

**KONTAKTMETAMORPHISMUS UND PIËZOKRISTALLI-  
SATION DES DR ERNST WEINSCHENK.**

---

VERSUCH ZUR KRITIK

VON

**F. ARENTZ.**

---

Mit grossem Interesse habe ich «Grundzüge der Gesteinskunde» gelesen, und doch ward ich getäuscht. Weinschenk hat die Wahrheit gar nicht gesehen, ungeachtet er mit grosser Stärke den modernen Dynamometamorphismus bekämpft und bestimmt behauptet, dass aller Metamorphismus ein Kontaktmetamorphismus ist. Darin bin ich absolut einig; der Gegensatz aber ist die Piëzokristallisation, die ganz falsch ist und niemals existirt hat.

Weinschenk ist aus der Scylla in die Charybdis gefallen. Die Kompressionisten, wie ich sie nenne, sagen, dass alles Gneis oder uralter Granit ist, während Weinschenk behauptet, dass alles ausschliesslich jüngerer Eruptivgranit ist. Alle beide haben Unrecht, die Wahrheit liegt in der Mitte. Jüngerer Eruptivgranit ist die Hauptsache in den Alpen, aber echter archaischer Gneis ist eine wirkliche Wahrheit, wenn er auch nur eine Nebenrolle spielt. Archaischer Gneis ist in der Gebirgsbildung der Kernpunkt, um welchen alles sich dreht. Versteht man erst, warum und wie dieses so sein muss, dann gibts kein Rätsel mehr in den Alpen, aber erst dann. Die Gneisformation stammt nur vom Grundgebirge, und der Granit kann nur jünger sein. Wie ist es doch möglich zu denken, dass Gneis aus einem kon-

taktmetamorphischen, mit Eruptivmaterial durchtränkten Tonschiefer gebildet ist? Gneis wird niemals aus echten Sedimenten gebildet, über wie viel granitisches Magma man auch verfügen möge. Weinschenk weiss gar nicht, was er mit dem Gneis tun soll, darum wird «Gneis» immer mit Gänsefüsschen ausgestattet. Die Formation der kristallinen Schiefer ist keine Formation in petrographischem Sinne, sagt Weinschenk.

Wie alle die anderen Geologen hat auch er keine Idee davon, dass die Gebirgsbildung eine ausgedehnte Zerbrechung der Erdkruste über den magmatischen Herden war, und dass die oft kollossalen Schollen der archaischen und älteren sedimentären Formationen vom Magma bis in die höchsten Gipfel hinaufgepresst wurden.

Zufolge der Stübelschen Explosionstheorie sind die archaischen Schichten universelle Bildungen und vollständig von den späteren Sedimenten verborgen, während die sogenannten alten «kristallinen Schiefer» nur ganz lokal vorkommen und offen am Tage liegen. Dass sie als Schollen in die Höhe hinaufgepresst worden sind, davon hat er keine Ahnung. Als ein Gemisch von alten und jungen Gesteinen liegen sie daher nun untereinander geworfen, und man hat kein Recht, daraus den Schluss zu ziehen, dass alle von derselben jüngeren Formationszeit sind, weil sie zufällig beisammen liegen. Die silurischen Graptolithen aus den Glimmerschiefern der Halbinsel Bergen in Norwegen sind paläozoische Schichten, zwischen archaischen Schollen und jüngeren Eruptiven liegend, ebenso wie im Gott-hardgebiete Schichten mit jurassischen Belemniten zusammen mit archaischen Schollen und in den Niederen Tauern karbonische Pflanzenreste mit Phylliten liegen. Das ist natürlich kein Beweis des jüngeren Alters der archaischen oder phyllitischen Schollen. Die Phyllite, welche ja unzweifelhaft nur kontaktmetamorphosirte paläozoische Schichten sind, gehören gar nicht zum Grundgebirge, wie Weinschenk sagt. Seine tertiären Schiefer der Glarner Alpen, «die den petrographischen Charakter paläozoischer Schiefer angenommen haben», sind wahre paläozoische Schichten, vom Magma von unten durch die jüngeren Formationen hinaufgepresst. Sie sind absolut nicht tertiär.

Weinschenk behauptet, dass es nicht scharf genug betont werden kann, dass die petrographische Beschaffenheit eines Ge-

steins zu keinerlei Schlüssen über dessen geologisches Alter berechtigt. Wie seine Piëzokristallisation ist auch diese Behauptung gar nicht richtig. Auch seine eruptive Theorie kann nicht den Mechanismus der Gebirgsbildung erklären, obgleich die eruptive Theorie die allein mögliche Lösung geben kann. Die unmögliche Piëzokristallisation ist überhaupt keine Erklärung. Die Formation der kristallinen Schiefer ist nicht «unnützer Ballast», sondern eine absolute Wahrheit, welche auch absolut erklärt werden muss. Diese Erklärung gibt meine Abhandlung. «Mountain-making in the Alps.»

Als erste und letzte Forderung muss das Streben nach reiner, unverfälschter Wahrheit auf ihr Banner geschrieben sein, sagt Weinschenk selbst ganz richtig. Aber es bleibt doch immer ein grosser Unterschied zwischen objektiver und subjektiver Wahrheit. Die Piëzokristallisation und alles, was damit in Verbindung steht, ist absolut keine objektive Wahrheit.

Wenn man die norwegische mittlere Gneisformation mit ihren Relationen zu dem unterliegenden Granit und überliegenden Phyllit kennt, kann man nicht daran zweifeln, dass diese Formation absolut existiert und vom Grundgebirge stammt. Dagegen sind die Phyllite kontaktmetamorphosirte paläozoische Sedimente und sie können unmöglich dem Grundgebirge angehören. Dass man alles über den Haufen wirft, um die Piëzokristallisation leichter zu erklären, das geht ja doch nicht. Keiner der Geologen hat gesehen, dass enorme Schollen vom Grundgebirge losgebrochen und durch das Magma emporgehoben sind. Dass kleinere Gneisfragmente in Graniten liegen, ist ja altbekannt. Andernseits darf man nicht vergessen, dass Granit sehr verschieden ist, bis Gneisgranit, wo eine Druckwirkung das prinzipale ist. Die Randzonen des Magmas werden besonders gegen die festen Gesteine gepresst. Persönlich bin ich davon überzeugt, dass der sogen. Grundgebirgsgranit ein jüngerer Eruptivgranit ist; in 1906 sah ich es deutlich in den Gebirgen östlich von Suldalsvand. Ich stimme absolut überein mit Weinschenk in seiner Auffassung, dass man nur Kontaktmetamorphose und gar keine Dynamometamorphose hat. Leider hat Weinschenk die uralte Gneisformation als eine jüngere, sekundäre Metamorphose des Magmas erklärt; auch er kennt nicht die vollständige Wahrheit und versucht daher die «Gneise und Glimmerschiefer» durch seine Piëzo-

kristallisation zu erklären. Ursprünglich stellte ich mir vor, dass das Grundwasser vielleicht in den obersten Schichten etwas zu tun hatte, dass aber in der Tiefe das Wasser vom Magma selbst herrühren musste. Weinschenk hat es sehr schön auseinandergesetzt. Doch kann ich nicht die hervorragende Rolle der Mineralbildner begreifen; die Pechsteine, welche zufolge der raschen Abkühlung glasig erstarrt sind, haben sogar den Gehalt an mineralbildenden Agentien in fester Lösung aufbewahrt. Ist es nicht einfach eine Auskristallisierung oder Sedimentation? Die Mineralbildner sind ja vielleicht sehr bekvem zur Erklärung der kolossalen Umwandlung von Granit oder Tonschiefer in Gneis. Ist die Hauptsache doch nicht die Temperatur, natürlicherweise in Verbindung mit Wasserdämpfen und Gasen?

Die zerbrochene, einsinkende Erdkruste treibt das Magma heraus; dazu kommt noch der aktive Druck im Magma selbst, während die Sedimente einen mehr passiven Druck, einen Gegen- druck, ausüben. Der Hauptdruck wird vom Magma übernom- men und kann nur von verhältnissmässig kurzer Dauer sein. Die Gesteine werden in die Höhe getrieben, und in den obersten Sedimenten tritt zugleich eine Biegung ein. Eine starke Zertrüm- merung muss während der Katastrophe stattfinden. Der zur Erklärung der Piëzokristallisation supponirte ausserordentlich mächtige Seitendruck von enormer Dauer ist wahrscheinlich nur eine Reminiscenz des früheren rätselhaften Tangentialdruckes.

«Zufolge der Stübelschen Explosionstheorie sollen die kri- stallinischen Schiefer des Grundgebirges einen gewissen univer- sellen Charakter an sich tragen, und im Gegenteil kommen die kristallinischen Schiefer nur ganz lokal vor. Man war ja dann auch gezwungen anzunehmen, dass in jener allerältesten Periode ein weitgehendes Relief der Oberfläche vorhanden war. Diese sogen. uralten kristallinischen Schiefergesteine, welche als Zwi- schenlagerungen in jüngeren, selbst sehr jungen Formationen auftreten, müssen daher jüngere Bildungen sein; für sie muss man doch wohl andere Entstehungsbedingungen annehmen, als sie für jene ältesten Bildungen vorausgesetzt werden. Schon längst kennt man einzelne fossilführende kristallinische Schiefer, Graptolithen oder Pflanzenreste. Es würden sich somit gerade diejenigen Formationen, während deren Bildung universell gleichmässige Bedingungen an der Oberfläche der Erde angenommen werden

müssen, durch die denkbar ungleichmässigste Beschaffenheit, durch einen scharf hervortretenden Mangel an Einheitlichkeit auszeichnen. Es kann nicht scharf genug betont werden, dass die petrographische Beschaffenheit eines Gesteins zu keinerlei Schlüssen über dessen geologisches Alter berechtigt. Die kristallinisch-schiefrige Beschaffenheit aber ist zum grossen Teil eine sekundäre erst erworbene Eigenschaft, durch Metamorphosen verändert.» Die Grundlage all dieses Missverständnisses liegt allein darin, dass Weinschenk das Zerbrechen und Emporheben der uralten kristallinischen Schiefergesteine gar nicht kennt, und dass er die fossilführende paläozoische Phyllite zum Grundgebirge rechnet. Dazu kommt seine Unkenntniss davon, dass die kristallinische Schollen nur zwischen den fossilführenden Sedimenten als hineingeworfen liegen.

Piëzokristallisation, das wesentliche Missverständniss Weinschens, fordert eine vollständigere Behandlung. Der Kürze halber werden seine eigenen Äusserungen in Gänseaugen gesetzt.

«Im Kern der typischen granitischen Zentralmassive der Alpen finden wir eine richtungslose Struktur, die aber gegen die Randzonen zu mehr und mehr einer Parallelstruktur und schliesslich einer eigentlichen Schieferstruktur Platz macht, indem die Glimmerblättchen, die im Zentrum richtungslos angeordnet sind, sich parallel orientieren und im allgemeinen vertikal stellen auf die Schubrichtung, welche die Alpen gefaltet hat. Das Zentrum und die als Gneis bezeichneten, schieferigen Randzonen sind in jeder Beziehung völlig übereinstimmend, abgesehen von der parallelen Anordnung des Glimmers. Alle diese Gesteine weisen gegenüber normalen Graniten viele Abweichungen auf, welche unmöglich als sekundäre Erscheinungen angesehen werden können.» Das Zentrum ist intrusiver Eruptivgranit, welcher gegen die Randzonen zu mehr und mehr eine Parallelstruktur annimmt, was man Gneisgranit nennt; schliesslich kommt dann die eigentliche Schieferstruktur, die wahre Gneisformation. Der Schub, welcher Gneisgranit bildete, wurde von dem Magma gegen die Umgebungen ausgeübt. Die Abweichungen waren nicht sekundäre, nach der Eruption entstandene Erscheinungen; der Gneis war schon längst gebildet, und die Parallelstruktur des Granites wurde während der Kristallisation zufolge des Druckes gebildet.

«Die Feldspatkristalle zeigen häufig Zerbrechungen, welche durch die «Mutterlauge» des Gesteins wieder verheilt sind, und

Quarz zeigt typische Kataklaststruktur. Alle grössere Einsprenglinge von Feldspat liegen mit ihrer Tafelfläche parallel der Schieferung, Augengneis. Die petrographische Untersuchung weist mit unwiderleglicher Sicherheit darauf hin, dass alle diese Modifikationen bestanden, bevor das Gestein seine kristallinische Beschaffenheit angenommen hatte; es sind primäre, nicht sekundäre Eigenschaften der zentralalpinen Granite, welche diese in so weitgehenden Gegensatz zu normalen Graniten bringen. Die mineralischen Unterschiede beruhen in erster Linie auf der Ausbildung der Mineralien mit sehr kleinem Molekularvolum. Die strukturellen Unterschiede beruhen in der parallelen Anordnung des Glimmers, der Feldspateinsprenglinge etc. und namentlich in der Zerbrechung und Zertrümmerung der Hauptbestandteile. Da man derartig beschaffene Gesteine nur in stark dislozierten Gebieten kennt, wird man nicht mit Unrecht einen Zusammenhang zwischen der Dislokation selbst und der eigenartigen Ausbildung der Gesteine suchen. Der das Gebirge faltende Druck ist in einer bestimmten Richtung orientiert und presst in dieser den schmelzflüssigen Kern zusammen. Bekanntlich pflanzt sich aber durch eine Flüssigkeit der orientierte Druck nicht auf weitere Entfernung fort, sondern er wird zur richtungslosen Spannung. Daher ist im Kerne richtungslose Struktur. Der Druck und die dadurch bedingten Verschiebungen bringen nun mannigfache Zerbrechungen der spröderen Gemengteile hervor und die Mutterlauge ergiesst sich in die so gebildeten Risse, bis endlich das kompakte Gestein mit seiner abweichenden Beschaffenheit fertig ist. Die Orientierung der Glimmerblättchen ist nicht abhängig von der Umgrenzung des Eruptivkörpers sondern von der Richtung des Druckes. Alle an den Graniten der Zentralalpen auftretenden Eigentümlichkeiten erklären sich so aus einem während der Kristallisation des Gesteins wirkenden mächtigen Seitendruck, und man bezeichnet daher alle diese Verhältnisse zusammenfassend mit dem Ausdruck Piëzokristallisation (piëzodrücke zusammen).»

All diese Absurdität hat ja gar keinen Zweck, da die Piëzokristallisation nur ein absolut unmöglicher Irrtum ist. Die Erklärung der wirklich existirenden Gneisformation muss auf ganz anderem Wege gesucht werden. Die Gneisformation war ja schon vorher gebildete, uralte, feste Gesteine, die ihre primären

Eigenschaften hatten, bevor das granitische Magma auskristallisierte. Die Kataklastenstruktur kann nur in schon festen Gesteinen entstehen wegen Zerkleinerung und späterer Gewalt; eine Verheilung geschah dann oft durch in die Risse und Zwischenräume eingedrungenes Magma. Die mineralischen und strukturellen Unterschiede beziehen sich auf die schon feste Gneisformation aber nicht auf das Magma. Da die Gneisformation nur durch das Magma heraufgetriebene uralte Gesteine sind, kann man sie nur in stark dislozierten Gebieten finden. Der angenommene Seitendruck von aussen existiert nicht. Der Kern ist selbstverständlich Granit mit richtungsloser Struktur und der Seitendruck hat nichts damit zu tun. Doch hat natürlich der früher besprochene Druck des Magmas in den Randzonen aus dem granitischen Magma einen Gneisgranit gepresst. Die eigentlichen Randzonen dagegen sind uralte Gneisformationen und kontaktmetamorphosirte paläozoische Schichten, die Phyllite.

«Man ist zwar heutzutage nur wenig geneigt, Gebirgsbildung und Vulkanismus in gegenseitige Beziehung zu bringen, aber die intensiven dynamischen Prozesse zerbrechen mächtige Massen in einzelne Schollen, lösen den Zusammenhang der Schichtenfugen durch Faltung der Schiefer selbst und schaffen so der vulkanischen Tätigkeit zahlreiche Stellen, an welchen die schmelzflüssigen Materialien hervordringen können. Abgesehen von der vorauszusetzenden Aktivität der vulkanischen Massen bewirkt die Zusammenfaltung der Schichten eine stärkere Belastung des vulkanischen Herdes, aus welchem halb selbsttätig, halb geschoben der Schmelzfluss empordringt. Er muss sich den Platz erst selbst schaffen, indem er die Schichten auseinander drängt und an den schwächsten Stellen zerreisst, sie emporhebt und so endlich in ungewöhnlich langen Zeiträumen ganz allmählich zu den mächtigen Massiven anwächst, welche die Achse der Alpen bilden.»

Diese Beschreibung ist in der Hauptsache richtig, nur hat Weinschenk die wahren Ursachen nicht gesehen. Die Zerkleinerung und der Einsturz ist primär durch die Kontraktion der Erde an schwachen Stellen bewirkt; dadurch wird das Magma emporgetrieben und nun trägt das Magma zur sekundären Gewalt bei, wahrscheinlich auch durch seine eigene Aktivität. Dagegen sind diese intensiven dynamischen Prozesse von ganz

kurzer Dauer und wachsen gar nicht allmählich in ungewöhnlich langen Zeiträumen zu den mächtigen Massiven an.

Zufolge Weinschenk wirkt nicht selten das vulkanische Magma auflösend auf das Nebengestein ein und dadurch erleidet das Gleichgewicht seiner chemischen Zusammensetzung mannigfache Störungen. Zahlreiche akzessorische, aus dem Nebengestein aufgenommene Mineralien, wie Cordiërit, Eisenoxydulgranat, Tonerdesilikate etc. treten in weiter Verbreitung auf. Dadurch versucht er zu erklären, was «an sich absolut nicht verständlich ist,» z. B. die an manchen Orten erschienenen «Gneise» oder «Amphibolite». Diese auflösende Wirkung auf das Nebengestein ist eine grosse Übertreibung, um seiner Piëzokristallisation zu helfen, und unnötig, da die ganze Gneisformation ja schon vorher gebildet und verändert war. Dagegen ist es richtig, dass das Magma einzelne Teile der Gneise und Sedimente einschmelzen kann. In den Alpentunneln findet man nicht allein Gneise sondern auch ganze Schollen der Sedimente in Granit eingeschmolzen.

Unter «Wirkung der Mineralbildner» spricht Weinschenk von den tertiären Banatiten des ungarischen Erzgebirges, wo er Seite 41 sagt: «die Unterschiede in der Beschaffenheit der Gesteine ergeben sich somit in erster Linie als Funktionen der in dem Magma vorhandenen mineralbildenden Agentien. In Zusammenhang damit ist zu bemerken, dass die Banatite ziemlich weitgehende Injektionen des Nebengesteins und kräftige Kontaktmetamorphosen hervorgebracht haben, so dass sie Tonschiefer zu «Gneisen» und «Glimmerschiefern» umbildeten, aus kalkigen Gesteinen granatführende Cipoline hervorbrachten, während die andern eine Einwirkung auf das Nebengestein kaum oder gar nicht erkennen lassen.» Im Namen aller Vernunft, wie ist es doch möglich zu glauben, dass Tonschiefer zu Gneisen und Glimmerschiefern umgebildet werden kann? Haben die Mineralbildner dieses gemacht, dann ist ja die Theorie der Mineralbildner das reinste Gewäsch. Die ganze Kontaktmetamorphose hier scheint nur Kalk zu Marmor umgebildet zu haben.

### **Der Kontaktmetamorphismus.**

«Die Mineralbildner, als welche die im Magma gelösten Gase und Dämpfe bei der Kristallisation fungieren, werden häufig in einer Mutterlauge konzentriert, bis auch diese sich verfestigt und die Gase in Freiheit gesetzt werden. Die dadurch gesteigerte Spannung führt zur Explosion oder presst die Gase in alle Poren und Hohlräume des Nebengesteins hinein, so dass die Gesteine in ihrem innersten Wesen durchtränkt werden. Diese hochgradig erhitzten Gase übertragen die hohe Temperatur des Schmelzflusses und ihre mineralbildenden Eigenschaften.»

Ist nun diese Schlussfolge richtig? Die Gase wirken auskristallisierend anfangs im Magma selbst und dann in der Mutterlauge, um erst nachher in das Nebengestein einzudringen. Die Auskristallisation des Magmas dauert ja doch wohl eine lange Zeit, bevor die Gase frei werden und ihre hochgradige Spannung erreichen. Mir scheint es wahrscheinlicher, dass das Magma sammt seinen aufgelösten Gasen gleichzeitig während der Erup-tion in die geöffneten Risse und Hohlräume des Nebengesteins hineindringt, und dass die hohe Temperatur des Magmas so-gleich in das Nebengestein allmählich übertragen wird ohne erst das Freiwerden der Gase abzuwarten. Die Biegungsfähigkeit der Sedimente ist wohl von der übertragenen Temperatur bedingt. Ist es nicht eigentlich die hohe feuchte Temperatur, welche die Hauptrolle in dem Kontaktmetamorphismus spielt, in Verbindung mit den Eigenschaften des Nebengesteins? Weinschenk sagt ja selbst, dass Ausdehnung und Intensität der kontaktmetamor-phischen Umwandlung nicht allein durch die Menge und die Beschaffenheit der umbildenden Agentien, sondern vielleicht in noch höherem Masse von der Durchlässigkeit und Umbildungs-fähigkeit des Nebengesteins bedingt sind. Ich kann mich nicht von der Auffassung befreien, dass es die unmögliche Piëzokri-stallisation ist, die besonders die Theorie der Mineralbildner aufrecht hält.

Es scheint, dass es nur die erhitzten diffundirenden Gase sind, welche die Fähigkeit haben in das innerste Gefüge selbst der festesten Gesteine einzudringen. Die selbständige Überfüh-rung der Wärme muss doch wohl die eigentliche Hauptsache sein? «Die Tiefengesteine, welche während ihrer Verfestigung

die Mineralbildner zurückzuhalten im stande sind, wirken daher im allgemeinen nicht umschmelzend auf das Nebengestein ein, das aber auf viel weitere Entfernung einer molekularen Umlagerung erliegt, als man bei der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit der Gesteine an sich annehmen sollte. Bei den Ergussgesteinen, wo die Gase verloren gegangen sind, tritt in erster Linie eine völlige oder teilweise Schmelzung des Nebengesteins ein, eine Frittung, auf die dem Eruptivgestein am nächsten liegenden Teile beschränkt.» Ist im ersten Fall nicht die Ursache, dass die Hitze eine feuchte ist, während im letzten Fall es eine trockené Hitze ist? Und wenn bei den Ergussgesteinen die Gase, die Mineralbildner, verloren gegangen sind, warum tritt dann in einiger Entfernung eine Kontaktmetamorphose ohne Mineralbildner ein? Ist denn nicht die Wärme die eigentliche Ursache der Metamorphose?

«Verschieden zusammengesetzte Magmen haben in sehr verschiedenem Masse die Fähigkeit, sich mit Mineralbildnern zu beladen. Im allgemeinen ist es aber nur der Grad der Umwandlung, nicht die Art derselben, welche den Unterschied macht?» Liegt nicht vielmehr der Unterschied in den verschiedenen Bestandteilen und Mengen des Magmas? Können nicht die Kristalle des Magmas und des Nebengesteins die in den Gasen enthaltenen Stoffe aufnehmen, ohne dass die Gase Mineralbildner sind? Der Stoffgehalt der Gase ist wohl davon abhängig, was das Magma zur seiner Kristallisation verbraucht oder nicht?

«Gesteine, welche durch gebirgsbildende Prozesse eine innere Zertrümmerung erfahren haben, werden leicht und auf weite Entfernungen hin durchtränkt, während besonders kompakte Bildungen, wie feinkörnige Eruptivgesteine, sich als viel weniger durchlässig erweisen.» In «Mountain-making in the Alps» habe ich die Vermutung ausgesprochen, dass die Ursache der von Heim jun. berührten unregelmässigen Metamorphose im Säntisgebirge vielleicht die Zertrümmerung ist. Auch überall in den Tonschieferkontakthöfen findet man ganz unveränderte Stellen. Die leichteren Wege für die Fortpflanzung der Wärme sind wohl abhängig von der Gewalt des Magmas.

«Wo z. B. ein älterer Granit von einem jüngeren durchbrochen wird, sehen wir keine Wirkung des letzteren; dagegen treten deutliche Veränderungen hervor, wenn in dem Kontakt-

bereich eines Granites basische Eruptivgesteine vorhanden sind. Gewisse basische Eruptivgesteine sind in hohem Masse umbildungsfähig.» Die sogenannte kontaktmetamorphische Umwandlung basischer Eruptivgesteine mit sehr weitgehenden Veränderungen, bis jeder Rest der ursprünglichen Struktur verloren gegangen ist, ist wohl, wenigstens in den allermeisten Fällen, keine vulkanische oder postvulkanische Metamorphose der tertiären Eruption in den Alpen. Es sind alte solide, längst veränderte Gesteine und nicht abhängig von Piëzokristallisation und Piëzokontaktmetamorphose.

Die französischen «schistes feldspatisées» sind recht zweifelhaft, sagt Weinschenk und fügt hinzu, dass weitaus die meisten Tonschiefer schon von vornherein die Elemente des Feldspats enthalten, welcher also recht wohl durch molekulare Umlagerung entstehen konnte. Das ist nur wieder die unmögliche Piëzokristallisation.

«Grössere Fragmente der Sedimentgesteine entziehen sich der Umwandlung zumeist ganz, wie in Sandsteinen und Konglomeraten. Die Umwandlung von Einschlüssen in Tiefengesteinen ist meist eine noch weiter gehende als die des anstehenden Nebengesteins. Z. B. die sogenannten «Gneiseinschlüsse in Graniten, welche häufig mit als Beweis für die allgemeine Verbreitung des Gneises in der Tiefe angeführt werden, die aber nichts sind als kontaktmetamorphische, mit Eruptivmaterial durchträngte Tonschiefer.» Diese Erklärung einer wirklichen Wahrheit ist ja doch wohl nicht richtig.

«Wie empfindlich gerade die basischen Eruptivgesteine gegen die von Graniten ausgehende Kontaktmetamorphose sind, ergibt sich aus der Beobachtung, dass zwischen Tonschiefern eingelagerte Vorkommnisse von solchen noch deutlich verändert sind in Entfernungen, in welchen die Tonschiefer selbst keine Spur einer Einwirkung mehr zeigen.» Das beweist ja doch zur Evidenz, dass diese sogenannten kontaktmetamorphischen basischen Gesteine nur alte schon längst veränderte Gesteine sein können.

Da die Piëzokristallisation nicht existirt, kann von einer Piëzokontaktmetamorphose auch keine Rede sein.

Ich bin absolut übereinstimmend mit Weinschenk darin, dass alle Metamorphose eine Kontaktmetamorphose ist, und dass

eine regionale Metamorphose gar nicht existiert. Was möglicher Weise in archaischen Zeiten geschehen ist, davon ist hier nicht die Rede. Die Piezokristallisation ist sein grosses Missverständnis. Eine wirkliche Wahrheit sind die uralten kristallinen Schiefer, und die Frage wird dann: warum liegen die archaischen Gesteine da? Diese Frage hat Weinschenk versucht zu lösen durch die Piezokristallisation, aber in ebenso unbefriediger Weise wie alle die Anderen. Diese Frage kann nur durch die alte Eruptionstheorie gelöst werden; das Magma hat die zerbrochenen archaischen Schollen emporgehoben. Da «liegt der geologische Hund begraben.»

Unter den postvulkanischen Prozessen sind Zersetzungen aufgeführt, die gar nichts mit der tertiären Eruption in den Alpen zu tun haben. Es waren da schon alte Zersetzungen. Die Saussuritisierung, angeblich ausser kontaktmetamorphicsh auch postvulkanisch und in beiden Fällen von gleichem Verlauf, ist häufig dynamischen Prozessen zugeschrieben worden, doch ist bisweilen Gebirgsdruck ausgeschlossen, und bisweilen ist sie oft ganz lokal. Damit ist ja auch gesagt, dass sie eine schon fertige Erscheinung war, da der tertiäre Magmaausbruch die alten Gesteine zerstörte. Ebenso verhält es sich vielleicht, ganz oder wenigstens teilweise, mit Grünsteinbildung, Sericitisierung und Serpentinisierung. Doch habe ich hierin keine Erfahrung und kann nur eine Vermutung aussprechen.

### **Regionaler Metamorphismus.**

Die Theorie des Dynamometamorphismus, die heutzutage das ganze geologische Feld beherrscht, habe ich schon in «Mountain-making in the Alps» behandelt; hier will ich nur in aller Kürze die wissenschaftlichen Einwendungen Weinschens anführen.

«Heims Theorie der bruchlosen Faltung ist durch das mikroskopische Studium längst als unhaltbar nachgewiesen worden. Die Elastizitätsgrenze der meisten Gesteine ist eine ziemlich enge und mikroskopisch ist die latente Plastizität eine kontinuierliche innere Zertrümmerung. Tonschiefer besitzt das höchste Mass von Plastizität; plastisch sind auch Kalksteine unter Belastung. Äusserst gering ist die Plastizität von Feldspat und namentlich

Quarz und Olivin. Ein plastisches Anpassen der Granite an ihre Umgebung oder gar ein Hineinpressen derselben in festem Zustand in Spalten und Fugen des Nebengesteins, wie z. B. bei Tonschiefer, ist durch ihre physikalische Beschaffenheit ausgeschlossen. Der Hauptfaktor der ganzen Umwandlung, eine gewisse Beweglichkeit der Moleküle, muss in dem Druck selbst gesucht werden; die Gebirgsfeuchtigkeit existirt vermutlich nur in der Theorie und die Erwärmung durch innere Reibung ist doch unendlich langsam. In zahlreichen Fällen ist das Mass der Pressung ausschliesslich aus der kristallinisch-schieferigen Beschaffenheit der Gesteine selbst abgeleitet worden, wobei die Richtigkeit der Theorie vorausgesetzt wird um Beweise für eben diese Theorie zu finden.» Die experimentellen Untersuchungen von Spring beweisen nichts.

«In zahlreichen Fällen sind Sedimente in der intensivsten Weise zusammengedrückt und gefaltet worden ohne Spur einer kristallinischen Umwandlung. Die tertiären Schiefer der Glarner Alpen z. B. sind in einem Masse disloziert, wie es auch bei hoch kristallinisch entwickelten Schiefen zu den Seltenheiten gehört; sie haben dabei eine transversale Schieferung und den petrographischen Charakter paläozoischer Schiefer angenommen, von einer kristallinischen Beschaffenheit aber ist keine Spur vorhanden.» Dieses Beispiel ist ein Beweis sowohl gegen die Dynamometamorphose wie gegen Weinschenks Auffassung. Die Wahrheit ist ganz einfach, dass es kontaktmetamorphische paläozoische Schiefer sind, die durch die jüngeren Schichten hinaufgepresst sind. Das ist alles.

«Dagegen trifft man in den phyllitisch umgewandelten karbonischen Schiefen der Niederen Tauern Partien, welche ausser ihrer kristallinischen Beschaffenheit keine Anzeichen einer bedeutenden Einwirkung mekanischer Kräfte erkennen lassen, in welchen Pflanzenreste ohne eine Spur von Verzerrung erhalten sind, in welchen Einlagerungen von Graphit die ursprüngliche Beschaffenheit der Steinkohle noch vollständig erkennen lassen. Man trifft an zahlreichen Stellen der Alpen, so in der Stubai Gruppe, am Monte Rosa etc., hochkristallinisch umgewandelte Sedimente in flacher, fast horizontaler Lagerung ohne weitergehende Stauchung der Schichten; man macht dieselbe Beobachtung bei den kristallinischen Schiefen Attikas u. s. f., so dass

man sich der Überzeugung nicht verschliessen kann, dass von dem allgemeinen Schlagwort, als welches der Dynamometamorphismus heute erscheint, der Kern der Sache nicht berührt wird.» Die Wahrheit ist auch hier ganz einfach. In den Niederen Tauern liegen über dem Gneis wirkliche paläozoische Phyllite, welche in die karbonischen Schichten hinaufgepresst und mit diesen vermischt sind. An den anderen Stellen sind es nicht kristallinisch umgewandelte Sedimente, sondern eine wirkliche horizontale Gneissformation. Folglich haben sowohl Heim als Weinschenk Unrecht.

Wenn Weinschenk sagt, dass die petrographischen Eigenschaften der jüngeren kristallinischen Schiefer so vollkommen mit jenen der archaischen Schiefer übereinstimmen, dass beide vom petrographischen Standpunkt aus als völlig identisch anzusehen sind, und dass diese jüngeren kristallinischen Schiefer mit Sicherheit beweisen, dass derartige Umwandlungen möglich sind, dann sind Weinschens sogenannte jüngere kristallinische Schiefer eine absolut falsche Annahme. Das sind echte archaische Schiefer.

Weinschenk sagt, dass nur ein primärer Eruptivkontakt, nicht ein sekundärer mekanischer Kontakt im stande ist, alle Erscheinungen zu erklären, was auch absolut richtig ist.

Die Gebirgsbildung ist die Wirkung einer jüngeren Eruption. Die Gneisformation aber kann nur von dem Grundgebirge stammen und lässt sich gar nicht erklären durch Piëzokristallisation oder Dynamometamorphismus oder die abenteuerlichen Überfaltungen. Die Gneisformation kann nur zerbrochene Schollen des Grundgebirges sein, die durch das Magma emporgehoben sind. Das ist ja auch schon längst für die in Graniten liegenden Gneiseinschlüsse anerkannt. Der Unterschied meiner Eruptionstheorie ist dann eigentlich nur ein quantitativer: grosse Schollen und kleine Einschlüsse. Die richtige Erklärung der Gneisformation bleibt die Hauptfrage.

Kristiania 22te April 1908.

---