

Die Albitisierung in Oststeiermark und angrenzenden Gebieten.

Von **Robert Schwinner**, Graz.

Seit AUGUST BÖHM (1883) die „Albitgneise“ des Wechsels beschrieben hat, ist die Entstehung der Höfe albitisierter Gesteine, wie sie sich in der Oststeiermark und angrenzenden Gebieten in ziemlicher Verbreitung finden, eine Frage, für welche Geologen und Petrographen erschöpfende Antwort noch nicht gefunden haben. Da in diesem ganzen Gebiete die Aufschlüsse sehr schlecht sind, ist jeder neue Fund, der irgend eine Aufklärung verspricht, von Wert. Und was A. KÖHLER und A. ERICH in Nr. 4 dieser Verhandlungen über „Neugebildete Albitkristalle in tertiären Konglomeratkalken bei Maltern, Niederdonau“ berichtet haben, ist auch wegen Ausführlichkeit der Beschreibung und Genauigkeit der mitgeteilten Beobachtungen eine besondere Bereicherung unseres Wissens. Aber in den Folgerungen sind die glücklichen Finder etwas weitergegangen, als bei Berücksichtigung größerer Zusammenhänge verantwortet werden kann. Es sei gestattet, hier die nötigen Fragezeichen anzubringen, bevor gute Beobachtungen und zweifelhafte Deutungen untrennbar verquickt im Schrifttum verbreitet werden, was erfahrungsgemäß unnötige und unerwünschte Weiterungen verursacht.

Zuerst: Es wäre besser gewesen, das Wort „tertiär“ nicht so bestimmt in den Titel zu setzen. Auch nach den Angaben der Autoren selbst ist der betreffende „Konglomeratkalk“ durchaus nicht als Tertiär gesichert. Er führt keine Fossilien, und der Aufschluß steht nicht mit sicherem Tertiär in Verbindung, es ist auch kein bekanntes typisches Tertiärgestein. Die Vermutung, welche K. und E. äußern, daß es sich um eine andere Fazies für die Sinnersdorfer Schotter handle, ist wenig wahrscheinlich.¹⁾ Manches in der Beschreibung könnte an gewisse Sarmatkalke erinnern; aber daß in solchen fremde Blöcke bis $\frac{1}{2}$ m Größe eingeschlossen wären, ist wieder nicht gebräuchlich. Auch ist die Angabe von „dünnem durchziehendem Serizitbelag auf Bewegungsflächen“ für Tertiärkalk (genauer gesagt Jungtertiär, um anderes kann es sich hier nicht handeln) durchaus nicht gewöhnlich. Überhaupt, nach dem Wortlaut der Beschreibung (l. c. S. 119), ist die Entscheidung, mit welcher die Autoren Zugehörigkeit zur Rech-

¹⁾ „Gerölle beider kristalliner Schieferserien spielen (scl. in den Sinnersdorfer Schottern) die Hauptrolle, daneben sind Semmeringquarzite relativ reichlich. Kalk- und Dolomitgerölle gibt es keine, obwohl der Aufbereitungszustand, insbesondere des basalen Teiles, ein ganz primitiver ist.“ (MOHR, Wechselbahn, S. 355.) Daß sich der Geröllbestand einer Aufschüttung auf wenige Kilometer so grundlegend ändern sollte, hat kaum ein Beispiel.

nitzer Kalkphyllitserie ablehnen, nicht ganz verständlich: was soll beim Stand der Metamorphose derselben in einem von Natur aus ziemlich reinen Kalk denn zu merken sein, als ein paar serizitische Häutchen? Ein Beobachter wie Jugovics hat den in Frage stehenden Kalk auch unbedenklich zu jener Serie gestellt.

Auch dem Versuch, die Neubildung des Albites nach dem Verhältnis zur Bruchtektonik zu datieren, kann nicht zugestimmt werden. Wohl zeigen die jungen Brüche dieses Gebirgstalles (der Raabalpen) oft heftige Zermalmungen von festem Gestein zu Sand (zum Beispiel bei Rettenegg, St. Jakob im Walde, Wenigzell usw.), ja bis zu feinem Mehl (so nordöstlich von Aspang). Aber das ist unmittelbar auf die Störung selbst beschränkt. In der nächsten Nachbarschaft findet man dann vielleicht in den Dünnschliffen noch weit auseinanderstehende Scherrisse, in der weiteren Umgebung zeigt aber das Gestein keine Spur mechanischer Beeinflussung mehr. Nach den Angaben von K. und E. sowie von HINTERLECHNER sind zwar um Maltern große Brüche zu vermuten, aber ihre Lage ist noch nicht ausgemacht worden. Unmittelbar durch den Aufschluß geht aber offenbar keiner; wenigstens haben die Autoren nichts dergleichen bemerkt. Es spricht auch dagegen, daß nach ihren Angaben das Zement zwischen den Geröllen umkristallisiert ist. Für die jungen Zermalmungszonen der Raabalpen ist aber kennzeichnend, daß die Zermalmungsprodukte gar nicht rekristallisiert sind.

Nun, nach der ausführlichen Beschreibung, welche die Autoren von dem „Konglomeratkalk“ geben, muß jemand, der in den Raabalpen mehr herumgekommen ist, wohl in erster Linie an die in diesem Gebirge häufigen „Rauchwacken“ denken (mir fiel zuerst die von Rettenegg ein), wobei noch offen bleiben mag, ob es sich bei diesen um einen stratigraphischen Horizont handelt (man meint meist: Basis der Trias) oder um tektonisches Zermalmungsgestein; es kommt beides vor. Die angegebene Mischung von gerundeten mit eckigen Komponenten spricht mehr für tektonische Entstehung. Für diese Annahme spricht weiter, daß gerade hier die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Mylonit gegeben ist. Nach den vorliegenden Karten (MOHR ebensowohl wie WIESENEDER, trotz sonstiger Unterschiede in der Grenzziehung) geht gerade am S-Rand der Ortschaft Maltern eine große Schubfläche durch, zwischen einer Decke aus Rechnitzer Serie und basalem Gebirge (Aspanger Granit und Hülle). Und Material, aus dessen Zermalmung eine solche „Rauchwacke“ entstehen könnte, ist auch da. So gibt HINTERLECHNER (S. 346) aus der Umgebung von Maltern in weiter Verbreitung hellgraugelbe, an einer Stelle bräunlichgraue Kalke an, meist ziemlich rein, nur im O-Teil ihrer Verbreitung stärker durch Quarz und Serizit verunreinigt; die Antimonitlagerstätte Maltern liegt (nach HOFFMANN, S. 14) in Dolomit. Es wäre von vornherein festzustellen gewesen, ob das Gestein der „Gerölle“ in diesem „Konglomeratkalk“ nicht mit solchem übereinstimmt, das ganz in der Nähe bei Maltern ansteht, das hätte noch etwas näher gelegen als der Vergleich mit Hannersdorf, den K. und E. a. a. O. ziehen.

Fassen wir zusammen: Die Bruchtektonik ist zur Datierung einer Kristallbildung wenig geeignet. Nur wenn ein Kristall unmittelbar an einem Bruch eines bestimmten Systemes zerbrochen ist, erscheint das Alter seiner Bildung bestimmt: er ist dann sicher älter als

jenes Bruchsystem. Sind aber Kristalle einer bestimmten Bildung nicht zerbrochen, dann können sie jünger sein als die Brüche oder sie liegen einfach entfernt genug von den Brüchen, im weiter nicht durchbewegten Block, und dann können sie ebensogut älter sein als die Brüche. Dagegen führt Faltung, Überfaltung, Deckenbildung vielfach, man kann sagen meist, zur Durchbewegung, mechanischen Durcharbeitung größerer Gebirgsmassen. Die Fundstelle der in Frage stehenden Albite, Maltern, liegt jedenfalls nahe einer Hauptschubfläche, es ist wohl anzunehmen, daß das Gestein in seiner Umgebung allgemein Spuren der mechanischen Beanspruchung durch die Faltungsphase zeigen wird, welche die Rechnitzer Decke auf dem basalen Gebirge verschoben hat. (Wie oben ausgeführt, ist wahrscheinlich sogar das Muttergestein unserer Albite ein Tektonit jener Faltung.) Das Alter dieser Faltungsphase mag noch verschieden beurteilt werden. Unbestreitbar ist sie älter, wesentlich älter als die jungen Brüche dieses Gebirgstalles; sie für alpidisch zu erklären, dafür spricht keine direkte Beobachtung, manches dagegen; keine Beobachtung spricht gegen die Annahme, daß die Faltung, Durchbewegung in diesem Gebirgstal bereits in der variskischen Ära erfolgt sei.²⁾ Die größeren Zusammenhänge des Gebirgsbaues sprechen für variskisch, und zwar für eine der älteren Phasen dieser Ära, vielleicht sogar für bretonisch. Von den unzerbrochenen Albiten kann man nur mit ziemlicher Sicherheit sagen, daß sie jünger sind als diese Faltung und die dazu korrelierte Durchbewegung. Man muß also vorerst für die Altersdeutung einen viel größeren Spielraum offenhalten als K. und E. meinten.

Ferner: Man wird mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen können, daß die Bildung von Albit in den „Konglomeratkalken“ von Maltern gleichzeitig mit jener in den Wechselschiefern usw. erfolgt ist. Albitisierung ist schließlich kein ganz gewöhnlicher Vorgang, es müssen da eine Anzahl von Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein (gewisse Temperatur-Druck-Verhältnisse, Alkalizufuhr, Wegsamkeit usw.); es ist nicht wahrscheinlich, daß das in einem und demselben Gebirgstal mehrmals zusammentrifft — ich wüßte wenigstens kein Beispiel dafür.³⁾ Für diese Albitisierung sind im Wechselgebiet die besten Belege zu finden, sie ist aber nicht auf dieses beschränkt:⁴⁾ beispielsweise findet sich ein gut ausgebildeter Albitisierungshof von Vraun-Bahnhofstraße ostwärts ausdehnend

²⁾ Wie ich sie in der von SCHAFFER herausgegebenen „Geologie der Ostmark“, S. 102, ausführlich dargelegt habe!

³⁾ Dazu schreibt F. E. SUSS (Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 24, S. 36): „... Albitporphyroblastenschiefer ... wird man allenthalben im zu Decken ausgeschleiften Grundgebirge, oft in vollkommen gleicher Ausbildung, finden.“ Unter „zu Decken ausgeschleiften Grundgebirge“ ist das Altkristallin der Ostalpen gemeint! In diesem ganzen Gebiet (a. a. O., S. 29—30) „war die Umprägung in die Mesostufe zumeist begleitet oder gefolgt von einer gesteigerten Mobilisation der Alkalien; ... sie bewirkte Deformationsverglimmerung und Albitisation“. Mit der „Deformationsverglimmerung“ wollen wir uns nicht aufhalten. Albitisation ist im Altkristallin nicht „allenthalben“ zu finden, sie ist den ganzen Muralpen fremd, ebenso der südlichen Gneiszone (den „Vieux gneiss“). Albitknotenschiefer kommen in einigen wenigen Strichen der Otztaler Alpen und wohl auch der Silvretta vor, aber kaum „in vollkommen gleicher Ausbildung“ wie etwa im Wechsel.

⁴⁾ RICHARZ hat das Vorkommen albitisierter Schiefer bei Aspang, außerhalb der Wechselserie, angegeben, MOHR (Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. IV, S. 641) heftig bestritten, im allgemeinen und besonders das am Kulmariegal. Dort sind die Aufschlüsse ja wirklich sehr schlecht. Auch sonst habe ich auf meinen

bis über Riegersbach hin. Aber auch das Wechselgebiet ist nicht durch und durch albitisiert, auch dort erfaßt diese Kristallneubildung einzelne Höfe. So trifft man, den Wechselkamm von W gegen O überschreitend, starke Albitisierung gleich vom Feistritzgebiet, vom Ohrwaschelgraben an; dann um die Steinerner Stiege und schließlich am O-Rand, so beim „Kaolinwerk“ Ausschlag-Zöbern besonders reichlich und große Albitknöpfe. Vom Ohrwaschelgraben oder von der Steinernen Stiege nach Vorau ist die Entfernung 12 km; von Station Ausschlag-Zöbern bis nach Maltern sind es $14\frac{1}{2}$ km. Ein Albitisierungshof bei Maltern würde von der Hauptmasse der Wechselalbite nicht wesentlich weiter entfernt sein als der kleine isolierte Hof bei Vorau.

Über das Alter der Albitisierung im Wechselgebiet hat sich auch kürzlich K. BISTRITSCHAN geäußert. Die nicht ganz glückliche Ausdrucksweise erschwert es allerdings zu unterscheiden, was Beobachtung ist, eigene und neue, und was — meist fremde — „Auffassung“. B. schreibt nun (l. c. S. 112): „Diese (scl. die Wechselschiefer) sind zufolge ihrer konkordanten Lagerung unter den mit ihnen durch Übergänge stratigraphisch verbundenen Semmeringquarziten — die als Perm-Untertrias gelten — im allgemeinen als Karbon anzusprechen ... Wenn man nun für die Wechselschiefer ein karbonales Alter als feststehend annimmt, so kann die Albitisierung ... nur jünger als Karbon, also alpin sein.“ Eine Behauptung mit immer gesteigerter Bestimmtheit zu wiederholen — wir haben die Steigerung im Zitat gesperrt — ist ein bekannter Trick für Propaganda ... Richtig ist, daß in manchen Kreisen die Semmeringquarzitserie für Perm-Untertrias gilt. Diese Behauptung ist durch keine Beobachtungstatsache unmittelbar gestützt, sie kann gegen die bestimmte Angabe SPENGLERS,⁵⁾ daß diese selben Quarzite bereits in ihrem typischen Metamorphosezustand schon in Präbichelkonglomeraten zu finden sind, nicht aufrechterhalten werden⁶⁾ — außer man hängt ad hoc die Hilfshypothese an, daß diese selben Quarzite in zwei Horizonten gleichartig vorkämen, etwa in der Untertrias und in der Rannachserie. Somit ist schon der Nagel, an den diese ganze Schlußkette aufgehängt ist, einigermaßen wackelig.

Ob die Semmeringquarzitserie mit den Wechselschiefern „durch Übergänge stratigraphisch eng verbunden ist“?, das sollte mit Detailbeobachtungen genauer belegt, nicht bloß blank behauptet werden!⁷⁾

Informationstouren in der Aspanger Zone etwas wie Wechselgneis mit groben Albitkörnern tatsächlich nicht gesehen; wohl aber Schiefer mit kleinen Körnchen, wie ich sie schon im W, fast bis zur Stanz, beschrieben habe, ebenfalls aus der „Kernserie“. (Sitzungsber., Wien, 141, S. 339.) NB.: Die Wechselalbite von Vorau—Riegersbach sind so groß und typisch, wie man wünschen mag.

⁵⁾ E. SPENGLER, Jahrb. 1919, S. 222, und Jahrb. 1920, S. 249, vgl. auch SCHWINNER, Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm., 72, S. 77.

⁶⁾ Übrigens, wir haben in den Ostalpen in Quarziten durch Fossilien belegt Tremadoc, Caradoc, Unterdevon, der berühmte „Verrukan Quarzit“ des Monte Pisano hat Unterkreidefossilien geliefert; daß Triasfossilien aus Quarziten nicht bekannt sind, kann also nicht daran liegen, daß Quarzite Fossilien nicht liefern könnten.

⁷⁾ Längere Erfahrung im metamorphen Gebirge lehrt, daß gerade diese einfachen Aussagen nicht leichthin abgegeben werden dürfen. Prüft man den Einzelfall wirklich von allen Seiten, so kommt man gewöhnlich auf einander widersprechende Merkmale, und nur sorgfältiges Abwägen der einzelnen Indizien gegeneinander kann größere oder geringere Wahrscheinlichkeit einer Auffassung ergeben.

Ich bin bei der Beurteilung der Semmeringquarzitserie vom Zug des Blasenkogels — südöstlich von Rettenegg — ausgegangen und habe die daraus gezogene Auffassung auch unter verwickelteren Verhältnissen recht brauchbar befunden. Danach lägen in der normalen Folge die massigen Quarzite (einschließlich der Quarz-in-Quarz-Konglomerate in ihrem unteren Teil) oben, unter ihnen die „Semmeringschiefer“, in denen neben einfachen lichten Serizitschiefern auch „Schiefer mit kaolinisierten Feldspaten“ (SANDER) — meines Erachtens meist Arkosen, doch findet sich auch die Deutung als Porphyroide — und Quarzkonglomerate mit Serizitgrundmasse (Rannachtypus) vorkommen. Das gibt auch ein verständliches Bild der Entwicklung dieser Trümmergesteinsfolge: nämlich, daß der Absatz anfänglich noch wenig geordnet war, grobe Gerölle, Feldspatbrocken, Ton usw. da und dort enthielt, im Laufe der Zeit das Material aber immer mehr zu einheitlichem Quarzsand aussortiert wurde. (Ob nicht Feldspat daran fast immer noch Anteil hat, wäre erst an größerem Schliiffmaterial zu untersuchen.) Ein „Übergang“ des Liegenden in diese Trümmergesteinsserie ist daher, auch wo wegen Fehlens von gröber klastischen Ablagerungen beides sehr ähnlich ist, nicht anzunehmen. Vorauszusetzen wäre nach dem Wesen dieser klastischen Ablagerung der Verband normaler Transgression, vielleicht Paralleltransgression. Das ist heute kaum mehr sicher festzustellen. Konkordanz allein beweist nichts; solche besteht vielfach, ja meistens auch in Fällen, wo tektonische Verschuppung zweifellos vorliegt. (B. gibt selbst, l. c. S. 112, ein Beispiel solcher tektonischer Gleichschichtung dieser beiden Serien von ϕ 951 bei Trattenbach.)

Nun, das, was man „Wechselschiefer“ nennt, sind jene Schiefer des Wechsels, die nicht albitisiert sind. Es muß also weiter das Verhältnis von Wechselschiefer zu Wechselgneis festgestellt werden. In diesem wichtigen Punkt sind die Angaben von BISTRITSCHAN nicht klar und eindeutig. Nach einigen Stellen (l. c. S. 112—113) schiene er sie als zwei Gesteinspakete zu betrachten, die einfach und normal übereinander folgen, gelegentlich auch miteinander „verfaltet“ sind. Andersorts hebt er den allmählichen Übergang hervor, entstanden dadurch, „daß die Albitisierung der Wechselgesteine nicht bei den eigentlichen Wechselalbitgneisen haltgemacht hat, sondern auch noch in die darüber liegenden Schiefer eingedrungen ist“, andererseits, „daß sie (scl. die Albitisierung) ... sogar weite Teile der mit den Albitgneisen in engstem Zusammenhang stehenden Grauwackenschiefern kaum beeinflußt hat“. Jedenfalls, wenn man von den Wechselgneisen den Albit abrechnet, bleibt etwas über, was in den allermeisten Fällen von den Wechselschiefern („Grauwackenschiefern“⁸⁾) nicht zu unterscheiden wäre, nur einige seltenere Abarten scheinen ursprünglich Tommerschiefer (diaphthoritische Granatglimmerschiefer) gewesen zu sein. Es ist nun ganz gut zu denken, daß die Durchtränkung mit Albit nur die tieferen Teile dieses Schichtstoßes ergriffen hätte; ebensogut kann man sich

⁸⁾ „Grauwacke“ bezeichnet ganz bestimmte Trümmergesteine. Wo man mit wirklichen Grauwacken zu tun hat, bezeichnet man feine phyllitische Serizitschiefer, welche grünlich, schwärzlich, gelb anwitternd, aber nur selten ausgesprochen grau sind (wirklich graue Tonschiefer finden sich reichlich nur in den Wildschönauer, Eisenhut- und ähnlichen Schiefern, aber auch diese sind ganz fein, nicht „Wacken“), nicht als Grauwacke. Gemeint ist ja bei uns wohl unter „Grauwackenschiefer“: „Schiefer, wie in der Grauwackenzone“, welche letztere Bezeichnung auch nur wegen ihres ehrwürdigen Alters erträglich ist.

aber seitlich auslaufende Imprägnationshöfe vorstellen. Trifft man nun im Wechsel Zonen albitfreier Schiefer, wie zum Beispiel ober der Steinernen Stiege; sind das nun injektionsfreie Gebiete zwischen verschiedenen Höfen oder in die Liegend-Wechselgneise isoklinal eingeschupptes Hangend? Ich habe den Wechsel bisher nur als Nachbarschaft meiner engeren Arbeitsgebiete besucht, und hätte von jemandem, der sein Hauptstudium eben diesem Gebiete gewidmet hat, Antwort auf diese Grundfrage erhofft, aber B. hat diese Frage nicht scharf formuliert.

Unmittelbar läßt sich also das Alter der Wechselserie nicht bestimmen. Einige Wahrscheinlichkeit gibt ein Vergleich mit benachbarten Gebirgstteilen. Es liegt nahe, in den Phylliten (und wenigen granatführenden Glimmerschiefern), aus denen die Wechselserie vor der Albitisierung bestanden hätte, dasselbe zu sehen wie in den entsprechenden Gesteinen des benachbarten Birkfelder Gebietes. Auch dort hat die Feldspatung (dort mit Mikroklin, Albitisierung ist selten) allermeistens die granatfreien Phyllite erfaßt, aus den Granatglimmerschiefern sind einfach diaphthoritierte Tommerschiefer geworden oder unregelmäßig injizierte „Strallegger Gneise“.⁹⁾ Auch ein so eigenartiges Gestein wie der Graphitquarzit¹⁰⁾ ist den Schiefererien beider Gebiete gemein, der im Birkfelder Gebiet auch in der zweifellos zu dem Muralpenkristallin gehörigen Zone des Angerkristallins vorkommt. Man hat daher keinen Grund, in allen den genannten Schiefererien etwas anderes zu vermuten als Glimmerschiefer des Altkristallins und den unmittelbar auf diesem liegenden „Quarzphyllit“ der alten Geologen. Letzterer, der einförmige Phyllit des Gurktals, Ennstals usw. ist unzweifelhaft der tiefere Teil der phyllitischen Serien der Ostalpen, älter als die bunten Tonschiefer der Wildschönauer, Eisenhut-, Plengeschiefer, und diese sind älter als das gewöhnlich fossilführende Paläozoikum vom Caradoc aufwärts.

BISTRITSCHAN hat ferner versucht, das Alter der Wechselschiefer und -gneise und der ihnen eigentümlichen Albitisierung mittelbar durch Einreihung in die Zeittafel der Gebirgsbildungsepochen festzulegen. Die Albitisierung habe noch die karhonen Wechselschiefer ergriffen; ja sogar Schubspäne, die den permotriadischen Semmeringschiefern eingelagert wären; und zwar posttektonisch; sie „muß daher mit dem alpinen Gebirgsbildungszyklus in engstem Zusammenhang stehen; die Albite zeigen nicht die geringste Deformation im Schlicfbild (siehe dazu

⁹⁾ SCHWINNER, Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm., 72, S. 75.

¹⁰⁾ Das Vorkommen solcher Graphitquarzite in der obersten Fröschnitz ist auch schon für Karbonalter der obersten Wechselschiefer ins Feld geführt worden. (Es muß hervorgehoben werden, daß BISTRITSCHAN das nicht tut.) In Wirklichkeit führt in den Ostalpen das (belegte) Karbon keine vergleichbaren Gesteine, eher das Silur. Aber ernstliche Suche nach Graptolithen ist erfolglos geblieben. Der Struktur nach sind die oststeirischen Graphitquarzite so viel größer als die echten Lydite, daß eine ganz durchgreifende Neukristallisation angenommen werden müßte. Reine „Dynamonmetamorphose“ würde es da nicht tun; ein Schlift aus der tektonisch stark mitgenommenen paläozoischen Insel von St. Anna am Aigen (östlich von Gleichenberg) zeigt zwar zahlreiche Scherflächen, aber zwischen diesen genau das gleiche Bild wie andere Lydite. Daher kann man nur annehmen, daß es sich auch hier um einen jener Graphitquarzite handelt, wie sie im voraläozoischen Grundgebirge der Muralpen gar nicht selten sind — was gegen die apodiktische Behauptung von F. E. SUESS festgestellt werden muß (Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 24, S. 34 oben), daß die Graphitquarzite „keine entsprechende Vertretung im zentral-alpinen Kristallin“ hätten.

unten S.), sind daher jünger als die Tektonik, welche hier (wie zweimal versichert wird) alpin ist“. Nun, wie bereits besprochen, die hier vorausgesetzten stratigraphischen Altersangaben sind völlig unbewiesen. In gewisser Erkenntnis der Schwäche dieser Beweisführung sucht B. die Behauptung, die Gebirgsbildung innerhalb des Wechselgebietes sei „alpin“, durch die Feststellung zu stützen, die Innentektonik des Wechsels sei als „alpin“ anzusehen, weil dort die Schichten allgemein „alpin“ (gemeint ist W—O) streichen.¹¹⁾ Letzteres, nämlich die Behauptung, daß die Schichten im Wechselgebiet W—O streichen, sollte eine simple Angelegenheit der Beobachtung sein; leider ist es hier eine Sache der „Auffassung“ geworden! Das ist schon dadurch angedeutet, daß bei der einen von den zwei Erwähnungen (zweimal auf vier Seiten erwähnt, gilt also für recht wichtig!) angefügt ist: „mit einer jeweils variierenden Abweichung gegen NW“, und l. c. S. 114 wird „eine deutliche Diskordanz im Streichen und Fallen“ zwischen Wechselgesteinen und Kirchberger Serie angeführt. Wer etwas mit dem Schrifttum vertraut ist weiß, daß MOHR einen ganzen Aufsatz über das abnorme Streichen der Wechselserie geschrieben hat. Dieser Beobachter bezeichnet das Generalstreichen der Wechselgesteine als NNW bis SO—NW. Auf meinen Informationsbegehungen im Wechselgebiet habe ich zwar nicht W—O gemessen, wohl aber gelegentlich N 70° bis 80° W (beim Steinernen Mandl und bei St. Peter), aber auch N—S bis N 5° O! (Arabichl und Kampstein). Das durchschnittliche Streichen würde ich auf NW schätzen. Auffallend ist in erster Linie die flache Lagerung, allgemein mit Fallen nach SW.¹²⁾ Nur in der südlichsten Randzone, in den Phylliten von Waldbach, geht das Streichen eher gegen WNW (genau W—O oder gar W zu S habe ich auch hier nie gemessen), und das südwest- bis südsüdwestliche Einfallen ist steiler als sonst im Wechselgebiet. Der unvoreingenommene Beobachter wird also im Wechselgebiet kaum „ein ziemlich konstantes W—O-Streichen“ (l. c. S. 111) feststellen. Könnte aber vielleicht trotzdem „alle Tektonik ... alpin orientiert“ genannt werden?¹³⁾

¹¹⁾ Hier haben wir ein klares Beispiel, daß das Wort „alpin“ mehrdeutig und daher zu vermeiden ist. Das eine Mal wird damit eine geologische Zeitbestimmung gegeben, das andere Mal ist eine gewisse Streichrichtung gemeint, und andernorts wieder etwas anderes, was den Alpen irgend eigentümlich sein soll. Deswegen soll man für die Gebirgsbildungszeiten und -phasen in Kreide und Tertiär das von STILLE eingeführte Wort alpidisch verwenden. Alpidisch ist — das muß da noch betont werden — durchaus nicht identisch mit „alpin“, gut die Hälfte der Bauelemente der Ostalpen ist nämlich älter als alpidisch.

¹²⁾ Also wenn das Fallen auch meist flach ist, geht es doch immer gegen SW. Rechnet man das mittlere Fallen des isoklinalen Paketes mit 20°, auf einer Kartenbreite von 16 km (beides recht vorsichtig angenommen), so ergibt sich seine Mächtigkeit zu 5500 m. Ist die einfache Wechselserie wirklich so mächtig? Oder ist die Mächtigkeit vervielfacht? Durch Schuppung? Oder Verwerfung? Auch diese Frage, die bei einer Spezialarbeit über das Wechselgebiet wohl Antwort fordern kann, hat B. nicht einmal gestellt.

¹³⁾ Ich halte es nicht für richtig, die Himmelsrichtung des Streichens als beweisend für die Zugehörigkeit eines Bauelementes zu einem bestimmten Gebirgsbau anzusehen. Natürlich, wenn ein Kettengebirge sich als Ganzes zum Beispiel W—O erstreckt, wird das Streichen der Schichten, der Falten, der Schubflächen usw. auch am häufigsten um W—O herum liegen. Aber gewisse Schnörkel, Querstörungen, Bogen, Sigmoiden usw. gehören auch wesentlich mit zum Baustil. Ob sich diesem ein tektonisches Element einordnet oder einen Fremdkörper kennzeichnet, kann nicht einfach nach dem Kompaß entschieden werden, da hilft eben nur das Gefühl, ob es in seine Nachbarschaft hineinpaßt oder nicht.

Nun: „Vom Gr. Otter an bis gegen Pinggau verharren die Wechselgneise in ihrer nord—nordwestlichen Streich- und ost—südöstlichen (*lapsus calami*, soll heißen west—südwestlichen) Fallrichtung, obwohl hier das Fallen der mesozoischen Bänder, der Glimmerschiefer und Augengneise nach N, NO und O gerichtet ist“ (MOHR 1919, S. 10). Auf der anderen Hälfte des Umkreises, in der Waldbach- und der Feistritz—Fröschnitz-Zone, geht das Streichen der Wechselgesteine nicht so ganz quer zur Grenze und zu den angrenzenden tektonischen Elementen, es ist diesen wenigstens randlich angeschlichtet. Im ganzen fällt das NW-Streichen des Wechselgebietes aus dem Bild des Alpenbaues einigermaßen heraus. Nicht, daß man es an und für sich als diesem fremd bezeichnen dürfte, es findet sich auch sonst mehrfach in den Ostalpen, allerdings meist im älteren Gebirge. Aber hier streichen die jungen Falten des Semmeringgebietes ungefähr W—O, die jungen Verwerfungen und Schubflächen der Zonen Steinhaus—Rettenegg—Wenigzell und Aspang—Friedberg—Rohrbach meridional; das mittlere Wechselstreichen NW—SO stimmt zu keinem von diesen beiden Nachbarsystemen. Der Schluß, daß es ein Überbleibsel eines älteren Baues vorstellt, ist daher kaum abzuweisen.

Beobachtungen über Bau, Gefüge, Mineralisation der Wechselgneise ergeben folgendes: Die Wechselalbite umschließen gelegentlich ganze Partien von gefältelem Serizitgewebe, und sie umschließen auch aus Granat neugebildeten Chlorit (SCHWINNER, Wiener Ber. 1932, S. 339—340). Die Albitisierung ist also jünger als die Feintektonik (Durchbewegung) und ebenso jünger als die rückschreitende Metamorphose (Diaphthorese). Letztere ist — wegen Gleichheit des Mineralbestandes — mit der Intrusion der Granite (Grob- und Feingranite) gleichzusetzen, und wenn man — wofür viel spricht — syntektonische Intrusion derselben annimmt, dehnt sich die Gleichsetzung weiter auch auf die Durchbewegung aus. Auch wenn da noch einzelnes unsicher sein sollte, die Albitisierung ist jedenfalls jünger als die letzte Orogenese, welche den O-Sporn der Zentralalpen bis ins Kleingefüge umformend ergriffen hat. BISTRITSCHAN sagt weiter (l. c. S. 112 unten): „Die Albite sind vollkommen frisch und zeigen nicht die geringste Deformation.“ Das darf man nicht so allgemein behaupten; es mag ja für weite Flächen gelten, aber MOHR, der an der Wechselbahn, also in einer Zone junger Störungen, arbeitete, schreibt (Denkschr. Akad., Bd. 82, S. 327): „Innere Zertrümmerung oft mit freiem Auge erkennbar (zerdrückte Albitknoten und griesig zermalmt Quarz)“, und gibt anschließend daran eine genauere Beschreibung von Schliften eines derartigen Albitgneises nahe Station Ausschlag-Zöbern.¹⁴⁾ Aus dieser Zone, der Umgebung von Aspang, habe ich vorläufig erst wenig Schlifflinge gesehen, aber in diesen fällt Verbreitung und Stärke der postkristallinen Kataklyse auf. Danach kann ich die Angaben von MOHR nur bestätigen.

¹⁴⁾ Ähnliche Schlifflinge muß WALTER SCHMIDT gesehen haben, als er im Zusammenhang mit seiner unglücklichen Phyllonithypothese auch die Behauptung aufstellte (Jahrb. 1921, S. 104), nicht der Wechselgneis sei durch Kristalloblastese aus Phyllit entstanden, sondern der Phyllit aus mechanischer Durcharbeitung des Albitgneises, als „Phyllonit“. Nach Untersuchung weiteren Schlifflimaterials hat WALTER SCHMIDT diese Behauptung über die Wechselgesteine zurückgezogen. (Jahrb. 1921, S. 224; diese Berichtigung ist klein und wäre sonst leicht zu übersehen, wenn sie nicht unmittelbar auf eine Arbeit von SANDER folgen würde, die der Ostalpengeologe gelesen haben soll.)

Weitere Folgerungen kann man erst ziehen, wenn man über das Alter der verschiedenen tektonischen Vorgänge Klarheit gewonnen hat. Da stellen wir den Satz an die Spitze, daß die alpidische Orogenese in der Zentralzone der Ostalpen, östlich von Katschberg und Radstädter Tauern, nirgends mehr in einer eigentlichen Faltung.¹⁵⁾ einer Gebirgsbildung, welche Bau und Struktur des Gebirges durch und durch, bis ins Gefüge, beeinflußt hätte, zum Ausdruck gekommen ist, sondern nur in der Bewegung ganzer großer Blöcke gegeneinander, also in jenen tektonischen Formen, welche *STILLE germanotyp* genannt hat. Jene große Durchbewegung, welche Bau, Gefüge und Mineralbestand der Raabalpen im wesentlichen bestimmt hat — und das ist alles, von geringen Relikten abgesehen, wirklich alles wie aus einem Gusse —, kann somit nicht jünger als variskisch sein. Weil karbonische Ablagerungen in der Nähe fehlen, ist die Zeit der Gebirgsbildung unmittelbar nicht genauer zu bestimmen. Wenn ich für altvariskisch (bretonisch etwa) eintrete, geschieht das aus folgenden zwei Gründen: Erstens: Das Gebiet der Raabalpen hat bei der Hauptfaltung im Grazer Paläozoikum, in der Grauwackenzone und in den Inseln von Gleichenberg bis Güns, die sudetisch oder asturisch gewesen sein kann, bereits die Rolle einer konsolidierten Gebirgsachse gespielt. Zweitens ist die Faltung in der Moravischen Zone vor Kulm (BUBNOFF, Europa, II/I, 513) bretonisch; an der tektonischen Verbindung zwischen Raabalpen und Moravischer Zone halte ich aber fest. Dieser Gedanke hat sich, seit ich ihn 1918 ausgesprochen hatte, bewährt, er gestattet eine große Anzahl geologischer und geophysikalischer Daten sinnvoll zu verbinden. Stichhaltiges ist gegen diese Verbindung nicht vorgebracht worden.¹⁶⁾

Die andere, die obere Grenze, für die Zeit der Albitisierung im Wechsel ist nicht ganz scharf anzugeben. Sicher sind die Albite älter als die Aufschiebung, welche im Wechseltunnel die Albitgneise an Sinnersdorfer Grobschottern hochgeschoben hat, denn mit dieser jungen Dislokation ist die Zerbrechung der Albite in Verbindung zu bringen. Diese Dislokation ist

¹⁵⁾ Um Mißverständnisse zu vermeiden: Gelegentlich, lokal, sind dabei gewiß einzelne faltenähnliche Formen entstanden. So ist zum Beispiel das Tertiär des Mürztales unter Wartberg — wie nach den Bohrungen zu schließen ist — am S-Rande in eine regelrechte, nach N überkippte Mulde gelegt worden. Das ist ein einsames Faltelement, eine Monoklinale zwischen Blöcken, die im Zusammenhang mit dieser randlichen Dislokation im Innern gar nicht beeinflußt noch durchgearbeitet worden sind. Das will ich nicht eigentliche Faltung nennen.

¹⁶⁾ Was BISTRITSCHAN (l. c. S. 115) dagegen polemisiert, sind *Verba magistri* (oder *magistrorum*) manche halten es eben für eine Pflicht der Pietät, auch derart dem Lehrer Gefolgschaft zu leisten. Er hätte aber meine bezüglichen Ausführungen (Geol. Rundschau, 24, und Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm., Bd. 72, S. 79 und 89) wenigstens lesen sollen. Er schreibt: „Fehlen doch die gerade so typischen moravischen Gesteine, wie die moravischen Kalke und der Bittescher Gneis.“ Nun habe ich die „extreme Kalkarmut“ der Raabalpen selbst festgestellt, halte sie allerdings nicht unbedingt für einen Einwand gegen die Parallelisierung; als Äquivalent des Bittescher Gneises habe ich aber dortselbst den Grobgneis bezeichnet, und dargelegt, wie dieser Vergleich für die Eigenheiten der Bittescher Gneise Erklärung liefern könnte, für welche die gelernten Moraviker bis jetzt eine vernünftige Erklärung nicht zu geben imstande waren. Was das Argument „Alle Tektonik ist alpin orientiert“ wert ist, haben wir oben bereits klargelegt. Im übrigen wiederhole ich: „Entscheidend ist das Ergebnis der vorliegenden geophysikalischen Messungen und Beobachtungen.“ Dieses gewichtige Argument ist bis jetzt totgeschwiegen worden.

nun jünger als die Sinnersdorfer Schichten, vermutlich aber nicht viel jünger, denn diese fluviatile Ablagerung ist vielfach noch ganz lose, nicht umgewandelt, nur in größerer Tiefe ein wenig verfestigt. Diese Tegel, Sande, lehmigen Schotter hatten also noch nicht einmal Zeit zu einer durchgreifenden diagenetischen Verfestigung gehabt. Man kann daher sagen, daß die letzte Kristallisation, die Albitisierung der Wechselgneise, älter ist als Mitte Miozän, vermutlich sogar viel älter.

Eine weitere Möglichkeit für die Datierung der Albitisierung wäre gegeben, wenn man sie in den Ablauf der magmatischen Vorgänge der Umgebung einreihen könnte — wenn leider auch diese selber nicht gerade sehr genau datiert sind. Wie schon oben erwähnt, ist die Haupteinwirkung magmatischer Vorgänge eine wahrscheinlich altvariskische, vermutlich syntektonische Intrusion eines sehr kalireichen Granitmagmas. Dem entspricht, daß eine der typischsten Injektionsbildungen dieser magmatischen Phase die Mikroklinaugenschiefer vorstellen (Grobgneis Aut.). Gleichzeitig und im ungefähr gleichen Bereich mit dieser Kaliüberschwemmung können schwerlich extra natronreiche Imprägnationen gebildet worden sein; es ist auch schwer vorzustellen, wie solche Natronimprägnationen gerade von einem sehr kalireichen Granitmagma geliefert hätten werden können. Auch diese Überlegung führt zu dem Schlusse, daß die Albitisierung ein Akt sein muß, der mit der Intrusion des Hauptgranites nichts zu tun hat und von dieser zeitlich getrennt ist — nach dem mikroskopischen Befund (siehe oben, S. 88) ist er jünger.

Ein solcher „Umschwung des Alkaliverhältnisses“ von Kali- zu Natronvormacht¹⁷⁾ ist auch schon anderweit beobachtet und beschrieben worden, in räumlicher Anordnung ebenso wie im Zeitablauf der magmatischen Vorgänge. Die ungefähr konkordant und konzentrisch zum Magmakörper angelegte Zonenfolge gibt — wie man ja auch bei der Lehre von den Erzlagerstätten, und dort mehr ins einzelne, verfolgt hat — auch ein Bild der zeitlichen Änderungen von Temperatur und Konzentrationsverhältnissen im Herd. Und wie man oft nebeneinander findet: Zentralgneis—Misch- und Injektionsgneis—Gneisglimmerschiefer—Biotit, dann Muskowitglimmerschiefer—Albitphyllit—Quarzphyllit, so folgen der Intrusion des Magmas zeitlich in den Aushauchungen Kalivormacht, dann Natronvormacht, zuletzt nur mehr SiO_2 , das entspricht etwa dem Weg vom pegmatitischen bis zu einem schon ziemlich abgekühlten hydrothermalen Bereich.

In Oststeiermark ist allerdings die zonare Verteilung der Gesteine nicht deutlich zum Ausdruck gekommen, mag das nun an Eigentümlichkeiten der Intrusion oder an solchen der Tektonik liegen. Besonders am O-Rand des Wechsels, gegen Aspang, sind die Zonen einigermaßen ineinandergeschoben. Einzig hier finden sich — wenn auch kleine — Intrusionskörper in der Wechselschieferserie und ihrem Albitthof eingeschaltet. Und das ohne augenfällige Beziehung zur Stärke der Albitimprägnation. MOHR (Denkschr., 82, S. 340 ff.) beschreibt eine große Linse von „Orthogneis“ aus dem Haselgraben bei Friedberg, übrigens ein Gestein, das — abgesehen von einem geringen Biotitgehalt — ohne weiteres als geschiefertes Äquivalent der

¹⁷⁾ K. H. SCHEUMANN, Über die petrogenetische Ableitung des roten Erzgebirgs-
gneises. Min. u. petr. Mitt. 1932, 42, S. 423 ff. Grundgliederung der Mag-
menfolge im Verhältnis zum tektonischen Hauptakte.

Vorauer „Helsinkite“ (siehe unten) angesehen werden kann (Quarz soviel wie Feldspat, und zwar Albit mehr als Mikroklin, auch Epidot!). Albitisierung ist der Friedberger Gegend nicht fremd, aber verhältnismäßig nicht stark. Sehr stark ist sie dagegen gegen Mönichkirchen und Ausschlag—Zöbern. Da sind aber, trotz des großen Aufschlusses, der im Tunnel untersucht werden konnte (MOHR, l. c. S. 341—342), nur einige kleine „Albitpegmatite“ bekannt geworden. Weiter fand sich im Gerichtsbergtunnel unmittelbar ober Aspang eine Einschaltung, die MOHR (l. c. S. 358—359) als porphyrischen Granitgneis bezeichnet. Dies ist heute nicht zugänglich, doch darf an tatsächlichen Angaben MOHRs nicht gezweifelt werden. Auch fand ich in dem hinleitenden Villensträßchen einen kleinen Aufschluß (im talseitigen Straßengraben!), der trotz Verwitterung und starker Kataklyse im Schlift zu den normalen Mikroklingraniten der Grobgnaisseurrie zu stellen ist. Aber eine Deckscholle — wie MOHR meinte — ist das nicht, sondern eine Einschaltung. Die Kehre des neuen Güterweges und ein Steinbruch in dieser, gerade über dem Gerichtsbergtunnel, erschließen wieder Wechselserie: zum großen Teil gewöhnliche Phyllite, solche mit Albit, und sogar ein Albitchloritschiefer vom bekannten Wechsel- (und Tauern-) Typ: große Albitkörner (einschließend Quarz, Muskowit, Chlorit, Epidot, Erz), weniger Quarz (undulös oder in Kleinkornmosaik zerdrückt), dazwischen schmale Ströme von Muskowit und Chloritschuppen (stark pleochroitisch), dazu Orthitpidot (starke postkristalline Durchbewegung). Die Einschaltung wäre wohl auch tektonisch vorzustellen. Als Beleg für fluide Stoffzufuhr erscheint aber eine sehr starke Verquarzung, als Lager (fast bis zu $\frac{1}{2}$ m mächtig) und in Querklüften und als Imprägnation, auch des Albitchloritschiefers (also jünger als die Albitisierung). Wie beschrieben, ist hier die Albitisierung nicht sehr stark, nur stellenweise. Noch weiter im N gibt MOHR eine ähnliche „Deckscholle“ an: oberm Schusterhäuschen, heute Windisch, im Plan 1 : 25.000 Rochus, unterm Irglbauer, ϕ 666 (in der Karte 1 : 50.000, die der Arbeit MOHRs beigegeben ist, fehlen diese Namen). Soviel der Aufschluß (ein paar Quadratmeter im Getreide) zeigt, ist das wieder nicht den Schiefen auf-, sondern eingelagert, und es fanden sich die Gesteinstypen vom Gerichtsbergtunnel genau wieder (auch nach dem Schlift), kataklastischer Mikroklingranit und Albitchloritschiefer. Albitisierung ist in den Schiefen der Umgebung sicher gering: Anzuschließen sind hier noch die Vorkommen bei Vorau. Im Steingraben, zehn Minuten von der Vorauer Bahnhofstraße aufwärts, finden sich albitreiche Tiefengesteine¹⁸⁾ in mehreren Lagern oder Linsen bis über 20 m. Die Gesteine der Umgebung zeigen keine eindeutige Beeinflussung durch diese Intrusionen. Immerhin sind die grobblättrigen Hellglimmerschiefer, die im Steingraben, von seiner Mündung aufwärts, anstehen, offensichtlich neu kristallisiert (vielleicht wiederaufgekochte Tommerschiefer?), und der Stauroolith, der gelegentlich

¹⁸⁾ Nach K. H. SCHEUMANN (Ausländische Systematik, Klassifikation und Nomenklatur der Magmangesteine, II, Fortschr. d. Min., Krist., Petr. 1929, Bd. 13, S. 271; gegen Teil I, ebendort, 1925, Bd. 10, S. 273—274) sind diese Gesteine — und wohl auch MOHRs „Orthogneis“ aus dem Haselgraben bei Friedberg — als *Helsinkite* zu bezeichnen: „primäre Paragenese Epidot + Albit, ohne Rücksicht auf Mengenverhältnis“ (Vgl. meine Beschreibung im Sitzungsber., Wien, 141, S. 345—346.) Könnte höchstens das „primär“ bezweifelt werden. Nun die deutlich kristallographisch orientierten Einschlüsse in den Albiten sind wohl nicht weit davon. Was hier nicht diskutiert werden soll.

in ihnen vorkommt, fehlt sonst in Oststeiermark und ist auch in der Aspanger Zone nicht häufig.¹⁹⁾ Noch ein Stück weiter entfernt, gegenüber und abwärts der Steingrabenmündung, findet sich in Amphiboliten ein merkwürdig hellblonder Biotit (in den näher, im Steingraben selbst, anstehenden Amphiboliten ist mir dergleichen nicht in die Augen gefallen). Auch die eigenartigen lichten Gesteine, welche ich (a. a. O., S. 345) unter der Bezeichnung Flasergneis beschrieben habe, zeigen wohl eine magmatische Einmischung an.²⁰⁾ Ein gewisser Gehalt an saurem Plagioklas ist — wie aus jenen Beschreibungen schon hervorgeht — im Bereiche des Grabens des Vorauer Baches vielfach vorhanden; aber etwas, das man als echten Wechselgneis bezeichnen könnte, kommt hier nicht vor; dergleichen findet sich erst weiter nördlich von diesem Graben, in einem Strich vom Ortsausgang an der Vorauer Bahnhofstraße gegen Riegersbach, während die südlich des Grabens liegenden helsinkitischen Intrusionen ihre letzten kleinen Ausläufer eben noch in diesen Graben entsenden (an der Einräumerhütte ober der Steingrabenmündung). Im großen gesehen liegt dieser Hof typischer Wechselalbitisierung gewiß nah an jenen albitreichen Intrusionen, im einzelnen besteht eine Proportionalität oder auch nur ein grobes Parallelgehen von Intrusionsnähe und Stärke der Albitisierung sicher nicht.²¹⁾

Bei der Aussage, dieses oder jenes Magmengestein sei Bringer eines bestimmten Stoffes gewesen — welche in der Lehre von den Lagerstätten besonders beliebt ist —, darf man sich nicht oder doch nicht allein an jene Magmengesteinskörper halten, die zufällig aufgeschlossen bekannt sind. Diese sind tot, vielleicht schon seit Anfang des Prozesses tot gewesen; und wenn ein solcher Körper besonders reich an dem fraglichen Stoff ist, wäre das nicht eher ein Beleg, daß er von diesem nicht viel abgegeben hat? In diesem Sinne dürfte es richtig sein, wenn MOHR (Denkschr., 82, S. 342) es ablehnt, „diese Lagergänge und Linsen (sc. die Albitpegmatite, Gangmassen aus grobem Albit und Quarz, bis zu albit- und turmalinführendem Quarz, als ‚Hohlraumfüllung‘) als Zubringer der Albitsubstanz in der ganzen Wechselserie zu betrachten“ — gegen RICHARZ, der den unmittelbaren Kausalzusammenhang verfißt. Auch die albitreichen Intrusionen von

¹⁹⁾ R. SCHWINNER, Exkursion in die Oststeiermark. Mitt. Geol. Ges. Wien 1935, Bd. 28, S. 178.

²⁰⁾ Über die As-Lagerstätte im Löffelgraben, siehe unten, S. 95.

²¹⁾ Es ist übrigens auch anderweit beobachtet, daß die gefeldspateten Schiefer geologisch relativ selbständige Körper bilden können, welche nach Art der Satellitlakkolithen die eigentlichen Intrusivmassen begleiten. (V. M. GOLDSCHMIDT. Die Injektionsmetamorphose im Stavanger Gebiete. Vidensk. Skr., I. math.-nat. Kl., Kristiania, 1920, Nr. 10, S. 52, auch 83.) Derart möchte ich auch den kleinen Streifen gefeldspateter Schiefer auffassen, die nördlich ober Waldbach den Phylliten eingeschaltet sind. Dagegen steht das isolierte Vorkommen von Wechselgneis zu sehr unter tektonischem Verdacht (SCHWINNER, Akad. Anz. 1934, Nr. 2; Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm., 72, S. 88), das am Kamm zwischen Vorau und Waldbach unmittelbar nördlich vom Quarzitzug liegt. — NB.: Ist es dieser Quarzit, den BISTRITSCHAN (a. a. O., S. 114) „nordnordwestlich von Vorau“ als Fortsetzung des Rettenegger—Semmering-Quarzituzuges angibt? Letzterer biegt allerdings nur auf der Karte von MOHR (Denkschr., 88) gegen O um, seine Gesteine sind den Quarziten zum Beispiel oberm Mendl-Bauer (♠ 772, Plan) gar nicht ähnlich, und eine Verbindung des Semmeringquarzitendes vom Schmied-Cenz unter Wenigzell quer über den Tommer zum Mendl-Bauer wäre merklich wider den Strich gebürstet.

Vorau, Friedberg usw. sind nicht die Zubringer des Wechselalbit gewesen. Sie waren dies ebensowenig wie die verhältnismäßig kleinen, zweifellos vollgranitischen Kerne, so zum Beispiel um Ratten, als Zubringer des K-reichen Silikates für die sich durch den ganzen Pretulstock verfingernden Mikroklinaugenschiefer anzusehen sind. Beidemale handelt es sich nicht um die eigentliche Ursache, sondern um ein Symptom: ein Symptom, daß dies ganze Gebirge durchtränkt worden ist von einem silikatischen Ichor, reich an Alkalien, das eine Mal mit Kali-, das andere Mal mit Natronvormacht, und das bei Temperaturen, die von der des eugranitischen Schmelzflusses (die ich übrigens nicht allzu hoch schätzen möchte, weil Wasser und andere den Schmelzpunkt herabsetzende Lösungsgenossen reichlich vorhanden waren) bis zu der einfacher hydrothermalen Bildungen herabgingen. Wenn man es so ansieht, ist nicht so wesentlich, ob granitischer Schmelzfluß selbst bis in den Aufschlußbereich vorgedrungen ist. Doch möchte ich dies für die Oststeiermark bejahen. Es ist jetzt Mode, jeden Granit (im alten Sinne) zu verleugnen. Übertrieben, wie jede Mode! Ich lehne das hauptsächlich aus physikalischen Gründen ab.²²⁾ Keine der Granitisations- und Migmatizationstheorien kann Rechenschaft geben, wie die riesigen Wärme- und Stoffmengen, die sie benötigt, über die großen Strecken, die sie voraussetzt, befördert worden wären. Wärmeleitung und Diffusion sind dafür ziffernmäßig nicht zureichend, selbst wenn geologisch lange Zeiträume zur Verfügung stehen würden; es sind aber offensichtlich nur geologisch kurze Zeiträume, welche jene Umwälzungen in Anspruch genommen haben. Das einzig leistungsfähige Vehikel ist der gute alte Schmelzfluß und die Konvektion darin. Ein aktuelles Beispiel, was solche Konvektion leistet, haben wir in Hawaii.

Man hätte sich also vorzustellen, daß alle magmatischen Bildungen einer bestimmten Provinz gleichermaßen von einem großen tiefliegenden Herd abstammen, einem Herd von solcher Größe, daß in unserem Falle seine magmatische Entwicklung die ganze Raabalpenprovinz von Hartberg bis zur Mürz, von Birkfeld bis Odenburg beherrscht.²³⁾ Je nach der Lage zur Tektonik, der Durchlässigkeit, und nach der jeweiligen Stoffzufuhr sind die Schiefer da zu „Grobgneis“ (Mikroklinaugenschiefer), dort zu „Wechsel-

²²⁾ Um Mißverständnisse zu vermeiden: Ich habe die Entstehung eines großen Teiles der Grobgnese der Raabalpen durch Umwandlung der „Hüllschiefer“ unter Stoffzufuhr (Feldspatung besonders) bis zu Granitähnlichkeit vertreten, als die metasomatische Granitbildung noch nicht Mode war, sondern als noch die Dynamometamorphose gepredigt und ebenso übertrieben wurde, als alle Phyllite der Raabalpen phyllonitisierte Granite sein sollten (siehe oben, S. 88).

²³⁾ Die Bemerkung von BISTRITSCHAN (a. a. O., S. 114), „der Kirchberger Granit kann es (sc. „Träger der Zufuhr“) auf keinen Fall gewesen sein, denn dieser ist erst nach dem Jura in fertigem Zustand überschoben worden“, zeigt — abgesehen davon, daß der Jura behauptet, aber nicht nachgewiesen worden ist, und daß die Überschiebungen zwischen Aspang und Kirchberg aus ganz dürftigem Beobachtungsmaterial mehr supponiert als bewiesen worden sind — die Überschiebungen überschätzt. Die granitischen Bildungen zwischen Kindberg—Birkfeld—Hartberg—Aspang—Odenburg (wohl auch Leithagebirge—Preßburg) zeigen solche Einheitlichkeit in Stoff- und Mineralbestand, daß die Entstehung aller aus einem einheitlichen, im Herd gut durchgemischten Schmelzfluß klarliegt. Also muß dieser Einheitskochtöpf unterirdisch sich in der Größenordnung von rund mindestens 100 km horizontal erstreckt haben. An den Überschiebungen ist im selben Raum Überdeckung über 1 km nirgends aufzefigbar, an einzelnen Stellen (Siegrabener

(Albit-) Gneis“ metasomatisch umgewandelt worden, stellenweise auch von vollem Schmelzfluß intrudiert worden. Die räumliche Verteilung dieser verschiedenen Bildungen, die ursprüngliche und deren eventuelle spätere Verstellung, wird wohl erst spruchreif sein, wenn vollständige Neuaufnahmen vorliegen; uns beschäftigt nur die zeitliche Abfolge der magmatischen Entwicklung. Der erste Akt derselben stand unter Kalivormacht: grober Mikroklinggranit und Mikroklingaugenschiefer; er stand in Verbindung mit großen tektonischen Vorgängen und klang allmählich ab. Die Kristallisation überdauerte überall die Bewegung und führte zu einer recht einheitlichen Einstellung der Gesteinstracht (erste Tiefenstufe GRUBENMANN'S), zum Teil in vorschreitender Metamorphose, zum Teil in rückschreitender (Diaphthorese: Tommerschiefer), zum Teil in primär magmatischer Bildung.²⁴⁾

In anderen Gesteinsprovinzen mag allmählicher Übergang zum zweiten Akt der magmatischen Entwicklung führen. V. M. GOLDSCHMIDT (a. a. O., S. 87) beschreibt aus Stavanger „Übergangstypen zwischen den Albitporphyroblastenschiefern und manchen Augengneisen“. Derartiges gibt es in den Raabalpen nicht.²⁵⁾ Die neue Durchtränkung mit Albit setzt unvermittelt ein und wird in ihrer Ausbreitung von den älteren Höfen und Intrusionen nicht bestimmt (siehe oben). Es ist eine neue Aktivie-

Scholle, Rechnitzer Decke u. ä.) mag man auf größere Schubweiten schließen. Alle diese Schübe sind klein gegen die Ausdehnung der einheitlichen Grobgneisprovinz, sie verschieben Schollen innerhalb derselben, nicht nennenswert hinaus oder herein, und das kann an der magmatischen Beeinflussung, welche diese Schollen erfahren, nichts ändern.

²⁴⁾ Wenn zum Beispiel der Mikroklin genau die gleichen gefüllten Plagioklasse einschließt, wie sie neben ihm vorkommen, so ist die einfache Schlußfolgerung sonst üblich, daß diese eben im Laufe der Kristallisation irgendwie gebildet waren, was wohl „primär“ heißen muß. Für die gekünstelten Vorstellungen, den „Zentralgranit“ habitus irgendwie doch als Metamorphose aufzufassen, habe ich wenig übrig. Es sind nun in der Oststeiermark, wie erwähnt, Einschluß- und Grundgewebeplagioklasse gleichermaßen gefüllt (wenigstens habe ich nie anderes gesehen); um Aspang sind nach WIESENER (Min. u. petr. Mitt., 48, S. 318—319) nur die Grundgewebeplagioklasse gefüllt, die in Mikroklin eingeschlossenen meistens nicht, im O und SO, bei Blumau und im Tannwaldgraben, gibt es Grobgneis mit überhaupt ungefüllten Plagioklassen. Es ist eine einfache Vorstellung, daß der Kristallisationsweg der Granite systematisch verschoben worden wäre, vielleicht gar nicht viel, aber über einen kritischen Punkt, entsprechend den Bedingungen „größerer Tiefe“ (Temperatur und anderes), wenn man in den Raabalpen von W gegen O und SO vorschreitet. Für diese Annahme sprechen auch andere Gründe, wie ich schon mehrfach auseinandergesetzt habe. (Sitzungsber., Wien, 1932, I, 141, S. 355; Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm., 72, S. 86; Geologie der Ostmark, S. 99.) Wie man das nach den Hypothesen der „Zentralgneismetamorphose“ erklären könnte, weiß ich nicht.

²⁵⁾ Man verweise nicht darauf, daß die Augenschiefer neben dem vorherrschenden Mikroklin auch saure Plagioklasse führen. Das sind „Zentralgranitplagioklasse“ mit einer „Fülle“, die aus innerer Entmischung stammt und mehr oder minder kristallographisch orientiert eingebaut ist. Der „Wechselalbit“ dagegen schließt alle möglichen fremden Kristalle und Gefügeelemente ein; etwa wie ein Tropfen einer benetzenden Flüssigkeit sich in einem Körnerhaufen verhalten würde, während die Feldspate der Augenschiefer die fremden Gefügeelemente nicht „benetzen“, nicht einschließen, sondern auseinanderschieben (Augen) — etwa wie ein Quecksilbertropfen im Sand. Das gibt nicht nur einen klaren Unterschied im Schlißbild, dieses verschiedene Verhalten muß auch einen physikalisch-chemisch erheblichen Unterschied bedeuten.

runge²⁶⁾ der Aushauchungen des großen Herdes, diesmal mit Natronvormacht. Was diese tiefgreifende Veränderung verursacht hat, ist heute noch kaum zu erörtern. Jedenfalls liegt zwischen diesem zweiten Akt der magmatischen Entwicklung und dem ersten ein Hiatus, der einer auch geologisch erheblichen Zeitspanne entsprechen dürfte. Man könnte an eine jüngere Phase der variskischen Gebirgsbildung denken.

Zum dritten Akt der magmatischen Entwicklung, der einfach eine hydrothermale Durchtränkung mit SiO_2 vorstellt, führt allmählicher Übergang. Das soll nicht sagen, daß nicht gelegentlich die Quarzbildungen sozusagen diskordant durch Bildungen der Albitperiode durchgreifen (so sehr schön oberm Gerichtsbergtunnel, siehe oben, S. 91). Aber man findet alle Übergänge: Albit mit Quarz, Quarz mit wenig Feldspat, schließlich Quarz in Lagern, Gängen und Imprägnationen, fast frei von anderweitigen Beimengungen (vgl. die Beschreibung bei MOHR, Denkschrift, 82, S. 342). Diese Schlußphase kann stratigraphisch einigermaßen festgelegt werden. Es finden sich im Semmeringquarzit — wenigstens im Feistritzgebiet meiner Schätzung nach gar nicht so selten, nur entdeckt man den weißen Gangquarz im weißen Quarzit bloß bei großer Aufmerksamkeit oder bei besonders günstiger Anwitterung — Quarzgänge, manchmal mit Turmalin; in sicherer Trias ist dergleichen nicht bekanntgeworden. Solche rein negative Befunde darf man nicht überschätzen. Aber wenn eine Ganggruppe überhaupt ins Deckgebirge hinaufgeht — und in den Raabalpen ist der Semmeringquarzit als Deckgebirge anzusehen —, so hat der Befund, daß diese Gänge in eine gewisse höhere Schicht nicht mehr hinaufgehen, doch einiges Gewicht.

Mit dem ersten Akt der magmatischen Entwicklung mit Grobgranit (der Feingranit ist vielleicht sogar noch etwas älter), Mikroklinaugenschiefer, Weißschiefer, Strallegger Gneis usw. ist Erzkonzentration nicht verbunden gewesen, mag nun in dieser ersten Phase die Saigerung noch nicht so weit vorgeschritten gewesen sein oder die gleichzeitige tektonische Durchmischung Konzentrationen zerstreut haben. Das kann nicht überraschen, das ist für den Anfang magmatischer Zyklen fast die Regel. Die wenigen Erzlagerstätten der Raabalpen sind an die späteren Injektionsphasen geknüpft. So liegt die Arsenkieslagerstätte des Löffelgrabens²⁷⁾ unmittelbar benachbart den (oben erwähnten) großen helsinkitischen Intrusionen des Steingrabens. Die Kupferkieslagerstätte von Trattenbach (ober Kirchberg

²⁶⁾ Der Hof der Albitisierung ist viel weniger weit ausgedehnt als jener der mit K-Zufuhr gebildeten Mikroklinaugenschiefer. Das spricht wieder dafür, daß es ein späterer Akt bereits im Abklingen der magmatischen Aktivität gewesen ist.

²⁷⁾ Leider war mir die Lagerstätte selbst nie zugänglich. Aus CZERMAK und SCHADLER (Min. u. petr. Mitt., 44, S. 5—6) ist über Gangart usw. wenig zu entnehmen: „Ein in der Strömung tektonisch eingeschalteter Pegmatit (unser Helsinkit) ist vorwiegend Träger der Vererzung.“ Die Nähe allein wäre vielleicht kein zureichender Grund, denn gerade hier, vom Stollen 200 bis 300 m entfernt, beim untern Rothleuthner, liegt ein Talkvorkommen, das natürlich in eine Art Tauerngoldgangparagenese nicht hineinpaßt. Vielleicht ist das nur eine zufällige Überkreuzung Grundgebirge—Deckgebirge (meines Erachtens liegt der Talk der Raabalpen regelmäßig in den untern Semmeringschiefern). Ein bergbaulich interessierter Einheimischer teilte mir mit, daß er Talk lose im Wald unter Dörfel (nordwestlich von Vorau) gefunden habe. Ich hatte dort allerdings kein Glück, halte eine solche Fortsetzung aber wohl für möglich.

am Wechsel) zeigt gleichzeitig mit dem Erz auskristallisiert Albit.²⁸⁾ Auch daß der „Orthogneis“ (Helsinki) vom Haselgraben sonnenartige Imprägnationen von Magnetkies hat (MOHR, Denkschr., 82, S. 341), spricht dafür, daß sich die Periode dieser Vererzung an die der Albitisierung anhängt. An die Periode der hydrothermalen Quarzgänge schließt sich die Lagerstätte bei der Jagdhütte („im Stift Vorau'schen Buchwalde“) in der N-Flanke des Tommer an: hauptsächlich Eisenglanz und Magnetit in Quarz (auch reichlich neugebildete Granaten!).²⁹⁾ Auch die Antimonitlagerstätte von Maltern hat nur Quarz als Gangart. Der von KOHLER und ERICH beschriebene Kalk enthält neben Quarz Albitneubildung, scheint also in der Injektionsfolge älter zu sein als das dortige Antimonitvorkommen.³⁰⁾

KOHLER und ERICH wollen allerdings als Bringer der Albitisierung, welche sie beschrieben haben, in erster Linie eines der jungen Eruptivgesteine ansehen, deren es ja am O-Rande der Alpen viele gibt — nur nicht gerade sehr nah an Maltern; auch sind darunter die sauren doch ziemlich rar (und von Basalten kann Albit nicht gut kommen). Förderung von SiO_2 ist von solchen wohl auch sonst bekannt, aber diese liegt meistens als Opal vor (Gleichenberg, Koh-Fidisch, STOLICZKA), nicht als Quarz, und Feldspatbildung ist im Anschluß an diese hydrothermalen Absätze nicht bekannt.

²⁸⁾ CLAR und FRIEDRICH (Zeitschr. f. prakt. Geol., 41, S. 74—75): Es ist Kupferkies und Pyrit; Gangart: Quarz, Ankerit, Albit, Chlorit, Epidot. Die Karbonatgangart erinnert an Arzberg oder Waldbach.

²⁹⁾ Vermutlich gehören die vielen kleinen Eisenvorkommen des Typus und der Zone von Pitten auch hierher, wenigstens wird wohl Quarz, aber nie Albit angegeben. (MOHR, Mitt. Geol. Ges. Wien, III, S. 176—177; W. PETRASCHECK, Die Magnesite und Siderite der Alpen, Sitzungsber., Wien, I, Bd. 141, S. 234—236.) Zu letzterer Arbeit sind allerdings etliche Fragezeichen zu machen und nicht nur zu den theoretischen Exkursen. Daß der Lagerstättentypus Pitten wesentlich von denen der Grauwackenzone verschieden ist, hat schon MOHR (a. a. O.) festgestellt. Er gibt auch Baryt als Gangart — was zum Vergleich mit den Magnesiten erheblich gewesen wäre zu erwähnen. Daß Trattenbach nicht hierher gehört, erhellt aus CLAR und FRIEDRICH. Im „Leukophyllit“ hatte bereits VENDL zwei Gruppen unterschieden; die eine, meine Weißschiefer, hat mit Magnesit usw. gar nichts zu tun (die von P. erwähnten Gerölle im Rattener Tertiär dürften zu dieser Gruppe gehören).

³⁰⁾ Zur Vervollständigung des Bildes seien noch die Quarzgänge mit Lazulith von Fischbach, Fresnitzgraben und Krumbach erwähnt (MEIXNER, Berg- u. Hüttenm. Jahrb., Bd. 85, Leoben, 1937, S. 1—39, bes. S. 33), besonders weil diese — neben dem häufigeren Turmalin — jeden Zweifel an magmatischer Herkunft ausschließen (nachdem zum Beispiel MOHR, Mitt. Geol. Ges. Wien, IV, S. 642, selbst für den Wechselalbit primären Gehalt oder Lateralsekretion vorschlagen möchte und „es für hoch an der Zeit hält, die immer weiter umsichgreifende Anschauung, welche in jedem Quarzgang ein Anzeichen magmatischer Nähe zu erblicken geneigt ist, entschiedenst abzulehnen“. Da ist eine an sich gewiß erwägenswerte Bemerkung in der Polemik bis ins absurde übertrieben worden). Auch die Lagerstätten südöstlich von Rettenegg (Kaltenegg, Prinzenkogel) kann hierher gehören, nach Lagerung an Basis der Semmeringserie und vielleicht auch nach der Mineralisation. Die alten Autoren (HATLE, Graz, 1885; P. HARTNIGG, Verh. 1885, S. 117—118; J. STEINHAUSZ, Osterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1886, 34, Beil. 55—59, Verh. 1887, S. 106; ZEPHAROWICH, Min. Lexikon, I u. III; selber habe ich dort, wie bei Arzberg ober Waldbach, nur mehr einige stark ausgeklaubte Haufen gesehen) geben an: Ag-haltigen Bleiglanz, Blende, Kupferkies, Fahlerz, Schwefelkies, Cerussit, Anglesit, Pyromorphit, Malachit mit Quarz und Baryt. Baryt ist gemein mit der Pittengruppe, das Karbonat (Cerussit, wird auch von SIGMUND, Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm. 1913, 50, S. 342, bestätigt) ist bemerkenswert, weil in diesem Alpenteil Karbonate fast ganz fehlen. Arzberg ober Waldbach scheint fast das gleiche geliefert zu haben.

Schriftenverzeichnis.

- BISTRITSCHAN, K., Ein Beitrag zur Geologie des Wechselgebietes. Verh., Wien, 1939, Nr. 4, S. 111—115.
- BÖHM, A., Über die Gesteine des Wechsels. Tschermaks M. M. 1883, S. 197—214.
- CLAR, E., und O. FRIEDRICH, Über einige Zusammenhänge zwischen Vererzung und Metamorphose in den Ostalpen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1933, Jahrg. 41, S. 73—80.
- CZERMAK, F., und J. SCHADLER, Vorkommen des Elementes Arsen in den Ostalpen. Min. u. petr. Mitt. 1933, Bd. 44, S. 1—67 (bes. 5—6).
- HINTERLECHNER, K., Über die alpinen Antimonitvorkommen Maltern (Niederösterreich), Schlaining (Ungarn) und Trojana (Krain). Nebst Bemerkungen über die Blei-Quecksilber-Grube von Knajovža in Krain. Jahrb., Wien, 1917, 67, S. 341—404.
- HOFFMANN, K., Mitteilungen der Geologen der kgl. Ungarischen Anstalt über ihre Aufnahmsarbeiten im Jahre 1876. Verh., Wien, 1877, S. 14.
- JUGOVICS, L. v., Geologische und petrographische Verhältnisse des Bernsteiner Gebirges. Aufnahmsber. d. Ungar. Geol. Anstalt, I. Teil, 1918.
- KÖHLER, A., und A. ERICH, Neugebildete Albitkristalle in tertiären Konglomeratkalken bei Maltern, Niederdonau. Verh., Wien, 1929, Nr. 4, S. 118—123.
- MOHR, H., Zur Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone zwischen Schneeberg und Wechsel (Niederösterreich). Mitt. Geol. Ges. Wien 1910, III, S. 104 bis 213.
- MOHR, H., Versuch einer tektonischen Auflösung des Nordostspornes der Zentralalpen. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 1912, Bd. 88, S. 633—652.
- MOHR, H., Geologie der Wechselbahn. Denkschr. Akad. Wiss. Wien 1913, Bd. 82, S. 321—380.
- MOHR, H., Bericht über die Verfolgung der geologischen Aufschlüsse längs der neuen Wechselbahn. I. Bericht. Akad. Anz., Wien, 1909, Nr. 23, S. 390—394.
- MOHR, H., Bericht über die Verfolgung der geologischen Aufschlüsse längs der neuen Wechselbahn. III. Bericht. Ebendort, 1910, Nr. 20, S. 364—366.
- MOHR, H., Ist das Wechselfenster ostalpin? Graz (Leuschner & Lubensky), 1919.
- RICHARZ, ST., Die Umgebung von Aspang am Wechsel (Niederösterreich). Jahrb., Wien, 1911, S. 285—338; dazu Ref. v. MOHR in Mitt. Geol. Ges. Wien 1911, IV, S. 639—642.
- SCHMIDT, W., Grauwackenzone und Tauernfenster. Jahrb., Wien, 1921, S. 101 bis 116.
- SCHWINNER, R., Zur Geologie der Oststeiermark. Die Gesteine und ihre Vergesellschaftung. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 141, S. 319—358.
- SCHWINNER, R., Zur Geologie von Birkfeld. Mitt. Naturwiss. Ver. Steierm. 1935, Bd. 72, S. 67—100.
- SCHWINNER, R., Variszisches und alpines Gebirgssystem. Geol. Rundschau 1933, 24, S. 144—159.
- SCHWINNER, R., Bericht über geologische Aufnahmen in der Oststeiermark. I. Bericht. Akad. Anz., Wien, 1934, Nr. 2. II. Bericht. Ebendort 1934, Nr. 18.
- STOLICZKA, F., Bericht über die im Sommer 1861 durchgeführten Übersichtsaufnahmen des südwestlichen Teiles von Ungarn. Jahrb., Wien, 1863, 13, S. 1—25.
- WIESENER, H., Ergänzungen zu den Studien über die Metamorphose im Altkristallin des Alpenostrandes. Min. u. petr. Mitt. 1937, 48, S. 317—320.

