Übertragung der Verhältnisse an basischen Gesteinen auf saure, sind z. B. in den Alpen von den beiden kritischen Mineralien der Grünschiefer-Phyllitfazies sehr häufig beide nicht da, so sind doch gerade die Gleichgewichtsbedingungen dieser Fazies im Verein mit den Vorstellungen der drei oder zwei Tiefenstufen, auch schon im alpinen Orogen verwendbar gewesen (Angel, Exner, Frasl). Freilich dürfen die neuen Methoden als solche und die Ergebnisse aus ihnen nicht überschätzt werden, kluge Auswahl in der Methodik, vor allem immer nur im Verein mit den optischen Untersuchungen und der Verwendung von Analysen ist unbedingt notwendig. Auch die Gefügeforschung, wie sie heute Sander und seine Schüler in Innsbruck (Ladurner, Korak, Karl u. a.) in Graz Metz und seine Mitarbeiter (Flügel u. a.), in Wien Schmidegg, Exner u. a. betreiben, haben in Verbindung mit anderen Methoden die Alpenforschung wesentlich gefördert. Das ist doch ein Fortschritt, den niemand, schaut er mit unvoreingenommenen Blicken in unsere Alpen, übersehen darf.

Dazu aber kommen noch Erkenntnisse, die von der Petrologie ausgegangen sind, die heute allein uns in den Stand gesetzt haben, den Bau der Hohen Tauern, besonders die Bildung und die Natur der Zentralgneise, mögen sie alpidische oder varistische „Granite“ sein, zu verstehen. Denn damit, daß sie die einen alpidisch, die anderen varistisch oder kaledonisch, andere wiederum teils varistisch teils alpidisch annehmen, ist noch nichts

über die Art ihrer Bildung selbst gesagt. Die Art ihrer Bildung ist aber vornehmlich ein geologisches Problem und müßte daher in jedem geologischen Werk über die Alpen ausführlich behandelt werden. Dies umso mehr, als es im Penninikum der Westalpen nicht viel anders sein kann. Ein neues, erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit für die gesamten Alpen verallgemeinertes Forschungsergebnis ist die Erkenntnis der Unmöglichkeit, daß die riesigen (Granit-) Gneismassen des Penninikums — ich will hier dermalen nur von diesen Gesteinen sprechen — keinesfalls durch komplexe gravitative Kristallisationsdifferentiation aus einer Urschmelze, mochte man sie basaltisch oder intermediär zusammengesetzt angenommen haben, entstanden sein können. Das ist heute Gemeingut aller Alpenforscher geworden, zum Teil recht stillschweigend angenommen worden und braucht nicht neuerlich unter Beweis gestellt zu werden. Ich selbst habe mich schon sehr frühzeitig dafür eingesetzt und auf all die verkrampten Versuche hingewiesen, Differentiationsschemen und Differentiationsräume und Aufstiegwege zu erfinden, mechanische Ausquetschungen abdifferenzierter Restschmelzen und Absinken ungeheurer, in der Menge niemals zugegebener Massen in unbekannte Tiefen als notwendige Folge der Differentiationen anzunehmen. Solchen Differentiationen wurde eine Unzahl sogenannter „Magmen“ zugeordnet, die aber in Wirklichkeit nichts anderes sind, als die vereinfachte Darstellung der Verrechnungen von Gesteinsanalysen. Aus der Variabilität dieser „Magmen“, deren jedes einen eigenen Namen hatte, konnte man aber nichts über die Schmelze aussagen, aus der ein größeres Gesteinsmassiv entstanden sein mochte. Man kann ja nur die Verhältnisse des Tagesschnittes beobachten, aber nicht einmal diese geschätzten Mengenverhältnisse wurden bei der Konstruktion dieser „Magmen“ berücksichtigt<sup>1)</sup>. An die Stelle der Differentiation aus einer mehr oder weniger basischen Schmelze als Hauptbildungsart traten die bekannten neueren Vorstellungen von der Bildung granitodioritischer Gesteine, die heute zum Um und Auf jeder Arbeit im alpinen Kristallin geworden sind. Diese Vorstellungen haben sich in den Ostalpen früher durchgesetzt (34, 15, 16, 11), während sie in den Westalpen vor allem in der großen Schule Reinhardts verwendet und ausgebaut wurden. In seiner Rektoratsrede (43) hat dieser große Forscher alles zusammengefaßt, was damals über die Bildung granitischer Gesteine zu sagen war. Trotz dieser Erkenntnisse im O und W hielt Niggli immer noch an seinem Dogma von der Kristallisationsdifferentiation fest und zwang seine Schüler auch so zu denken wie er. So kam es, daß hier ausgezeichnete Arbeiten aus den Alpen mit der der Niggli-Schule eigenen Präzision petrographischer und feldgeologischer Untersuchungen ausgeführt worden sind, zu denen dann der stets hinzugefügte Schlußsatz der Entstehung durch besagte Differentiation nicht recht passen wollte. Konnte auch Granitisation im weitesten Sinne des Wortes (Assimilation, Anatexis, Syntekt, Ichorese, Arteritisierung und Venitisierung usw.) nicht ganz in Abrede gestellt werden, so wurde sie doch auf ein Nebengeleise abgeschoben und als nebensächlich erklärt. Diese Auslassungen, wie sie hier stehen, sollen nur historisch genommen werden, als so häufige Versuche die Verallgemeinerung einer ungemein fruchtbringenden erkenntnisreichen An-

<sup>1)</sup> Diese „Magmen“ erweisen sich zur Bezeichnung und Darstellung der aus den Analysen errechneten Zusammensetzung eines Gesteines nützlich.

nahme (Annahmen bleiben alle unsere Vorstellungen von der Gesteinsbildung in der Tiefe) um jeden Preis verhindern zu wollen. Niemals dürften wir aber in das Gegenteil verfallen, unseren neueren Anschauungen von den Möglichkeiten der Granitbildung schon heute allen diesen Alpengesteinen zugrunde legen zu wollen. Differentiationen größten Ausmaßes sind an vielen Stellen unserer Erde wahrscheinlich gemacht. In kleinerem Ausmaße werden sie wohl auch an vielen Stellen in den Penniden anzunehmen sein, varistisch oder alpidisch. Aber relativ selten kann es sich dabei um Differentiationen aus basaltischer simatischer Schmelze gehandelt haben.

Man ist weiter gegangen. Nicht nur Auf-Ein-Ausschmelzungen sialischen Paläosoms von beiläufig granitischer Zusammensetzung, sondern auch sedimentogenes Paläosom ist angenommen worden. Lösungen, von denen wir nicht sagen können ob sie den Charakter von Silikatschmelzen oder bereits wäßrigen Lösungen (chemisch-physikalisch gesehen sind beide Lösungen) hatten, die wir Ichor nennen, können granitähnliche Gesteine ebenso wie granitferne Gesteine, auch Sedimentgesteine zu Graniten machen. Zufuhr und Wegfuhr war bei solchen metasomatischen Umwandlungen die Voraussetzung. Alle diese Vorstellungen und ihre Anwendungen sind im einzelnen heute naturgemäß noch im Aufbau und ich brauche nicht Namen zu nennen und Beispiele zu bringen. Nur immer wieder muß betont werden, daß der Einwand vom Ichor unbekannter Zusammensetzung ungerechtfertigt ist, wie ich zu wiederholten Malen betont habe. Mehrmals ist der Ichor im Penninikum von Ostalpenforschern und solchen in den Westalpen aplitischen Lösungen ähnlich oder gleich angenommen worden. Die Variabilität solcher ichoretischer Lösungen zeigt uns die Variabilität der heute aufgeschlossenen aplitischen Gänge von größerem bis zum kleinsten Ausmaße mit ihren durchaus wechselnden Mengen von K, Na, Si bzw. Alkalifeldspaten und Quarz. Da entfernen wir uns kaum weit von der Annahme Eskolas, unseres Vorbildes in Finn- und Grönland, von granitischem Ichor. Nochmals muß ich betonen, daß wir von den angenommenen Erzlösungen mit ihren verschiedenen Temperaturen keinesfalls mehr wissen. Niemand wirft heute den Lagerstättenforschern dieses Nichtwissen vor.

Trotzdem muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß ich selber in allen Anwendungen dieser Vorstellungen auf unser Alpenkristallin immer zur Vorsicht mahne. Wenn aber irgendwer vielleicht da zu weit gehen sollte, halte ich das für kein allzugroßes Unglück. Das wird schon auf vertretbares Maß zurückgeschoben, so ist es auch bei anderen Gelegenheiten im geologischen Großgebiet der Alpenforschung geschehen. Nicht alles was schon einmal Decken war, ist es heute bei allen geblieben, die Decken sind kürzer geworden, sie haben sich gewandelt, das weiß keiner besser, wie der hervorragende Deckentektoniker Kober. Wer deshalb die Deckenlehre in ihrer Gänze ablehnt, gießt ebenso das Kind mit dem Bade aus, als der, der heute die Granitisation ablehnt.

Weiters muß festgestellt werden, daß kein Forscher in den Tauern und in den gesamten Alpen, soweit ich sehe, in den Fehler der Extremisten in anderen Ländern verfallen ist, etwa für alle Granitgesteine dieses Gebietes nur ichoretische Entstehung anzunehmen, oder in allen Graniten umgewandelte Sedimentgesteine sehen zu wollen, oder alles als Reaktionen im festen Zustand aufzufassen. Mir ist aus den Ostalpen keine Arbeit strengster

Dogmatik auf dem Gebiete der Granitisation bekannt. Ich glaube, daß dies gewürdigt werden muß. Im Gegenteil, gerade die Mitglieder der neueren „Petrologenschulen“ haben vieles, was für diese neueren Ansichten spricht, gesehen, im Felde und im Mikroskop, dort wo eindeutig auslegbare Beobachtungen nicht zu machen waren, Analogieschlüsse gezogen, die nicht anders gewertet wurden als eben nur Annahmen, die an Stelle von Beobachtungen treten mußten, Analogieschlüsse, wie sie der „moderne Geologe“ oft und oft ziehen muß, um sein Gebäude auszubauen und zu vollenden — wenn er kann. Beide, Geologe und Petrologe, müssen bereit sein, ihre Vorstellungen zu revidieren, wenn andere Forscher ob sie nun moderne Geologen oder moderne Petrologen sind, durch neue Beobachtungen im gleichen oder nachweisbar nahe verwandten Gebiet zu besser fundierten Schlüssen kommen sollten. Solche zu einer Revision zwingende Beobachtungen sind oft durchaus zufallbedingt. Aber nur durch diese Revisionsbereitschaft ist Fortschritt möglich, auch dann, wenn sich daraus die Notwendigkeit ergibt, zu älteren Vorstellungen zurückzukehren. Daß bei solchen Wandlungen der Blick auf die großen Zusammenhänge niemals verlorengehen darf, ist klar, diese Forderung Kober's hat allgemeine Geltung. Eben darum aber ist jede Verallgemeinerung, die von der Auswertung von Einzelbeobachtungen ausgeht, ein Wagnis. Besonders vor lithologischer Parallelisierung kann nie genug gewarnt werden, ihr kommt nur selten Beweiskraft zu. Aber auch später nachgewiesene Fehlurteile können den Fortschritt fördern helfen, allzurasche Kombination ist meist besser als gar nicht kombinieren, vielleicht auch allzuviel Phantasie besser als gar keine, zu weit gehen besser als gar nicht gehen. Warum aber nur dem modernen Geologen das Recht weitgehender Kombination zubilligen, nicht aber dem Petrologen? Warum die Forscher, die den gesamten Zentralgneis als nur varistisch ausgebildet annehmen als „Geologen“, die Forscher aber, die ihn mehr oder weniger alpidisch stofflich verändert oder zum Teil alpidisch neugebildet annehmen, als „Mineralogen“ und „Petrologen“ bezeichnen? Wenn man als Geologen die bezeichnet, die Geologie studiert haben oder sie an einer Hochschule lehren, auch wenn sie sich in ihren Arbeitsgebieten mit Petrologen und auch Mineralogen manchmal vereinigen oder auch mit ihnen in manchem nicht übereinstimmen, oder gar selber Petrologie völlig beherrschen, dann sind gerade solche Forscher, die nicht, ob sie nun recht haben oder nicht, an das varistische Alter der gesamten Zentralgranitgesteine glauben, Geologen. Ebenso sind dann gerade die Forscher, die im Gegensatz zu Kober die meisten Vererzungen in der näheren oder weiteren Umgebung der Tauern mit magmatischen Prozessen alpidischen Alters im Bereiche der Zentralgneise oder ihnen ähnlicher Gesteine in Zusammenhang bringen, Sideritbildung und Magnesitbildung mit der alpidischen Metamorphose dieser Gesteine irgendwie zusammenhängen, in ihrem Berufe Geologen, während z. B. ich, der die ersteren Zusammenhänge einschränken will, die letzteren seit langem negiert, beruflich Mineraloge-Petrologe bin.

Jedenfalls ist der Unterschied in der Auffassung Kober's und der Auffassung eines Teiles dieser modernen Petrologen über die Bildung der durch ihre Vielfältigkeit charakterisierten sogenannten Zentralgneisgesteine, doch mehr ein quantitativer, wie ihn Sander (46) schon 1921 dargestellt hat. Kober gibt für die alpidische Orogenese neben mechanischer nur geringfügigere alpidische Ummineralisierung in den oberen Partien und

Aufschmelzungen in den tieferen (S. 276) zu, die die Periadriatika geliefert haben, der Zentralgneis selbst sei nur passiv gefaltet (S. 275). Wenn die „modernen Petrologen“ mit Sander an der Spitze größere, in ihrem Gesamtausmaße dermalen unbestimmbare Mengen von alpidischen Aufschmelzungen unter den Zentralgneisen annehmen, so drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ändert sich durch diese Annahme so viel am gesamten Charakter der Zentralgneise, am alpidischen Deckenbau der Hohen Tauern, am Tauernfenster, wenn nicht der gesamte varistische, starre Granit, bzw. Granitgneis chemisch und mineralisch unverändert blieb? Wenn er vielleicht im Sinne Ampferers (1) und Clars (6) durch sein Abgleiten in die Zone des Tiefenwulstes ganz oder zum Teil umgeschmolzen wurde und später wieder höher stieg, zu unbekanntem Anteil migmatisiert, umkristallisiert? Ich stelle nur diese Frage, ohne eine eindeutige Antwort zu geben. Ich behaupte es nicht, ich glaube nur, daß sich dabei doch nicht allzuviel an dem großtektonischen Bilde im Sinne Termiers, Staubs und Kober's ändert, daß die neuen Vorstellungen die Auffassung der Hohen Tauern im Sinne der Deckenlehre nicht zunichte machen, auch nicht Kober's großes Bild seiner kosmogeo-logisch ausgerichteten Anschauungen bedroht. Beide Anschauungen sind auch mit Stilles Theorie von den Orogenzyklen und den magmatischen Perioden dieser Zyklen vereinbar, es bestehen doch nur quantitative Unterschiede im Ausmaße des synorogenen Magmatismus. Das soll hier einmal klar ausgesprochen werden. Stilles Darstellungen sind ja auch nicht mehr als eine Theorie, freilich eine der weitblickendsten, großartigsten und vor allem für die Weiterentwicklungen unserer Anschauungen fruchtbarsten der gesamten Geologie, sie ist ausbaufähig und elastisch genug, um scheinbar sehr Verschiedenes zu vereinen. Es gibt auch in dieser Theorie starke und schwächere Stellen, wie z. B. den Hiatus vom sialischen zum sialischen Magmatismus. Es ist nicht immer ganz leicht, alle Beobachtungen und alle Gedanken in das Schema einzubauen. Man kann sich auch manchmal veranlaßt fühlen, von der Annahme dieser Gesetzmäßigkeiten etwas abzurücken, immer wieder kehrt man zu Stilles (50) Anschauungen zurück, als den klarsten und besten, die wir bis heute haben. Ich weiß aus Diskussionen mit Fachkollegen, daß dies nicht meine Überzeugung allein ist. Kober stimmt ja sogar bei der Erklärung der Orogenbildung mit Stille in der Annahme der Kontraktion überein.

Für Kober ist nach Beendigung des varistischen Zyklus mit dem Perm, die alpine Geosynklinale als erste Phase der Orogenese von der Trias bis zur unteren Kreide die Vorbereitung für den Akt der Orogenese selbst. Auch im Ausmaße der initialen vulkanisch-plutonischen Einschübe und Extrusionen herrscht zwischen dieser Auffassung und der von Stille, wie sie etwa Cornelius (11) 1949 für die Alpen dargelegt hat, fast völlige Übereinstimmung. Für Kober ist im Raume der Alpen als neues Geschehen der alpidische die Fortsetzung des varistischen Zyklus, ein allgemeiner kosmogeo-logischer Prozeß, kein Ereignis aus lokalen Gründen, sondern teleologisch orientiert. Die Senkung, für die verschiedene Erklärungen möglich sind, ist nach Kober (S. 305) das primär kosmogeo-logische Geschehen, ein neuer Bauplan auf alten Grundlagen. Dieses Prinzip sieht weniger das Lokale, wie die Ansicht, daß die Senkung die Folge der Sedimentation sei. Aber in der Tatsache, in den sichtbaren Erscheinungen, besteht kein trennender Unterschied von der Auffassung Stilles.

Ebenso kann man wohl sagen, daß die Unterschiede in der Auffassung des synorogenen sialischen Magmatismus auch nicht ganz unüberbrückbar sind. Grundlage für Kobers Auffassung ist es (S. 164), daß es nur ein Magma, das simatische, gibt, das basaltische, das „schwarze Magma“. Das ist völlig in Übereinstimmung mit der modernen Petrologenschule<sup>1)</sup> aber auch mit den Geologen wie Stille, Wegmann, H. Cloos, Rittmann u. a. Kobers „weißes Magma“, das granitische, gibt es nur im Orogen. Das ist das gleiche, wenn wir mit Stille sagen, daß zur Orogenzeit, im Stadium der werdenden Antiklinale, aber auch nach Ansicht von Ampferer und seinem Anhang, Sial mobilisiert wird, das dann aus dem sich immer mehr bildenden Tiefenwulst, dessen Existenz und große Bedeutung auch Kober annimmt (er ist ja auch nur eine Annahme), periodisch in den Deckenbau aufsteigt. Ohne Berücksichtigung der Vorstellungen von Ampferer ist aber der plötzliche Hiatus vom simischen zum synorogenen sialischen Magmatismus schwer zu erklären. Kober leitet sein „weißes Magma“ aus dem Erdkern, aus dem Zerfall schwerer Atome ab. Das ist aber nur ein Unterschied in der Entstehung der Schmelze, der hier nicht weiter berührt sein soll. Granitische Aufschmelzungen (Sialaufschmelzung) nimmt auch Kober an und bezeichnet diesen Vorgang als Granitisation, die Schmelze selbst nicht als Magma, sondern Migma. Dieser synorogene Migmatismus setzt in der Zeit der Oberkreide ein, kommt im Alttertiär zum Durchbruch und bildet nach Beendigung der unteroligozänen Gebirgsbildung die Periadriatika. Diesem Magma-Migmatismus entsprechen in den Dinariden, wie ich annehmen möchte, zumindest ein Teil der Andesite, in deren Verbindung, wie W. E. Petrascheck in ausführlicher Darstellung aus langjährigen Beobachtungen dargetan hat, wichtige Lagerstätten liegen. Diese Zeitstellung in den Alpen nehmen ebenso wie Kober, so viel ich weiß, alle „modernen Petrologen“ an, und Cornelius hat 1949 (11) dies in ausführlicher Begründung dargetan. Wenn man alle Periadriatika im Sinne Salomons (45), des Begründers des periadriatischen Alpenbogens, zeitgleich annimmt, kommt man nicht zu jungtertiärem, sondern zu alttertiärem Alter, nach Cornelius, der Magma-Migmatismus nicht in die Hochorogenphasen, sondern eher in deren unmittelbare Gefolgschaft verlegte, in den Bereich nach der laramischen Phase. Während Cornelius (mit Stille) die Hauptbauzeit des Penninikums in den Ostalpen in diese laramische Phase verlegt, sagt Kober (S. 276), daß der Geologe weiß, daß der Deckenbau der Alpen, also auch das Tauernfenster, vorgosauisch ist und daß es seit dieser Zeit ruhig in der Tiefe liegt. Trotzdem nimmt er (S. 335) alttertiäres Alter für die Periadriatika an, obwohl er die migmatische alpidische Granitisation (S. 322) als Beginn der Orogenese erklärt. S. 334 steht der Satz: „Dieser orogene Migmatismus ist die alpine Granitisation in der Zeit der Oberkreide, des Alttertiäres.“ Das kann so zu verstehen sein, daß damit die Zeit der laramischen Phase, die man ja in der Zeit beiläufig zwischen Kreide und Alttertiär annimmt, gemeint sein kann. Oder es kann so zu verstehen sein, daß die migmatische Granitisation als der Beginn der Orogenese sofort im Anfang der vorgosauischen Phase einsetzt — das wäre ja auch noch unterste Oberkreide — worauf nun das Tauernfenster entsteht. Die Granitisation würde diese Hauptphase der Deckenbewegungen,

<sup>1)</sup> Vgl. Leitmeier, Einführung in die Gesteinskunde, Wien 1950, S. 25.

wie sie Kober annimmt, überdauern und dann, wie all die anderen Alpengeologen auch annehmen, erst nach der laramischen Phase die Periadriatika durch höheres Empordringen bilden, so daß die Schmelze in der Tiefe während der Zwischenzeit mobil bleibt. Letztere Auslegung würde fast völlige Übereinstimmung mit der Auffassung von Cornelius bedeuten. Nördlich der Tonaaleinie drang nach Kober im ganzen Alpenraum an einer einzigen Stelle, im Bergell, diese Schmelze in einer Mächtigkeit von 25 km in den Bereich unseres heutigen Tagesschnittes und bildete den Bergeller Granit. Hier ist auch ausdrücklich von einer Granitisationszone, also Granitisation größeren Ausmaßes, gesprochen.

Wenn nun Sander, Exner, ich, wahrscheinlich auch Clar und früher auch Cornelius und wohl noch andere in den Tauern ein umfassenderes Aufsteigen solcher migmatischen Granitisation annehmen, und bestrebt sind, durch petrographische Methoden — anders geht es ja nicht — während der alpidischen Orogenese starr gebliebene, nur mechanisch metamorphosierte, oder gar nicht veränderte, oder nur irgendwie aufgewärmte, regenerierte granitische Gesteine älterer Bildung, von alpidisch geformten zu unterscheiden, wenn wir dabei infolge der großen Schwierigkeiten nur langsam vorwärts kommen, sind wir dann etwas anderes als moderne Geologen? Diese Schwierigkeiten sind unendlich groß, denn es sind der Möglichkeiten sehr viele: gänzlich unveränderte Granitgneise; schon in früherem Orogenzyklus metamorphosierte, nur alpidischen Orogenese gegenüber passive Gesteine; durch die alpidische Orogenese erstmalig nur mechanisch oder doch im Mineralbestand und im Chemismus nur wenig veränderte, aufgewärmte, nur regenerierte Granitgesteine; stärker veränderte, mechanisch und chemisch veränderte Gesteine; solche, deren Mineralbestand völlig verändert wurde, während der Chemismus gar nicht wenig oder sehr stark verändert worden sein kann; zum Teil oder gänzlich umgeschmolzene, vorgebildete Gesteine verschiedener Entstehung, darunter auch sedimentogene Gesteine und wohl auch granitische Gesteine, die dadurch wieder ähnlichen Mineralbestand erhalten haben können; aber auch solches Paläosom, von dem zur Bildung des Neosoms nur wenig Anteile verwendet wurden, die aber ihrerseits die Zusammensetzung der Schmelze, dann wenn diese Schmelze die Bestandteile ausschmelzen konnte, in größerem oder geringerem Ausmaße verändert haben können; dann noch Umbildung vorgebildeter Gesteine durch die Ichorese aplitähnlicher Lösungen, auch hier kann das Paläosom die verschiedenste Zusammensetzung gehabt haben. Man wird alle diese Möglichkeiten zugeben müssen. Ein Teil der Gesteine kann mehrere Veränderungen mechanischer Art oder im Stoff- bzw. Mineralbestand mitgemacht haben. Kober selbst spricht ja (S. 317) von polytektonischen Gesteinen. Überblickt man alle diese Möglichkeiten, dann kann man Sanders Zweifel, ob jemals eine Trennung alter von stärker veränderten Tauerngraniten möglich sein wird, sehr gut begreifen. Ebenso wird man aber verstehen, daß hier nur petrologische Methoden helfen können, oder erst zu ersinnende, um das Bildungsalter der Gesteine auf physikalischem Wege zu ermitteln. Sollen die Männer, die sich bemühen, all die aufgezeigten Schwierigkeiten zu überwinden, die dabei niemals den Blick auf die Bildung des Gesamtrogens verloren haben, deshalb keine modernen Geologen sein, weil sie mehr den Einzelheiten, den großen Schwierigkeiten und den vielen Möglichkeiten ihr Augenmerk zuwenden? Sie aber

haben ihrerseits niemals denen, die diese Schwierigkeiten leichter nehmen, die den Wert von Einzelbeobachtungen nicht so hoch stellen, daß er die im Geiste geschauten Zusammenhänge beeinflussen könnte, den Vorwurf gemacht, auf falschem Wege zu sein. Ihnen ist ja auch das Glück zuteil geworden, in den Tauern zu arbeiten. Aber haben beide nicht auch das gleiche Ziel? Sind die Unterschiede in der Auffassung denn doch nicht viel mehr als quantitativ? Ist denn die Vorstellung, daß nicht nur die Periadriatika aus der Tiefe der Migmatitzone — wir können ja auch Tiefenwulst sagen — stammen, sondern auch die aplitischen ichoretischen Lösungen, die dann granitische Gesteine im unbestimmten Ausmaße geschaffen hätten und die Annahme größerer Mengen von Schmelzen, die das Niveau unseres heutigen Tagesschnittes erreicht haben, völlig unvereinbar mit einem Bilde, das im großen Ablauf einer Orogenese einen zyklisch sich wiederholenden Vorgang, ein kosmo-geo-logisches, teleologisch vorbestimmtes Geschehen in der Gesamtevolution der Erde und des Kosmos sieht? Ich kann diese Frage nicht bejahen.

Freilich Kobers grundsätzliche Ablehnung, daß Zentralgneis und Metamorphose primär gebunden sind (S. 335), kann verschieden aufgefaßt werden. Damit könnte gemeint sein, daß die Metamorphose, die varistische oder noch ältere Granit-Gneisgesteine der Hohen Tauern durch die Wirkung der alpidischen Orogenese erlitten haben, nichts mit einer alpidischen Entstehung solcher Gesteine zu tun haben könne, was ja auch aus Kobers Ablehnung migmatischer Umbildung oder Neubildung granitischer Zentralgneis-Gesteine hervorgeht. Es könnte aber auch heißen, daß Kober nur grundsätzliche Bindung beider Vorgänge aneinander ablehnt, daß sie keineswegs zwangsläufig aneinander gebunden sind. Und das ist ja zweifellos richtig, solange man annimmt, daß es auch alte, nur tektonisch-mechanisch mehr oder weniger veränderte Zentralgneise gibt, denen diese Bindung fehlt. Diese Bindung besteht auch dann nicht zwangsläufig, wenn die modernen Petrologen unter die Zentralgneise, die sie nicht, weder stofflich noch zeitlich, als einheitlich gebildete Gesteine annehmen, größere, aber ihrer Menge nach unbekannte, alpidisch-migmatisch bzw. ichoretisch gebildete Gneise rechnen. Für diese Gesteine ist dann allerdings primäre Bindung an die orogen bedingte Metamorphose etwa der vorgosauischen oder der laramischen Phase anzunehmen, wie ich selbst zuerst hervorgehoben habe (34, 13).

Kober lehnt es auch ab, daß die Erzlagerstätten in den Tauern, und damit wohl auch im Umkreis der Hohen Tauern im Sinne von W. Petrascheck, Friedrich u. a. (40) in irgendeinem Zusammenhang mit dem Zentralgneis stünden. Einen solchen Zusammenhang mit einem varistischen Zentralgneis hat ja auch Schneiderhöhn (48) angenommen, da er diese Lagerstätten nur durch alpidische Regeneration und ähnliche Veränderungen aus varistischen Lagerstätten im Gefolge der Zentralgneise gebildet annahm. Clar (7), W. E. Petrascheck (41) und ich (35) sind ihm entgegengetreten und haben gezeigt, daß solche Vererzungen mit der Umbildung, der alpidischen Metamorphose der Zentralgneise, aber auch mit der Ichorese und der gesamten Granitisation und der Migmatitbildung in Zusammenhang gebracht werden können, daß Granitisation, Vererzung und Klufftmineralbildung Geschehen sind, die als Abfolge eines Vorganges angesehen werden können. Im Ausmaße dieser Abhängigkeit von Zentralgneis sind allerdings

die Ansichten etwas verschieden. Wenn nun Kober mit Recht den Zusammenhang der Vererzungen mit seinem varistischen Zentralgneis ablehnt, so nimmt er doch an, daß bei der alpidischen Orogenese und der durch sie bedingten Metamorphose „auch Temperatur und Spuren von Stoffen“ aus der Tiefe dazu kommen (S. 276). „Das sind die Lagerstätten der Tauern. Sie stammen aber nicht vom Zentralgneis ab. Sie sind ein eigener geologischer Akt.“ Sie, darunter die Goldlagerstätten der Tauern, stammen nach Kober vom Magma-Migma der Tiefe ab, demselben Migma („weißem Magma“), demselben Magmatrog, der die Periadriatika geliefert hat. Der Zusammenhang mit der alpidischen Orogenese wird also zugegeben, denn die Erze kommen aus der Tiefe. Wir stellen sie aber in die späteste Orogenzeit, denn die Goldlagerstätten gehören zu den letzten Bildungen im Bereich des Zentralgneises. Magma-Migma-Aufstieg ist jedoch nach Kober ein Prozeß der Hochorogenese des synrogenen Plutonismus. In dieser Auffassung liegt also eine Unstimmigkeit. Kobers anderer Standpunkt geht auch aus dem Vorwurf hervor, den er den Zentralgneispetrologen (S. 277) macht,<sup>1)</sup> daß sie „immer noch nicht die Petrographie oder die Petrologie der alpinen Zentralgneise und die der alpinen Periadriatika geologisch auseinanderhalten“. Denn „diese jungalpinen periadriatischen Magma- und Migmatite liefern junge alpidische Lagerstätten bestimmter Art“. Warum aber sollen diese dann ein eigener geologischer Akt sein? Die räumliche Verteilung der Lagerstätten im Gebiete der Hohen Tauern spricht kaum für eine besondere Bindung an die Periadriatika. Denn in der Umgegend der größten periadriatischen Massen, also im Gebiete des Adamello und der Presanella haben wir fast eine Leerstelle an Lagerstätten, sehr wenig an Lagerstätten im Gebiete des Brixener Tonalit-Granites (ob Pfunders mit ihm in Beziehung steht ist fraglich, ob Panzendorf-Tresberg-Sillian mit dem Rieserferner-Tonalit in irgendwelchem Zusammenhang steht, ist zumindest ebenso fraglich), eine etwas größere Menge kleiner Vererzungen liegen am Ende der Tonalitporphyritgänge im O der Rieserferner. Eine große Anzahl solcher Vererzungen liegt aber im nächsten und im entfernteren Gebiete z. B. des Hochalm-Ankogel-Sonnblick-Massivs. Ein Blick auf die Karte Friedrichs (19) genügt zu dieser Feststellung. Die Lagerstätten im Tauernbereich, mit ihnen die Goldlagerstätten, haben mit der Entstehung der Periadriatika kaum etwas zu tun. Alle diese angeführten Verhältnisse sprechen viel eher für die Auffassung einer postorogenen, zumindest posthochorogenen Bildung der Lagerstätten. Aber auch hier ist der Ausweg, bzw. eine Annäherung so zu finden, daß die spät- oder schon nachlaramischen Periadriatika (Cornelius u. a.) und Kobers Annahme oligozäner (S. 335), also etwas späterer Bildung der Periadriatika doch nicht so genau zeitlich gemeint sein müssen. Der Gegensatz besteht zwar, allzugroß ist er aber nicht. Man wird sich vorläufig mit der Übereinstimmung des Zusammenhanges beider Bildungen der Periadriatika und der Vererzungen mit der Mobilisierung des „weißen Magmas“ begnügen müssen. Vielleicht wäre Kober auch bereit, keine unbedingte Bindung der Vererzungen mit den Periadriatika zu fordern. Der Weg der „Mineralogen-Petrologen-Prak-

<sup>1)</sup> Dieser Vorwurf hat, wie ich glaube, recht wenig Berechtigung. Die petrographischen Bearbeiter dieser Gebiete, vor allem Salomon (45), W. Petrascheck (39), Pichler (42), Becke (5) u. a. kannten ebenso wie Sander (46) und Cornelius (11) diese Unterschiede sehr gut, sie haben sie ja zum Teil erst geschaffen.

tiker“ ist aber doch kein so verschiedener von dem der „modernen Geologen“.

Ich muß auch hier feststellen, daß ich keineswegs alle Lagerstätten, die man heute irgendwie mit den Gneisen der Hohen Tauern und deren sehr fraglichen Analoga weiter im O bis zum Semmering zusammenhängt, mit Vorgängen in den Hohen Tauern verbinde. Ich bin sogar der Ansicht, daß manche, besonders die ferner gelegenen, daraufhin neu untersucht werden sollten, ob sie nicht sedimentären Ursprungs sind.

Von größerer Bedeutung sind aber Unterschiede in der Auffassung der Gebirgsbildung selbst. Dies vor allem schon deshalb, weil heute das Bestreben besteht, Gebirgstektonik nicht nur aus den beobachtbaren Vorgängen in der dünnen Kruste allein zu erklären, sondern aus der Tiefe heraus, also Tiefentektonik zu betreiben. Von den vielen Theorien der Gebirgsbildung, die vor kurzem Cornelius (12, S. 278) in vielaussagender Kürze und objektiv-kritisch zusammengefaßt hat, kamen und kommen für unsere Alpen einige besonders in Betracht. Eine der ältesten, durch Kober dormalen wieder sehr aktuell gewordenen, ist bekanntlich die Kontraktionslehre, besonders im Hinblick auf die Annahme zeitgleicher Orogenzyklen auf der ganzen Erde. Sie muß, ebenso wie die anderen Theorien, abgesehen von vielen Einwänden, die gemacht worden sind, schon dadurch rein hypothetisch bleiben, weil wir ja gar nicht wissen, ob sich die Erde wirklich abkühlt, wenn wir an die radioaktiven Prozesse denken. Der Annahme des Auftretens von Falten und Decken an der Stirn sich verschiebender Kontinentalschollen, bieten gerade die Verhältnisse in den Alpen große Schwierigkeiten, obwohl sie heute anscheinend am meisten Anhänger hat, die vielleicht deshalb so zahlreich sind, da ohne die Annahme seitlicher Verschiebung von Sialmassen keine Theorie auskommt. Neuerdings steht unter den österreichischen Alpengeologen besonders die Unterströmungstheorie (Verschluckungstheorie) für das alpine Orogen im Vordergrund. Bewegungen des tieferen, nicht erstarrten Untergrundes verursachten Faltungen- und Deckenbewegungen in der Kruste und eine Art von Einsaugung und Abgleiten größerer Massen der Tiefe zu, auf heute noch nirgends so weit aufgeschlossenen Bahnen, daß man sie einwandfrei feststellen könnte. Unterströmungen lehnt auch Kober nicht ab (S. 23), sie sind für ihn aber nicht primär. Primär ist für ihn nur Gravitation und Kontraktion der Erde. Unterströmung liegt ja auch der Synthese von E. Kraus (29) zugrunde, auf die hier nicht näher eingegangen ist.

Es sei noch die Hypothese der Aufschmelzung von unten durch radioaktive Wärmeproduktion erwähnt, die so groß angenommen wird, daß die Erde von innen heraus so erwärmt würde, daß die Abkühlung von außen überkompensiert würde, einer Ansicht, der ich Zukunft voraussagen möchte, weil man z. B. die Unterströmungs-Verschluckungs-Vorgänge, die Erwärmung der tiefsten Teile der Geosynklinale, alle großräumigen Aufschmelzungsvorgänge durch sie noch am ehesten erklären kann. Ihre Voraussetzungen sind auch nicht hypothetischer als die aller anderen Theorien. Ich glaube nicht, daß die gerade jetzt im Vordergrund stehende Verschluckungstheorie ohne die Kombination mit dieser Hypothese auskommen kann. Sie allein ermöglicht, wie Cornelius (12, S. 281) hervorgehoben hat, Stilles (50) Zyklen der Orogenese dadurch zu erklären, daß nach Verbrauch des Wärmeüberschusses durch Wärmeabgabe bei den orogenetischen Vorgängen

(z. B. Kobers Migmatisation-Granitisation oder der Aufschmelzung abgesunkenen Sials) und der abgegebenen Wärme durch Plutonismus und Vulkanismus während der Orogenese, eine Zeit der allmählichen Wiedererwärmung folgt, die vergehen muß, bis wieder ein neuer Verschlückungszyklus (Orogenzyklus) beginnen kann. In dieser Kombination vollzieht sich ein nicht bloß angenommener, sondern zumindest theoretisch erklärbarer Evolutionsvorgang der Erdgeschichte.

Wie sehr alle diese Vorstellungen und noch manche andere nicht mehr als Gedankenbilder sind, geht schon daraus hervor, daß jedem dieser Gedankenbilder namhafte Forscher zuneigen. Ich bin aber der Meinung, daß jeder dieser Forscher sich voll und ganz bewußt ist, daß alle diese Anschauungen, zumindest dermalen, auf recht schwachen Füßen stehen, und daß ihre Richtigkeit höchstens in sehr geringem Ausmaße, vielleicht aber auch nie, festzustellen sein wird, soweit ein menschliches Wesen überhaupt das Wort nie gebrauchen darf. Trotzdem ist es jedermanns Recht, vielleicht sogar manches Forschers Pflicht, ein solches Bild zu entwickeln oder sich an seiner Entwicklung zu beteiligen, wenn er sich dabei bemüht, alles, was tatsächlich beobachtet ist, auch so zu werten, aber auch zu erkennen, wenn etwas mit dem geschauten Bild unvereinbar ist, und eine solche Beobachtung nicht einfach als falsch zu erklären, wenn sie nicht in sein Bild paßt. Denn nicht die Beobachtung paßt nicht zu seinem Bild, sondern sein Bild nicht zur Beobachtung. Jede Darstellung der Entwicklung unserer Erde kann sich heute auch dann, wenn sie nur in großen Umrissen gegeben wird, nur in recht geringem Ausmaße auf auswertbare Tatsachen stützen.

Ich glaube, daß sich alle die, welche heute solche Bilder entwickeln, dieser Tatsachen bewußt sind und ich weiß um die Vorsicht, mit der gerade unsere „modernen Petrologen“ an den Entwurf solcher Deutungsversuche herangegangen sind und herangehen. Darum haben sich auch in neuester Zeit einige Forscher besonders mit der von Ampferer (1) begründeten Verschlückungshypothese beschäftigt. Nach Cornelius, auf den noch zurückzukommen sein wird, hat besonders Clar (6) eine sehr bemerkenswerte Modellvorstellung ausgearbeitet, wie man die Hohen Tauern, von dieser Theorie ausgehend, in den großartigen Bau der Alpen einfügen könne, ein Versuch von dem man wohl sagen kann, daß er, soweit dies überhaupt möglich ist, mit beobachtbaren Tatsachen im Einklang steht. Varistisch gefalteter Untergrund der Geosynklinale gleitet, dem Unterströmungssog folgend, nachdem er zuerst durch seitliche Verschiebung, ohne die ja keine Orogenentheorie auskommen kann, eingeengt und dann eingemuldet worden war, in den Tiefenwulst, der mit dem Fortschreiten dieses Prozesses eine Anschoppung bildet, die schließlich keinen Einbau, sondern nur mehr Anbau zuläßt. Noch vor dem Stillstand der Unterströmung beginnen aus dem Inneren des Wulstes durch Auftrieb und zum Ausgleich des hinzugekommenen Materiales Sialmassen wieder aufzusteigen, bis dann der allgemeine bis heute anhaltende allmähliche Aufstieg des Tiefenwulstes selbst beginnt (Exner 14). Wir stehen ja dermalen den Vorgängen der alpidischen Orogenese wohl zeitlich noch weit näher, als dem Beginn eines neuen Orogenzyklus. Im Wirkungsbereich des Tiefenwulstes und seiner Förderung nach oben liegt nun alles, was mit dem synorogenen Plutonismus bis zum finalen Vulkanismus vorgeht, Lösungsbewegungen, Granitisation im weitesten Sinne dieses Begriffes, metamorphe Umkristallisation, darunter

wohl auch die Tauernkristallisation, als Letztes schließlich auch die Erzlösungen. Beim Aufstieg wird dann auch das abgeglittene, von der Verschluckung mitgenommene, in Deckschollen aufgelöste und im Tiefenwulst veränderte Gesteinsmaterial, das Penninikum der Geosynklinale, wieder nach oben gebracht und so zum heute beobachtbaren Deckenbild gestaltet. Da Clar auch Möglichkeiten angibt, tektonische Erscheinungen in den Hohen Tauern als ein diesen Vorstellungen entsprechendes Bewegungsbild, wenn auch keineswegs ein solches der eigentlichen aktiven Zone, zu deuten, kommt diesem Schema wohl eine sehr große Ausbaufähigkeit zu. Mit diesem Modellschema hat zweifellos die Ampferersche Unterströmungstheorie für die Ostalpen an Bedeutung gewonnen. Wieweit in dieses Bild neben neugebildeten granitischen Gesteinen alte voralpidische Zentralgneispartien im Sinne Kober's eingebaut werden können, bleibt dem überlassen, der dieses Bild uns gegeben hat. Möglichkeiten gibt es jedenfalls. So muß nicht alles abgesunkene Sial so tief hinabgelangt sein, daß es umgeschmolzen oder stark verändert worden ist, am Wege des Tiefenwulstes nach oben können höher liegende Gneise in Sanders Sinn überschritten worden sein. In tieferverlagerten Gesteinen der Geosynklinale können freilich varistische Strukturen kaum erhalten geblieben sein. Schwierig wird es auch sein, sich ein Bild über die Zuteilung der Mineralfazien zu den verschiedenen Geschehen zu machen. Es wird wohl möglich sein, daß man in heute aufgeschlossenen Partien in tiefere Fazien kommen wird, als die bisher von anderen angenommene Epidotamphibolitfazies. Mesozonal umgebildete granitische Gesteine werden eine petrographische Unterscheidung von alten varistischen Gneisen erschweren.

Es muß aber ganz ausdrücklich hervorgehoben werden, daß eine neue Darstellung von der Bildung der Ostalpen an Clars Schema nicht vorübergehen dürfte. Man könnte es ablehnen, begründet ablehnen, es nicht zu beachten ist eine Unterwertung. Das äußere Bild ist doch das bekannte, die Decken sind da, nur das Vorzeichen ist ein anderes. Während die Anhänger der Verschluckungstheorie, wie sie heute Cornelius, Clar, Kraus gestaltet haben, die treibende Kraft der Sialverschluckung in Bewegungen tiefer, flüssiger Massen in der gleichen Richtung annehmen, wie die höher liegenden Geosynkinalanteile (Geoplasma von Kraus), ist Abgleiten bei Kober nur eine Folgeerscheinung der Kontraktion.

Das **Tauernfenster** ist bewiesen. Ihm diese unerschütterbare Stellung geschaffen zu haben, ist ein unvergängliches Verdienst Kober's. Er stand nicht allein, aber ich glaube, er war der, der es am hartnäckigsten verteidigt hat. Das weiß auch Kober ganz genau, und darum ist er, der führende „Fenstergeologe“, so milde gegen die „Nichtfenstergeologen“ (S. 290). Dabei kommt es zu einer der prachtvollsten Stellen in seinem Buche: „Sicher ist — die Zeit wird restlos die Fragen lösen, die die Natur dem ‚Tauerngeologen‘, dem ‚Fenstergeologen‘ stellt. Sie stellt auch dem ‚Nichtfenstergeologen‘ Fragen — lassen wir beiden die Freude am Forschen. Je vielfältiger wir die Natur sehen, desto mehr Fragen stellen sich ein. Nur der fragende Geist ist Fortschritt.“ So kann nur ein wahrhaft Großer im Reiche des Geistes schreiben.

Ich selber bin, sagen wir „Fensterpetrologe“, da Kober ja gegen die modernen und älteren Petrologen viel schärfer als gegen die Nichtfenstergeologen ist. Trotzdem leben in mir Gedanken immer wieder auf, die letzten

Endes darauf hinauslaufen, dem N-Rahmen des Fensters in seiner heutigen Lage eine kleine Öffnung zuzumuten. Kölbl (28) hat zuerst den Gedanken ausgesprochen, daß im Gebiet der Wildalm am Abfall des Rückens zwischen Habach- und Untersulzbachtal ins Salzachtal der Zentralgneis mit phyllitischen Gesteinen, die er der Grauwackenzone zurechnete, im Granitisationsverbande steht. Ich habe diese Verhältnisse bestätigt gefunden, sah auch eine Kalkscholle, wie ich sie öfters in solchen Zentralgneisgesteinen traf, die ich für Granitisationsprodukte halte, wie etwa am Granatvorkommen beim Larmkogel im Habachtal und bei der Prehnitinsel, an letzterem Vorkommen nur in Blöcken (34). Ich halte diese Kalke für Reste nicht überwältigten Paläosoms, Stellen, an denen lokal der Partialdruck der  $\text{CO}_2$  bedeutend kleiner war, als der der Umgebung, was verhältnismäßig niedrigere Temperatur dieser Granitisation zur Voraussetzung hat. Hammer (21) war auch der Meinung, daß, wenn auch nur wenige, Gesteine des Abfalles zwischen Habach- und Hollersbachtal zur Grauwackenzone zu stellen seien. Die Grauwackenzone greife also in beschränkter Tiefe und beschränktem Längenausmaße über die Salzach auf die Tauernseite hinüber. Cornelius (11, S. 557) erkannte ebenfalls diesen Granitisationsverband, nahm aber an, daß hier in der sogenannten Sulzbachzunge der Zentralgneis, den er gleich Kölbl und mir für alpidisch hielt, aus dem Bereich des Fensters in den N-Rahmen hinausgreife, diese Gesteine also Analoga zum Gesteinverbande seiner Fuschephyllite seien (N-Rahmen), denen manche Glieder dieser Gesteinsserie völlig gleichen. Frasl (17, 18) hält den Zentralgneis für alt, nur alpidisch aufgewärmt, die Marmore faßt er aber als Trias auf und sieht hier eine normale Grenze. Gerade diese Stelle ist für Cornelius ein unwiderleglicher Beweis des Tauernfensters, denn entweder gibt es kein Tauernfenster, oder der Granitgneis der Sulzbachzunge ist jünger als die Überschiebung der ostalpinen Decken über das Fenster. Ich will hier nur eine Frage aufwerfen, keine Entscheidung fordern. Die Lage ist die folgende: Im Gebiete des äußeren Habachtales kann man ganz genau die gleichen Gesteine sehen, wie man sie findet, wenn man die kleinen Täler der Grauwackenzone zwischen Neukirchen-Bramberg und Mühlbach im Pinzgau hinaufsteigt. Sie sind einander so gleich, daß sie kein Mensch auseinanderkennen kann. Auch u. d. M., wie ich mich überzeugt habe, sind es dieselben Phyllite von dunkelgrau bis schwarz, stellenweise mit dem gleichen Hochglanz. Auch Quarzphyllite, also Phyllite mit großen Quarzknollen, findet man am Ausgang des Habachtales. Dazu kommt, daß mir schon Hammer aus seinem Material im weiten Umkreis des Abfalles der Berge um den Karsee nach N im Salzachtal Porphyroide zeigte, die einen ganz unbrauchbaren Namen — Porphyrmaterialschiefer — erhielten. Es waren typische, stark metamorphe Quarzporphyre. Frasl (18) zeigte aus seinem Gebiete solche Gesteine vor, die zum Teil dem Quarzporphyr noch näher stehen, zum Teil so metamorphosiert sind, daß man sie als Serizitquarzite oder -phyllite bezeichnen kann. Auch diese Quarzporphyrabkömmlinge gleichen vollständig den Porphyroiden der Grauwackenzone. Ebenso fanden sich Abkömmlinge von Diabasen, wie in der Grauwackenzone. Man kann hier nicht nur von lithologischer Übereinstimmung sprechen, sondern man muß absolute Kongruenz in der Gesteinsführung feststellen. Die Gesteine der Grauwackenzone nördlich der Salzach sind dieselben wie in Teilen südlich der Salzach. Sie haben dasselbe Alter, nicht näher bestimmbar

paläozoisch, dieselbe Metamorphose. Ich bin kein Anhänger des Gebrauches, aus lithologischer Übereinstimmung, die sehr oft nur eine Ähnlichkeit ist, auf genetische und Altersübereinstimmung zu schließen. Aber hier ist die Kongruenz eine vollständige. Es läge das Naturspiel vor, daß bei zeitlicher Übereinstimmung, gegen die jedenfalls keine Beobachtung spricht, in unmittelbar angrenzenden Gebieten, die Trennung durch die Salzachalluvionen ist nicht breiter als 1 km, zweimal, unabhängig voneinander die vollkommen gleichen Gesteine entstanden sind, die aber geologisch nicht zusammengehören, sondern etwas anderes sind. Ist eine solche Trennung wirklich geologisch? Ich stelle hier nur die Frage: Darf man darum nicht an eine Identität denken, weil die Großgefügeachsen nicht übereinstimmen, weil bei genauer Vermessung die Fortsetzung der Grauwackenzone auf der Tauernseite nach Frasl (18) über das Penninikum hinausführen würde, also höher oben läge? Kann man dafür nicht eine andere Erklärung finden, eine Verwerfung oder ein sehr bedeutendes Tiefgehen der Gesteine in der Grauwackenzone? Ich stelle nur Fragen, glaube aber, daß hier doch ein Problem liegt, das nicht einfach erledigt werden kann. Und wenn sich herausstellen sollte, daß tatsächlich tauernseitige Grauwackenzone existiere, wenn sich einmal herausstellen sollte, was noch mehr Komplikationen böte, weswegen hier der Konjunktiv der Fragestellung noch mehr betont sein soll, daß auch die Gesellschaft, in der die Fuschephyllite liegen, also Teile des N-Rahmens weiter im O, Grauwackenzone wären, wäre dadurch, daß das Fenster im N an einigen Stellen im heutigen Tagesschnitt keinen geschlossenen Rahmen hat, oder im heutigen Tagesschnitt ein Loch im Rahmen hat, wäre dann dieses Tauernfenster kein Fenster mehr? Habe ich die anderen Fragen nicht beantwortet, sondern nur gestellt, diese Frage aber beantwortete ich mit einem entschiedenen Nein, es bliebe das ganz gleiche Fenster, das Fenster Termiers, Kobers und Staubs. Ich weiß, daß ich mich durch diese Auffassung in Gegensatz zu neueren Untersuchungen von Frasl stelle, der die Kalkscholle als trennenden Horizont deutet (18). Ich habe hier nur meine Ansicht als Frage aufgeworfen und will nicht polemisieren.

Und noch eine dritte Frage. Wenn alle Zentralgranitgneise varistisch wären, wieso sind dann die so ungemein gebrechlichen grünen Berylle des Habachtales an der Berührungsstelle des Tauerngneises, der an dieser Stelle ein Fastgranit ist (31), die vielfach in hartem und quarzigem Biotit-schiefer-Muttergestein liegen, niemals zerbrochen? Oder war gerade an dieser Stelle der Granitgneis und die Hülle, also die Grenze so verschiedener Gesteine bei der alpidischen Orogenese so ganz besonders passiv geblieben, daß diesen Kristallen gar nichts geschehen konnte? Auf die Kluffüllungen will ich in diesem Zusammenhang nicht eingehen.

Aber ausdrücklich sei betont: Wie immer diese Fragen beantwortet werden, die Antworten ändern nichts am großen Bild, das Kober von der Entstehung der Alpen entwarf.

Das Tauernfenster ist gewissermaßen das Symbol der Deckenlehre in den Ostalpen. Zwei Forscher waren es vornehmlich, die zwar in ihren Ansichten im einzelnen wohl nicht übereinstimmten, die sich immer wieder für die Deckentheorie in den Ostalpen einsetzten, bis es so gut wie keine ernst zu nehmenden Gegner mehr gab: Kober und Cornelius. Gerade dieser Einsatz war es, der in der Entwicklung beider Forscher die gleichgerich-

tete Achse war. Daß es nottat, immer wieder zu betonen, wie sehr die Deckentheorie für die Erforschung von Bau und Entstehung der Alpen die Grundlage bilde, ja ihre Entwicklung geradezu die Geschichte der geologischen Alpenforschung unseres Jahrhunderts war, ist in der Einleitung beider Auflagen der „Geologie Österreichs“ von 1942 und 1951 klar zu erkennen. Wenn auch im Vorwort zur ersten Auflage mit völlig eindeutiger Spitze gegen Uhlig, F. E. Suess und Kober zu lesen ist, daß die Deckentheorie eine in akademischen Spekulationen wurzelnde, durch persönliche Autorität gestützte Theorie sei, im Buche aber von den verschiedenen Bearbeitern des Alpengebietes immer wieder von Decken gesprochen wird, deren Vorhandensein bewiesen ist, so ist das eine Grotteske, die man nicht tragisch nehmen mußte. Wenn aber in der zweiten Auflage nach fast einem Dezennium im einleitenden „Grundzug des Baues von Österreich“ auf S. 5 nach einer Polemik gegen die Deckenlehre der lapidare Satz steht: „Die Deckentheorie hat in den Ostalpen keine Bestätigung erfahren“, so ist das ein Unfug<sup>1)</sup>, denn nach wie vor berichtet das Buch selbst von den Decken in den Zentralalpen und in den Kalkalpen als von etwas Bekanntem und Selbstverständlichem.

Wenn nun aus Darlegungen von Kober und Cornelius und anderen in wichtigen Gebieten aus dem Schrifttum Anschauungen herausgelesen werden können, die unvereinbar erscheinen, so ist es doch nicht feststellbar, ob sich diese nicht im weiteren Verlauf der Forschung einander nähern könnten, denn wir sind ja noch lange nicht am Ziel einer beweisbaren Synthese der Alpen angelangt. Wenn sich auch das Querprofil durch die Ostalpen, das Cornelius 1940 gab, nicht mit den Auffassungen Kobers, die er in seinem Buche niedergelegt hat in allem und jedem vereinen läßt, so sind doch manche Grundlagen in den Anschauungen beider Deckenanhänger und Fenstergeologen die gleichen. Beide haben ihre Anschauungen ergänzt, wenn es nottat, aber ich kenne keinen großen Geologen, der nicht nur im Nebensächlichen, auch in Grundlegendem, seine Ansichten so bereitwillig und aus Überzeugung revidiert hat, wie Cornelius, obwohl er keineswegs leicht beeinflussbar war. Er war der Todfeind aller Dogmatik. Er ist sein ganzes Leben lang in seinen Arbeiten nicht aus den Alpen herausgekommen, er hat sich nicht so weite Ziele gesetzt wie Kober, er war der Meister der Detailarbeit, die aber nie am Kleinen kleben blieb. Gerade jetzt, im Blickpunkt von Kobers Buch, um die Gegensätze recht zu verstehen, jetzt wo das gesamte Werk des jüngeren, des früher vollendeten, durch wichtige Ergänzungen aus dem Nachlaß feststeht, halte ich einige Worte über sein immer wieder auf der Grundlage der Revisionsbereitschaft aufgebautes Wirken der letzten Jahre in den Ostalpen am Platze, insbesondere aber über seine Stellung zum Zentralgneisproblem. In seiner Arbeit über die Auffassung der Ostalpen im Sinne der Deckenlehre (9), die das schon erwähnte Querprofil enthält, hat er zum erstenmal darauf hingewiesen, daß vieles dafür spräche, Teile der Zentralgneise in den Hohen Tauern

<sup>1)</sup> Dies umso mehr, als ich vor Drucklegung der zweiten Auflage die Abstellung dieser Widersprüche gefordert hatte. Es war 1946 vom damaligen Unterrichtsministerium von mir eine gutachtliche Äußerung verlangt worden, ob die Papierfreigabe für diese Auflage begründbar sei. Ich bejahte natürlich, stellte aber einige Forderungen auf Abänderungen. Dabei betonte ich besonders, daß der Widerstand gegen die Deckenlehre aufzugeben sei. Anderen Forderungen ist Folge geleistet worden, dieser aber nicht.

könnten relativ junge syntektonische Intrusionen sein. Er hat aber ausdrücklich betont, daß er diese Frage noch in keiner Richtung für entschieden halte. 1949 (11) erwog er die Einordnung granitisch-tonalitischer Glieder der Tauerngneise in eine Art zweiten periadriatischen Alpenbogen im Sinne Sanders und nahm für das NO-Ende des Venedigermassivs diese Stellung als wahrscheinlich an. Im Venedigermassiv kommt es zu größeren Mengen tonalitischer Zentralgneise, die in der Granatspitze seltene Ausnahmen seien, wo stärker geschieferte Gneise vorherrschten. Da diese Gesteine mehr an Tektonik erlebt zu haben scheinen, dachte er diese Gesteine um eine Phase früher gebildet, daß also Venediger-Tonalit-Granitgesteine im Gefolge der laramischen Phase, Granatspitz-Granitgneise im Gefolge der vorgosaunischen Phase entstanden sein könnten. Ausdrücklich aber erfolgte diese Stellung ebenso wie die Annahme, daß alle diese Gesteine jung seien, mit Vorbehalt. Cornelius dachte also daran, daß nicht alle der jung angenommenen Tauerngranitgneise einheitlich gebildet und den Periadriatika entsprechen, die von ihm vormiozän-laramisch angenommen werden. In dieser Arbeit steht aber auch der Satz: „Sollten sich weitere Gesteine im W und im E als alpidisch erweisen ...“. Damit ist eindeutig gesagt, daß noch keinesfalls alle Zentralgneise als alpidisch aufzufassen seien. In seinen Grundzügen der allgemeinen Geologie aber (Wien 1953, S. 272) ist er einen Schritt weiter gegangen. Er behandelt das Tauernproblem in diesem Buche leider recht kurz, sagt, daß die Zentralgneise selbst keine Decken bilden (so hat er sie schon im Profil 1940 dargestellt) sondern junge, freilich noch tektonisch umgeformte Granite seien. Dadurch legt er offensichtlich großen Wert auf Einheitlichkeit der Bildung dieser Gesteine. In den Westalpen aber bestehen nach ihm die Kerne der pennischen Decken „aus alten (? vielleicht nicht durchwegs!) Orthogneisen ...“. Das Buch ist posthum erschienen, es ist nicht sicher, daß Cornelius vor dem Drucke diese Diskrepanz zwischen W und O nicht zugunsten seiner Ansicht über den W revidiert hätte, denn S. 283 wird bei der Darstellung der Stilleschen Zyklen ausdrücklich gesagt, daß „manche Zentralgneise (Tauern, Mt. Rosa?)“ Beispiele von alpidischem-hochorogenem Magmatismus seien.

In seiner Veröffentlichung von 1949 (11) versprach er, seine Ansicht über den Transformismus, die Granitisationshypothesen zu revidieren. Er stand allen diesen Vorstellungen von Ichorese, arteritischer und venitischer, metasomatischer Granitgesteinsbildung zuerst mißtrauisch, aber keinesfalls ablehnend, dann später abwartend gegenüber, wie ich aus vielen Diskussionen weiß. In der 1949 erschienenen Arbeit gab er zu, daß doch manches dafür spräche, wie die Arbeiten von Angel, Staber, Exner, in den Westalpen von Reinhard und Wenk zeigten, und er versprach Überprüfung. In seinem nachgelassenen Lehrbuche (S. 30) ist der Granitisierung dann ein eigener Abschnitt gewidmet, in dem immer noch Zurückhaltung bewahrt ist, er tritt aber dann doch für den großen Kreislauf ein: Verwitterung, auch Abtragung magmatischen Gesteins — Sedimentation — Absinken in die Tiefe — Umbildung in Granitgesteine (Migmatisierung). Auch im Abschnitt über die Bildung der Plutone sind diese Arten der Granitbildung (S. 232) zugegeben. Aus Diskussionen in seiner letzten Lebenszeit, noch mehr aber aus freundlichen Mitteilungen seiner Frau und Mitarbeiterin Dr. Furlani-Cornelius weiß ich und bin zur Mitteilung ermächtigt, daß er vor seinem Tode Granitierungserscheinungen im Gebiete der Hohen Tauern im

Sinne von Angel, Exner, Clar und mir zustimmte, aber — und mit vollem Rechte — immer noch zur Vorsicht riet. So ward aus dem Anhänger durchwegs varistischer Zentralgranitgneise allmählich, aber immer nur auf Grund eigener Überzeugung, ein Anhänger alpidischer Granitisation, und so rundet sich das Lebensbild eines großen Forschers, der weiß, daß wir nicht wissen, sondern nur nach dem Wissen suchen dürfen.

Abschließend kann gesagt werden: In der Existenz des Tauernfensters, im beiläufigen Ausmaße der Deckenbewegungen, herrscht Übereinstimmung, die Unterschiede im Alter der Periadriatika sind gering. Größer sind die Unterschiede im Ausmaß der synorogenen Migmatitgesteine, zu denen außer den Periadriatika und dem Bergeller Granit-Tonalit von anderen Forschern Teile der Tauerngneise gerechnet werden, die nach Kober insgesamt varistisch sind. Ihre alpidische Bildung wird z. B. im Granatspitz- und Venedigergebiet zum Teil der vorgosauischen, zum Teil der laramischen Phase zugerechnet.

Mir scheint aber zu wenig bedacht zu sein, daß der Aufstieg der Migmatite („weißes Magma“) aus Tiefen von vielleicht 30—40 km bis in unseren Tagesschnitt erfolgt ist. Wie sieht es da etwa in 10 km Tiefe unter dieser Linie aus? Können da nicht größere Massen granitodioritischer Gesteine so ähnlich wie im Bergell liegen? Eine Zunahme solcher Migma-Granitisationen in der Tiefe ist jedenfalls möglich.

Zweifellos überwiegt bei den Tauerngeologen unserer Zeit zumindest dermalen die Annahme größerer Teile der Tauern-Granitgneise als varistisch gebildet, alpidisch passiv geblieben, oder von Schiefermetamorphose betroffen, nur stellenweise im beschränkten Ausmaße regeneriert, wie z. B. Sander (46) am N-Rande des Tuxer-Kernes, Exner im Dom der Hochalmspitze und an anderen Stellen (15, 16) annahmen. Ähnlich denken aber heute, wenn auch vielleicht in verschiedenem Ausmaße Clar und ich, aber wahrscheinlich auch als erst seit kürzerer Zeit im Tauernbereich arbeitend Schmidegg und jüngere Forscher, wie Frasl, Karl und andere. Wenn ich auch Cornelius dazu rechne, so geschieht es aus seinen gesamten Veröffentlichungen heraus und aus meiner Erinnerung an unsere letzten Diskussionen. Alle die genannten Forscher nehmen aber außer den periadriatischen Granit-Tonalitgesteinen mit Angel (3) unter den Zentralgneisen selbst in wechselnden Mengen während der alpidischen Orogenese stärker regenerierte alte Granitgesteine und durch Granitisationsprozesse der verschiedensten Art gebildete Migma-Granitgesteine im weitesten Ausmaße dieser Bezeichnung an, oder stehen zumindest solchen Annahmen nicht ferne. Daß große Teile des zentralen Venediger-Massivs als junge Bildungen angesehen werden können, dafür glaubten Cornelius und ich deutliche Anzeichen gesehen zu haben, die weiter zu verfolgen uns nicht mehr gegeben war. Nach freundlicher Mitteilung ist dermalen auch Schmidegg dieser Meinung.

Aus alledem geht aber eindeutig hervor, daß die Unterschiede zwischen Kober und den „Petrologen“ doch nur quantitativer Art sind.

## II. Sind die Tiefengesteine von Predazzo-Monzone Trias oder Tertiär?

Es ist wohl berechtigt, daß beim Bau einer großangelegten Synthese eines so schwierigen Gebietes, wie die gesamten Alpen es sind, zweifelhafte Altersstellungen, an denen es in diesem Gebiete wahrlich keinen Mangel

gibt, zugunsten der Einpassung in das geschaute große Bild entschieden werden können. Ergeben sich aber Gegensätze zu Altersstellungen, die soweit dies durch Beobachtungen der gesamten geologischen Verhältnisse in Gebieten, wo Fossilführung nicht in Betracht kommt, überhaupt möglich ist, begründet sind, dann muß entweder ein Gegenbeweis versucht werden, oder doch zumindest Kritik an der bekannten Horizontierung vorgenommen werden. Ablehnung aber ist weder Beweis noch Kritik. Zumindest muß der Gegensatz festgestellt und die Gründe dieses Gegensatzes dem Leser bekanntgegeben werden. Keinesfalls darf eine begründete Altersstellung ohne Gegen Gründe abgelehnt werden. Vor allem muß untersucht werden, ob die begründete Altersstellung anzunehmen tatsächlich das gesehene Bild des Großgebietes zerstören würde. Keineswegs aber wird man es als selbstverständlich hinnehmen können, wenn Kober in einem so allgemein bekannten Gebiet wie Predazzo—Monzoni mit seinen triadischen Melaphyren, Plagioklas- und Augitporphyriten und den tertiären Monzoniten und ihren Differentiationsgesteinen, sich über diesen Altersunterschied hinwegsetzt und sagt, daß zwar die Ergußgesteine für Trias gehalten werden, die Tiefengesteine (die Ganggesteine sind wohl als den Tiefengesteinen zugeordnet nicht erwähnt) für Tertiär, daß aber „in unserem Bilde der Magmatismus <sup>1)</sup> und Vulkanismus von Predazzo eine Einheit des Geschehens ist“ (S. 334). Da nun auch Kobers Gegner E. Kraus (29, S. 148) die gleiche Ansicht geäußert hat, und ebenso wie Kober keinen Beleg dafür bringt, ist es wohl notwendig, die Gründe, die für die bewiesenen verschiedenen Altersstellungen sprechen, kritisch zu beleuchten. Gewiß, eine Bildung der Tiefengesteine bald nach den Ergußgesteinen oder doch eine von diesen nicht allzuferne Bildung der Tiefengesteine, wäre naheliegend gewesen, etwa in der Art der Subvulkane im Sinne von H. Cloos, gewissermaßen in den inzwischen mächtiger gewordenen Sedimentationen und in den basischen Ergußgesteinen selbst steckengebliebene Vulkanite (32, S. 305). Aber die Verhältnisse liegen doch anders. Nachdem W. Penck (38) das tertiäre Alter der Monzonite und ihrer Differentiate und Ganggesteine festgestellt hatte, da Monzonitschmelze längs Verwerfungen aufgedrungen ist, die erst im Tertiär entstanden sein können, ist gleich darauf Hoernes (22) mit wenig stichhaltigen Gründen für Gleichaltrigkeit von Erguß- und Tiefengesteinen eingetreten. Vardabasso, der spätere Bearbeiter des ganzen großen Gebietes, hat zwar auch zuerst an diese Möglichkeit gedacht und einen zumindest kürzeren Zwischenraum für beide Gesteinsreihen angenommen, er hat aber dann (53) selbst dadurch, daß er feststellen konnte, daß die Tiefengesteine jünger sein müssen als die Bruchlinie von Stava, die alpidisch ist, jeden noch möglichen Zweifel am tertiären Alter dieser Gesteine ausgeschaltet. Klebelsberg hat in seiner umfassenden Geologie Tirols (23, S. 352) diese Frage offen gelassen, aber Staub (49, S. 239) stellte die Bildung der Tiefengesteine zwischen die frühinsubrische (vormiozäne) und die spätinsubrische Phase. Ich habe die Verhältnisse 1937 nachgeprüft und konnte das tertiäre Alter bestätigen (32). Ich habe darin und in einer späteren Veröffentlichung (33), ebenso in meinen Grundzügen der Gesteins-

<sup>1)</sup> Hier müßte statt Magmatismus und Magmatite, Plutonismus und Plutonite oder Tiefengesteine stehen, denn auch die Effusivgesteine sind ja Magmatite, gerade diese frühesten Ophiolithe der alpidischen Geosynklinale entstammen ja dem wohl noch undifferenzierten Sima.

lehre gezeigt, daß die Tiefengesteine von Predazzo und von Monzoni in ihrer Gesamtheit, als Summe der Einzeldifferentiate der monzonitischen Schmelze genommen, den basischen triadischen Ergußgesteinen entsprechen. Diese habe ich als charakteristische Produkte des mild-alkalisch tendierten Simas, als früheste triadische Vertreter der Ophiolithe im alpidischen Sogen angenommen. Ich konnte den basischeren Charakter der Mehrzahl der Monzonite des Gebietes von Predazzo, gegenüber den bisherigen Annahmen auf Grund der Untersuchungen von Romberg, feststellen und zeigen, daß man bei einem Versuch, die einzelnen Mengen der verschiedenen Differentiate im Raum von Predazzo und Monzoni abzuschätzen, tatsächlich auf die mittlere Zusammensetzung der basischen Ergußgesteine kommen kann. Dabei wird der saurere Charakter der Monzonite des Monzoni durch die dort in größeren Mengen auftretenden Hornblendegabbros und Pyroxenite kompensiert. Der Gedanke einer derartigen chemischen Analogie war schon früher geäußert worden. Cornelius kam (11) zur gleichen Altersstellung, von der er ausdrücklich sagte, daß an ihr nicht zu zweifeln sei, nur war ihm genau so wie mir und Vardabasso die lange Ruhezeit vom Anis bis zum Tertiär unangenehm. Ich bin dann dafür eingetreten, daß (33) die Annahme eines so lange an dieser Stelle unverändert gebliebenen simatischen Magmas nicht unbedingt nötig sei<sup>1)</sup>, sondern daß man auch an eine spätere, alpidische Wiederaufschmelzung tiefer liegender Teile der basischen Ergußgesteine denken könnte. Diese Möglichkeit halte ich für wahrscheinlicher. Man kann aber diese auf Bruchstellen wieder aufgestiegenen, aber nicht an die Oberfläche gelangten Schmelzen der Tiefengesteine Predazzos zum subsequenten oder finalen Vulkanismus stellen, was zeitlich durchaus möglich wäre. Schließlich kann ein solcher Effusivkörper einmal auch intrusiv stecken bleiben, ebenso wie in den Dinariden synorogene saure Schmelzen als Effusiva auftreten, denn nicht alle Andesit-Gesteine des Balkans und Kleinasiens werden subsequent sein. Predazzo liegt ja in den Südalpen jenseits der insubrischen Linie (alpin-dinarischen Narbe). In ihrem Chemismus haben die Tiefengesteine von Predazzo einige Ähnlichkeit mit den alt- bis mittelmiozänen Gleichenberger Andesiten, wenn die ersteren in ihrer Gesamtheit auch etwas basischer sind und einer basischen Andesitschmelze entsprechen<sup>2)</sup>. Diese Gleichenberger Effusiva von schwach alkalischem, mediterranem Charakter gelten heute, wenn sie auch schon recht entfernt von den eigentlichen Alpen liegen, ziemlich allgemein als, ich möchte beinahe sagen erwünschte Vertreter des so spärlichen subsequenten Magmatismus. Da Predazzo immerhin zeitgleich mit Gleichenberg sein kann, könnte man die Predazzaner Tiefengesteine und Ganggesteine auch zum subsequenten Vulkanismus rechnen. Ihr Chemismus spricht zwar nicht sehr dafür, da er in seiner Gesamtheit für diese Einstellung als der angenommenen simatischen Schmelze entsprechend, zu basisch ist, basischer als die für subsequent geltenden dinarischen Andesite. Der Predazzaner Granit, im heutigen Tageschnitt in seinem Ausmaße der kleinste Anteil der Plutonite, ist möglicherweise kein Differentiat, sondern ein aufgeschmolzener Quarzporphyr, wie Vardabasso zuerst angenommen hat. In ihrer Gesamtheit, auch wenn

<sup>1)</sup> Einführung in die Gesteinskunde, Wien 1950, S. 30.

<sup>2)</sup> Ogilvie-Gordon (37) hat die triadischen Effusiva der Dolomiten in ihrer Gesamtheit als Andesite bezeichnet, wogegen schließlich nichts einzuwenden ist. Die petrographischen Untersuchungen ihres Mitarbeiters sind allerdings mehr als laienhaft.

man den jüngeren Liparit ihnen nicht zuzählt, sondern als Differentiat eines finalen Basaltes annimmt, entspricht die Gleichenberger Schmelze einem mehr sauren Andesit. Aber weder Predazzo noch Gleichenberg liegen innerhalb der eigentlichen Alpen, der Magmatismus der Alpen und der Dinariden stimmt in Hinblick auf das Schema von Stille nicht bis zur vollkommenen Kongruenz überein, überhaupt besitzt dieses Schema zweifellos eine gewisse Elastizität. Als ein unbedingter Anhänger dieser Theorie, lasse ich diese Frage offen. Dies umso mehr, als Cornelius (11, S. 553) an gewisse Analogie mit den sauren Nachschüben der Euganeen gedacht hat, die er möglicherweise noch zum initialen Magmatismus, als Differentiate, rechnen möchte. Das kommt wohl für Predazzo kaum in Betracht. Müßte ich wählen, würde ich mich im Falle von Predazzo für subsequent entscheiden <sup>1)</sup>.

Ich wollte hier nicht nur die Bedeutung Predazzos zeigen, sondern auch auf gewisse Schwierigkeiten in den Vorstellungen vom Ablauf des orogenen Magmatismus in diesem berühmten und mit Ausnahme des Monzonengebirges gut studierten Gebiete hinweisen. Ich glaube aber nicht, daß es eine Lösung dieser Schwierigkeiten bedeutet, wenn man sich einfach darüber hinwegsetzt und den ganzen Magmatismus als initialen-geosynklinalen-ophiolithischen erklärt und die Ergebnisse aller Untersuchungen im Gebiete selbst von Penck, Vardabasso und mir, die Klarstellungen von Cornelius und Staub ohne eine Begründung zu geben, ablehnt. Die Frage aber, ob dadurch, daß die Verhältnisse so dargestellt werden, wie sie sich aus geologisch-tektonischen, petrographischen und petrochemischen, aus vulkanologischen Untersuchungen des In- und Auslandes ergeben, den Einbau dieses Gebietes in irgend ein geschautes auch noch so großzügiges Schema vom Bau der Alpen als unlogisch und nicht geologisch zerstören würde, muß verneint werden.

### III. Wildflysch und der „Vulkan von Wien“.

Koberpolemisiert aber auch dann gegen „die petrographisch-mikroskopische Art, Geologie der Erde zu sehen“, wenn es sich gar nicht um Ergebnisse von Gesteinsuntersuchungen handelt. Er sieht in den grünen Gesteinen (Diabasen, Basalten, Pikriten usw.), wie sie u. a. auch an vielen Stellen des Wienerwaldes, besonders im Bereiche des Lainzer Tiergartens (vgl. die Zusammenstellung von Küpper-Zirkl) auftreten, Wildflysch in der Grestener—St. Veiter-Klippendecke (S. 239), die er als tiefste unterostalpine Decke ansieht, eine Kalkalpendecke, für die „Radiolarit und Ophiolithfazies“ besonders beweisend sei (S. 159). Die Radiolarite aber sind ebenso wie die Ophiolith-Grüngesteine oberer Jura (24, S. 102). Als vor Jahren Köhler und ich zusammen mit Bandel und Lichtenecker diese Grüngesteine der Umgebung des großen Wasserbehälters im Tiergarten sammelten und studierten, Stini (51) das geologische Bild zu gestalten suchte, Köhler und

<sup>1)</sup> Subsequenter Magmatismus soll ja besonders durch späteres nochmaliges Tief-sinken entstehen. Nimmt man dieses Absinken ruckweise an, wäre auf diese Weise auch die Granitbildung in Predazzo durch aufgeschmolzenen Quarzporphyr als letzter Vorgang dieser subsequenten Phase zu erklären. Ebenso wie Gleichenberg würde dann diesem subsequenten Magmatismus direkter Zusammenhang mit sialischen Plutoniten fehlen, der ja auch nicht verlangt ist. Doch liegt Predazzo nicht allzuweit vom periadriatischen Adamello-Presanella entfernt. Auf den sialischen Plutonismus, der dieses Massiv schuf, folgte subsequent die Aufschmelzung von Porphyrit und Quarzporphyr.

Marchet (27) die Gesteine beschrieben, die sich als sehr stark zersetzte, besonders stark karbonatisierte Pikrite und Alkalibasalte verschiedener Art erwiesen, nahmen sie Stini folgend für den Vulkanismus alttertiäres-altmiozänes Alter an, ohne dafür eine andere Begründung erbringen zu können, als daß man sie in Analogie mit den burgenländisch-oststeirischen atlantischen Basalten dem finalen Vulkanismus zuordnen könnte. Eine andere Altersstellung war damals nicht möglich. Durch einen Murgang mochten diese Gesteine von nicht allzuferner Stelle in den tortonen Blocklehm gekommen sein, wie Stini annahm. Vergesellschaftet war diese effusive Serie im Blocklehm mit Blöcken von Sandsteinen (zum Teil wohl Grestener Sandstein), Hornsteinen der verschiedenen Art und Farbe, darunter auch Hornsteinbreccien, vor allem mit großen Mengen der verschiedenartigsten Tuffe und Tuffite, wie sie Köhler und Marchet beschrieben haben. Dieses reichliche tuffige Material und die vergrünten und karbonatisierten Pikrite deuteten auf einen tertiären Ausbruch, den wir bei unseren zahlreichen Sammlerfahrten unter uns „Vulkan von Wien“ nannten, weil seine unbekannte Ausbruchsstelle nicht allzufern von unserem Material im Nahbereich von Wien gelegen sein mochte. Wir haben dann diesen, an sich nach dem damaligen Stand unserer Kenntnisse gewiß berechtigten, wenn auch in seinem Ausmaße, aber nicht in seiner Existenzmöglichkeit etwas phantastischen Ausdruck (Ausbruchsstelle wäre einfacher und wohl auch richtiger gewesen) auch in Veröffentlichungen gebraucht (Köhler-Marchet, Cornelius [11, S. 562] und Stini). In meiner Arbeit über Predazzo (32, S. 293) habe ich ihn auch benützt, aber, wie immer mit „Gänsefüßchen“ versehen. Kober besuchte das Vorkommen und sah es als Wildflysch an<sup>1)</sup>.

Einige Jahre später konnten Küpper, Janoschek und Zirkl auf einer Exkursion Kober und mir im Hörndlwald außer der Tiergartenmauer beim Lainzer Tor gangförmiges Auftreten eines schmalen reichlich zersetzten Grüngesteins in einem heute wieder zugeschütteten schmalen Graben für eine Rohrleitung, anstehend in rotem ebenfalls zersetztem Schieferon der Oberkreide, sowie im Tiergarten selbst, im sogenannten Katzengraben blockartig aus dem gleichen Untergrund herausragend fast ein Meter mächtige gangförmige Einlagerungen eines besser erhaltenen Pikrites zeigen. Letzteres Vorkommen schien aber Kober später doch auch für Blöcke zu halten, denn er sagt darüber (S. 239): „Ich sah metergroße Blöcke von Pikrit. Ich machte auf die Blocknatur aufmerksam.“ Er hielt an seiner Erklärung als Wildflysch fest, den Gang im Leitungsgraben nahm er anscheinend nicht zur Kenntnis. Zirkl und Küpper (30, S. 73) beschrieben von der heute schon wieder verschwundenen Baugrube für das Haus Löfflergasse Nr. 53 in Mauer im gleichen Gestein einen 8 m lang verfolgbaren, 1.8 m breiten Pikritgang, der u. d. M. untersucht werden konnte, Küpper und Janoschek an anderer Stelle, kontaktmetamorphe Beeinflussung des Nebengesteins. Auch das schon früher aufgefundene und von Grengg (20) beschriebene Pikritvorkommen vom Satzberg in Hütteldorf war ein Gang.

<sup>1)</sup> Kober bedauert den Verlust seiner damaligen Aufsammlung der Gesteine dieser Stelle in der Grestener Decke, diesen Beweis der „rhätischen Decke“ bei Wien, durch Bombenabwurf. In meiner Sammlung verwahre ich die umfassendste Aufsammlung formatierter Handstücke aller dieser Gesteine, die heute leider wieder unter der Erdoberfläche liegen.

Diese als Gänge in Oberkreide nachgewiesenen Grüngesteine können nicht älter als Oberkreide sein, ebenso können sie nicht jünger als die kalkalpinen Decken sein, denen sie fehlen. Oberste Kreide bis ältestes Tertiär ist daher wohl am wahrscheinlichsten. Das ist geologisch und nicht petrologisch-mikroskopisch nachgewiesen, wie Kober annimmt. Die frühere unexakte Datierung, als wir nur die Gesteine im Blocklehm kannten, muß also etwas tiefer gelegt werden und der „Vulkan“ lag nicht bei Wien sondern vielleicht irgendwo im S, woher dieser Teil der Klippendecke nach Ansicht der Tektoniker einmal kam. Nehmen wir das Alter dieser Grüngesteine als Oberkreide an, dann können sie immer noch im Sinne Kobers, zwar nicht als Wildflysch, wohl aber als Ophiolithe gelten. Cornelius (II, S. 551) nahm ja auch an, daß die unterostalpinen Ophiolithe möglicherweise doch über Unterkreide hinaufgehen können. Hingegen zweifelt er nicht daran, daß die Einstellung der Ophiolithe der Freiburger und Chablais-Alpen zumindest in die Oberkreide richtig ist. Im Cenomanflysch liegt Spilitgestein am Jaunpaß. Oberste Kreide bis unterstes Tertiär können die Grüngesteine der Gets im Flysch der Brecciendecke, wenn auch am wahrscheinlichsten Senon sein. Nach Cornelius reichen somit die Ophiolithe der alpidischen Orogenese von der Trias bis ins Eocän. Man kann dieses zeitliche Interferieren der Phasen des initialen Magmatismus, mit dem synorogenen nur so erklären, daß die Dauer des synklinealen Zustandes räumlich verschieden war, da es nur in der geosynklinealen initialen Phase basischen, simatischen Magmatismus gegeben hat. Man ist also wohl berechtigt, diese Grüngesteine, auch jetzt noch, wo ihr jüngeres Alter gegenüber Kobers Wildflysch-Datierung und ihr älteres gegenüber der Datierung als tertiärer finaler Vulkanismus feststeht, als Ophiolithe zu bezeichnen. Die Deckenbewegungen dieses Gebietes können dann allerdings nicht in die vorgosauische Phase fallen, sondern nur in eine jüngere.

An keinen anderen Ophiolithen des alpidischen Orogenzyklus der Ostalpen ist ihr Alkaligesteinscharakter so ausgesprochen<sup>1)</sup>, wie er sich von Köhler und Marchet an diesen stark karbonatisierten Grüngesteinen durch die Untersuchungen u. d. M. im Mineralgehalt nachweisen ließ. An der Abkunft aller dieser Gesteine beim Wasserbehälter aus der simatischen Tiefenschmelze von mild alkalischem Charakter ist wohl nicht zu zweifeln, die dem ganzen großen und letzten Orogenzyklus der Erde im initialen Vulkanismus gemeinsam sind und aus der gleichen Quelle stammen. Ihr in den ganzen Alpen stark zersetzter oder stark metamorpher Zustand läßt kaum irgendwo einen exakten Nachweis ihrer stellenweise angenommenen alkalischen Tendenz zu. Cornelius hat im Julier-Ergebiet (8, S. 284) nachweisen können, daß sie sowohl auf Grund einer Analyse als auch durch mikroskopische Untersuchungen (z. B. Ägiringehalt) ihren Alkaligehalt nicht nachträglicher Stoffzufuhr verdanken. Er nahm an, daß Tendenz zu essexitisch-thermalithischem Charakter (z. B. an einem ophiolithischen Albitgabbro) bestehe. Jedenfalls kann man aber aus den Grüngesteinen der Klippenzone bei Wien exakt auf den Alkalicharakter ihrer Ausgangschmelze schließen, wie in anderen basischen Ergußgesteinskörpern an manchen Stellen des Mediterrans. So folgen z. B. auch in den Euganeen den pazifischen Schmelzen schließlich Alkaligesteinsbildungen als letzte

<sup>1)</sup> Das war ja der Hauptgrund der früheren Zurechnung zum finalen Vulkanismus.

Phase. Doch ist in der Klippenzone nur ein Teil der Gesteine nachweisbar so tendiert, denn die Hauptmasse bilden die Pikrite, die beiden Stämmen gemein sind. Bezeichnend ist, daß auch hier die typischen Alkaligesteine die letzte Bildung gewesen sein dürften, als die letzten Ausflüsse des initialen Magmatismus, als ihre spätesten Bildungen nach der vorgosauischen Phase. Kalkassimilation wird wohl auch hier die Ursache dieser stark alkalischen Tendenz sein.

War diese letzte Feststellung nur durch petrographisch-mikroskopische Untersuchungen möglich, so war doch die Sicherstellung des gangförmigen Auftretens der Grünssteine ein Ergebnis rein geologischer Untersuchungen. Es lag also gerade in diesem Falle gar kein Grund vor, irgend jemandem eine petrographisch-mikroskopische Art Geologie zu sehen vorzuwerfen, denn dieser Jemand existiert gar nicht. Auch der „Vulkan von Wien“ war eine durchaus im Sinne der damaligen Kenntnisse mögliche Annahme, die Namensgebung selbst mit Absicht übertrieben. Es lag also auch kein Grund zu dem offenkundigen Spott vor, mit dem die Erfinder dieser Bezeichnung bedacht wurden. Zumindest bin ich der Meinung, daß dem, der eine Bezeichnung auf Grund der zu seiner Zeit möglichen Beobachtungen gebraucht, dann wenn durch neue, früher nicht mögliche Beobachtungen diese Bezeichnung sich als unrichtig erweist, kaum ein Vorwurf von dem gebührt, der sich um die neue Beobachtung nicht kümmert, sondern als reiner „Mente-Geologe“ die Sache anders sieht, und nur dieses Sehen als Begründung gebraucht und Gesteine, die Gänge in Oberkreide bilden, als oberjurassisch entstandene Ausschüttungen von Wildflysch ansieht.

Es ist nun durchaus richtig, daß man mit dem Mikroskop zumindest zunächst nur die lokale Petrographie sehen kann. Aber insofern ist das „nur“ nicht am Platze, weil schließlich kein Mineraloge, kein Petrologe und kein Geologe mit dem Mikroskop etwas anderes sehen will. Freilich ist heute die gesamte Petrologie, die Mikroskopie und die anderen Methoden der Petrographie (chemische und Gefügeanalysen) nicht mehr nur zur Gesteinsbeschreibung und -bestimmung als solcher da, sondern der Petrologe verfolgt mit seinen Untersuchungen und Methoden vornehmlich das Ziel, die Gesteine auf ihre Entstehung hin, auf ihre Geschichte hin zu sehen, so gut er es eben kann, denn die Geschichte eines Gesteins ist verhältnismäßig selten eindeutig festzustellen. Aber diese Geschichte eines Gesteines und damit eines mehr oder weniger großen Teilgebietes, das freilich manchmal immer noch recht klein sein kann, ist schließlich zugleich auch die Geschichte des Gebirges selbst, die gilt es ja tatsächlich zu sehen, wie Kober immer wieder sagt. Aber mit freiem Auge allein kann man das nur verhältnismäßig selten so sehen, daß man auch andere überzeugen kann, auch dann nicht, wenn man als bewährter „Mente-Geologe“ seine ganze Denkkraft einspannt. Und umgekehrt muß dieses Sehen ja doch von gewissen Stützpunkten tatsächlich klargestellter Verhältnisse ausgehen. Im Kristallin ist aber diese Klarstellung doch erwiesenermaßen, und von Kober auch in der Tat zugegeben, wenn auch nicht mit Worten ausgesprochen, durch petrologische Methoden geschaffen worden. Dies aus dem sehr einfachen Grunde, weil es anders gar nicht geht.

Es ist ja richtig, wenn Kober seine Schüler (25, S. 240) zum Schauen und Denken auffordert und von ihnen verlangt, daß sie das Detail zu einem Ganzen formen, Gesetze auf diese Weise finden sollen. Aber was hilft es,

wenn alle diese Details nur gesehen werden, aber dann doch als Tatsachen gewertet werden, dagegen Methoden, die ein Detail enthüllen können, abgelehnt werden. Was hilft es, wenn dann wiederum der „Vulkan von Wien“ als Beispiel, wie man es nicht machen soll, hingestellt wird? Und wenn als geschaute Tatsache ausdrücklich Grüngesteine, die nachweislich anstehend sind und Gänge in Oberkreide bilden, zeitlich oberjurassischen Radiolariten in Blockform zugeordnet werden?

Leider kann auch der geübteste „Mente-Geologe“ immer nur die Oberflächengestaltung sehen und nur aus dieser auf die tieferen Zonen schließen. Auch der Petrologe kann das nicht, zumindest dermalen nicht, noch nicht. Vielleicht können wir da in späterer Zeit einmal mit physikalischen Methoden weiter kommen. Aber in die Gesteine selbst können wir auf verschiedene Weise hineinsehen, das ist die Aufgabe der Petrologie, die nichts anderes will, als zu versuchen, auf diese Weise das geologische Geschehen vergangener Zeiten aufzuklären. Deshalb muß jeder Petrologe auch Geologe sein, denn nur so weiß er am besten, was er untersuchen soll. So sind denn auch die meisten Petrologen des In- und des Auslandes, ob sie nun im Kristallin oder im Sedimentgestein arbeiten, auch Geologen. Aber umgekehrt muß heute zumindest der Geologe, der im Kristallin arbeitet, auch Petrologe sein, petrologisch-mikroskopische Methoden entweder selbst anwenden, oder sie von seinen Helfern ausführen lassen. Geologie und Petrologie sind heute unzertrennlich miteinander verbunden, auch dann, wenn der eine Forscher sich mehr mit den großen Zusammenhängen, der andere mehr mit Beobachtungen im Felde und der Auswertung von Einzelbeobachtungen beschäftigt. Ebenso darf es keine Mente- und Malleo-Geologen geben, sondern nur solche, die beides in sich vereinen. Man kann mit der Geologie oder mit der Petrologie anfangen, während der Weiterarbeit aber muß man beides beherrschen lernen oder zusammenarbeiten als eine unzertrennbare Einheit. Und es ist erfreulich festzustellen, daß heute in allen Ländern der Erde, wo im Gebirge gearbeitet wird, also in den Alpen, vor allem bei uns, in der Schweiz, in Italien und auch in Frankreich so vorgegangen wird. Das ist der Weg, der in die Zukunft führt, von der Untersuchung im sinnvoll abgegrenzten Kleinbereich zum Zusammenschluß im Großen. Es wird ein langer und mühevoller Weg werden, voll von Widersprüchen und Mißerfolgen, Widerständen und Irrwegen bis an die Grenzen des Erreichbaren, die immer mehr erweiterbar sein werden, denn in der Wissenschaft von der Geschichte der Erde kann es kein „Bis hieher und nicht weiter“ geben.

Niemand wird es einem Forscher verübeln, wenn er mitten im Wege zur Erweiterung dieser Grenzen einmal innehält und versucht, das Erreichte zusammenzufügen, auch dann, wenn das nicht überall gelingt, wenn er an manchen Stellen nicht weiter kommen kann, als zu sagen, daß er an das glaubt, was er für richtig hält, aber nicht beweisen kann. Aber niemals darf er dann sagen: So ist es, sondern nur: So sehe ich es. Denn ersteres wäre Dogmatik, das andere aber ist ein Überzeugungsbekanntnis. Mehr als ein solches Überzeugungsbekanntnis auszusprechen, ist uns nicht gegeben.

So sehe ich die Vereinigung von Geologie und Petrologie, es ist dies ja auch nur ein Überzeugungsbekanntnis.

So sehe ich und so werte ich auch Kober's neues Buch: Ein grandioses Überzeugungsbekanntnis, das Überzeugungsbekanntnis eines großen For-

schers, der ein ganz hohes Maß der Gabe, Zusammenhänge zu sehen, besitzt. Aber wenn er sagt: So ist das, so lese ich: So sehe ich das. Und ich bin dessen gewiß, daß es keinen Geologen und keinen Petrologen geben wird, der Kobers Meinung nicht zu schätzen wissen wird, auch dann, wenn er einiges anders sehen sollte.

#### Aus dem Schrifttum

1. Ampferer, O.: Über das Bewegungsbild von Faltengebirgen. *Jahrb. Geol. B. A. Wien*, 56, 1906, S. 539.
  2. Angel, F., und Heritsch, F.: Das Alter der Zentralgneise in den Hohen Tauern. *Centrbl. f. Min. Geol. usw.*, Bd. 1931, S. 516.
  3. Angel, F., und Staber, F.: Migmatite der Hochalm-Ankogel-Gruppe. *Min.-Petrogr. Mitt.*, 49, 1937, S. 117.
  4. Angel, F., und Staber, F.: Gesteinswelt und Bau der Hochalm-Ankogel-Gruppe. *Wissenschaftl. Alpenvereinshefte*, Nr. 12, Innsbruck 1952.
  5. Becke, F.: Petrographische Studien am Tonalit der Rieserferner. *Tscherm. Min.-Petrogr. Mitt.*, 13, 1892, S. 379.
  6. Clar, E.: Zur Einfügung der Hohen Tauern in den Ostalpenraum. *Verh. Geol. B. A. Wien*, 1953, S. 53.
  7. Clar, E.: Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. *Geol. Rundsch.*, 42, 1953, S. 107.
  8. Cornelius, H. P.: Geologie der Err-Julier-Gruppe, I. Teil. *Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz*, 70, I., 1935.
  9. Cornelius, H. P.: Zur Auffassung der Ostalpen im Sinne der Deckenlehre. *Ztschr. d. Deutsch. Geol. Ges.*, 92, 1940, S. 271.
  10. Cornelius, H. P.: Neuere Erfahrungen über die Gesteinsmetamorphose in den Hohen Tauern. *Min.-Petrogr. Mitt.*, 54, 1942, S. 178.
  11. Cornelius, H. P.: Die Herkunft der Magmen nach Stille vom Standpunkt der Alpengeologie. *Sitzber. Öst. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl.*, I., 153, 1949, S. 38.
  12. Cornelius, H. P.: *Grundzüge der allgemeinen Geologie*. Wien 1953.
  13. Exner, Chr.: Das Gneisproblem in den östlichen Hohen Tauern. *Min.-Petrogr. Mitt.*, 3. F., 1, 1948, S. 32.
  14. Exner, Chr.: Der rezente Sial-Tiefenwulst unter den östlichen Hohen Tauern. *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 39—41, 1951, S. 75.
  15. Exner, Chr.: Geologische Probleme der Hohen Tauern. *Verh. Geol. B. A. Wien*, 1952, S. 1, Sonderheft C.
  16. Exner, Chr.: Zum Zentralgneis-Problem der östlichen Hohen Tauern. *Radex-Rundschau, Radenthein* 1953, S. 417.
- Die anderen in Texten nicht gekennzeichneten, aber verwendeten Veröffentlichungen von Chr. Exner sind in der zuletzt zitierten Arbeit aufgezählt.
17. Frasl, G.: Die beiden Sulzbachungen. *Jahrb. Geol. B. A. Wien*, 96, 1953, S. 143.
  18. Frasl, G.: Zur Stratigraphie und Tektonik der mittleren Hohen Tauern. *Vortrag in der Geol. Ges. Wien*, vom 12. II. 1955. Bei Ausführung der Korrektur noch nicht veröffentlicht.
  19. Friedrich, O. M.: Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. *Radex-Rundschau, Radenthein* 1953, S. 371.
  20. Grengg, R.: Über einen Lagergang von Pikrit im Flysch beim Steinhof (Wien XIII). *Verh. Geol. B. A. Wien*, 1914, S. 265.
  21. Hammer, W.: Der Tauernwestrand zwischen Habach- und Hollersbachtal. *Jahrb. Geol. B. A. Wien*, 85, 1935, S. 1.
- Heritsch, siehe Angel.
22. Hoernes, M.: Zur Geologie von Predazzo. *Sitzber. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl.*, 121, 1912, S. 4.
  23. Klebelsberg, R. v.: *Geologie von Tirol*. Berlin 1935.
  24. Kober, L.: *Der geologische Aufbau Österreichs*. Wien 1938.
  25. Kober, L.: *Bau und Entstehung der Alpen*, II. Aufl. Wien 1955.
  26. Köhler, A.: Die Abhängigkeit der Plagioklasoptik vom vorangegangenen Wärmeverhalten. *Min. Petrogr. Mitt.*, 53, 1942, S. 1, und Erscheinungen an Feldspäten in ihrer Bedeutung für die Klärung der Gesteinsgenesis, ebenda, III. F., 1, 1950, S. 51.
  27. Köhler, A., und Marchet, A.: Die Eruptivgesteine aus dem Lainzer Tiergarten (Wien). *Min.-Petrogr. Mitt.*, 51, 1939, S. 102.

28. Kölbl, L.: Das Nordende des Großvenedigermassivs. Sitzber. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., I., 111, 1932, S. 39.
29. Kraus, E.: Die Baugeschichte der Alpen I. Berlin 1951.
30. Küpper, H., und Zirkel, E. J.: Zur Kenntnis des Alpenabbruches am Westrand des Wiener Beckens. Jahrb. Geol. B. A. Wien, 94, 1950, S. 41.
31. Leitmeier, H.: Das Smaragdorkommen im Habachtal in Salzburg und seine Mineralien. Min.-Petrogr. Mitt., 49, 1937, S. 254.
32. Leitmeier, H.: Aus Predazzo I und II. Min.-Petrogr. Mitt., 52, 1940, S. 155 und 283.
33. Leitmeier, H.: Die beiden Quarzmonzonite. N. Jahrb. Min. usw., Monatshefte 1944, Abt. A, S. 261.
34. Leitmeier, H.: Einige neuere Mineralorkommen im Gebiete des Habachtals, ein Beitrag zur Kenntnis der Entstehung der Zentralgranitgneise der Hohen Tauern. Min.-Petrogr. Mitt., 55, 1942, S. 390.
35. Leitmeier, H.: Orogenese und Vererzung im Raum der Ostalpen. Kober-Festschrift, Skizzen zum Anlitz der Erde. Wien 1953, S. 283.
36. Leitmeier, H.: Die Probleme der Bildung der „Zentralgneise“ in den Hohen Tauern und einiger Mineralparagenesen in den Ostalpen und die Bedeutung von Spurenelementanalysen zu ihrer Lösung. Im Druck in Min.-Petrogr. Mitt.
37. Ogilvie-Gordon, M.: Das Grödener, Fassa- und Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten. Abhandl. Geol. B. A. Wien, 24, 1927.
38. Penck, W.: Der geologische Bau des Gebirges von Predazzo. N. Jahrb. Min. usw., BeilBd. 32, 1911, S. 239.
39. Petrascheck, W.: Über die Gesteine der Brixener Masse und ihrer Randbildungen. Jahrb. Geol. B. A. Wien, 54, 1904, S. 47.
40. Petrascheck, W.: Metallogenetische Zonen in den Ostalpen, Comptes Rendus XIV. Geologenkongreß 1926, erschienen 1928. Die alpine Metallognese. Jahrb. Geol. B. A. Wien, 90, 1945, S. 129 (erschienen 1947).
41. Petrascheck, W. E.: Zu H. Schneiderhöhns neuer Auffassung der alpinen Metallognese. Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh., 1953, S. 108.
42. Pichler, A.: Beiträge zur Geognosie von Tirol. Die Granitmasse von Brixen. N. Jahrb. Min. usw., 1871, S. 256.
43. Reinhard, M.: Über die Entstehung des Granites. Rektoratsrede. Basler Universitätsreden, Heft 16, 1943.
44. Rinne, F.: Gesteinskunde, 8. bis 9. Aufl., 1923, S. 345 und 346.
45. Salomon, W.: Über Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen granitisch-körnigen Massen. Tscherm. Min.-Petrogr. Mitt., 12, 1898, S. 109.
46. Sander, Br.: Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern, Nr. II. Jahrb. Geol. B. A. Wien, 70, 1921, S. 273.
47. Sander, Br.: Einführung in die Gefügekunde. Wien 1948 und 1950.
48. Schneiderhöhn, H.: Genetische Lagerstättengliederung auf geotektonischer Grundlage. Neues Jahrb. f. Min., Monatshefte, 1952, S. 47 und 65.
- Staber, F., siehe Angel.
49. Staub, R.: Der Bau der Alpen. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz n. F., 52, Bern 1924.
50. Stille, H.: Zur Frage der Herkunft der Magmen. Abhandl. preuß. Akad. d. Wiss., Nr. 19, 1940. Einführung in den Bau Amerikas. Berlin 1941, S. 10 und 658. Das Leitmotiv der geotektonischen Entwicklung. Vorträge d. Akad. Wiss. H., Nr. 32, Berlin 1949.
51. Stini, J.: Der Baugrund des neuen Wasserbehälters im Lainzer Tiergarten. Jahrb. Geol. B. A. Wien, 83, 1939, S. 35. Mitt. Geol. Ges. Wien, 38, 1937, S. 178. Ein vorgeschichtlicher Feuerberg bei Wien. Wiener Ztg., Nr. 234, vom 25. 11. 1937.
52. Suess, F. E.: Bausteine zu einem System der Tektogenese. Mitt. Geol. Ges. Wien, 36—33, 1943—1945, S. 114.
53. Vardabasso, E.: Rapporti fra attività magmatica e vicende tettoniche nella provincia petrografica. Comptes Rendus XV. Geol. Kongr. 1929, Bd. II, S. 49. Weitere Literatur unter Leitmeier, Nr. 32.
54. Weinschenk, E.: Beiträge zur Petrographie der östlichen Centralalpen, speciell des Großvenedigerstockes, Nr. II. Abhandl. kgl. Bayr. Akad. d. Wiss., II. Kl., 18, 1894, S. 717, und II. Teil, ebenda, 22, 1903—1904, S. 263.
- Zirkel, E. J., siehe Küpper.