© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Zur Altersbestimmung der Adamellointrusion.

Von **Albrecht Spitz.**

Mit zwei Figuren im Text.

Die Lösung dieses Problems, das schon so manchen Forscher beschäftigt hat, wurde in doppelter Weise versucht: auf direktem und auf indirektem Wege. Der erste — Bestimmung des jüngsten kontaktmetamorphen Sediments — ergibt naturgemäß nur die untere Grenze der Intrusion. Durch Sueß wurde sie auf diesem Wege als anisisch, durch Bittner und Salomon als ladinisch festgelegt; erst Treners Beobachtungen in V. di Fumo rückten sie an die obere Grenze des Hauptdolomits und bald darauf an die Basis des Lias, wo sie noch heute steht.[1]) Die beliebte Berufung auf die Porphyrite von Prävali, welche noch den Oberen Jura durchbrechen, scheint mir möglicherweise für den benachbarten Tonalit von Eisenkappel bedeutsam (siehe S. 241) für den Adamello aber etwas weit hergeholt.

Die obere Grenze ist durch das Auftreten von Tonalitgeröllen im Diluvium gegeben. Die Adamellointrusion erscheint also in dem reichlich großen Intervall Lias—Diluvium eingeschlossen.

An indirekten Kriterien wurden von verschiedenen Forschern[2]) das Verhältnis der periadriatischen Intrusionen zur allgemeinen Tektonik, beziehungsweise zur Gosau verwendet. Sie kamen so zu der Vermutung, daß die Intrusionen kretazisch, beziehungsweise älter als der Abschluß der Faltung seien; strikte Beweise für ein kretazisches Alter ließen sich allerdings nicht erbringen.

---

[1]) Trener, Die sechsfache Eruptionsfolge des Adamello. Das posthätische Alter der Tonalitzwillingsmasse. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. 1912.

[2]) Vergl. Heritsch, Das Alter des Deckenschubs in den Ostalpen, Sitzungsber. Wien. Akad. Wissensch. 1912, S. 13; Schwinner, Der Südostrand der Brentagruppe (SW-Tirol), Mitt. der Geol. Gesellsch. Wien 1913, S. 222; Analogien im Baue der Ostalpen, Zentralbl. f. Min., S. 54; Waagen, Wie entstehen Meeresbecken und Gebirge? Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. 1907, S. 108.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Auch Salomon[3]) bediente sich mehrfach indirekter Kriterien; namentlich waren es die wechselseitigen Beziehungen von Faltung und Intrusion, die ihn zur Annahme führten, daß letztere während der tertiären Gebirgsbildung erfolgte. Die Schlüssigkeit dieser Argumente wurde von Trener[4]) bestritten — mit Recht, wie mir scheint. Die unregelmäßigen Störungen, welche besonders im südlichen Teile des Adamello die umgebenden Sedimente betreffen, lassen keine klaren Beziehungen zu den Leitlinien der tertiären Faltung erkennen; vielmehr könnten sie sehr wohl, wie Hammer[5]) in Anlehnung an Reyers[6]) Vorstellung ausgeführt hat[7]), mit dem Vorgang der Intrusion selbst, etwa einem Aufquellen des Tonalits infolge von Nachschüben, zusammenhängen.

Nur eine Störung macht darin eine Ausnahme. In Verbindung mit dem reichen Beobachtungsschatze, der in der Literatur über die lombardischen Alpen niedergelegt ist, läßt sich daraus auf indirektem Wege mit einiger Wahrscheinlichkeit das oben angeführte Altersintervall noch erheblich einengen. Da die nachstehenden Überlegungen nicht auf eigener Beobachtung, sondern auf Literaturangaben beruhen, so stehen und fallen sie mit deren Zuverlässigkeit. Überdies würden manche Zweifel Neubegehungen im Terrain erfordern, ein Wunsch, der infolge des Krieges wohl für längere Zeit ausgeschlossen ist. Deshalb und weil diese Beziehungen bisher der Aufmerksamkeit der Adamelloforscher einschließlich Salomons entgangen zu sein scheinen, seien sie im folgenden näher dargelegt trotz der Lücken und obwohl ich sie auch in manchen Punkten naturgemäß mehr als Problemstellung, denn als einwandfreie Lösung ansehen möchte.

Beginnen wir in den Orobischen Alpen. Von Valsassina auf der Ostseite des Comersees bis zum Monte Venerocolo

---

[3]) Vergl. bes. Salomon, Über Lagerungsform und Alter des Adamellotonalits. Sitzungsber. der königl. Akad. d. Wissensch., Berlin 1903.

[4]) Trener, Über das Alter der Adamello-Eruptivmasse, Verh. der k. k. Geol. Reichsanst. 1910.

[5]) Ampferer u. Hammer, Geol. Querschnitt durch die Ostalpen etc. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanst. 1911.

[6]) Reyer, Die Eruptivmasse des südlichen Adamello. Neues Jahrb. f. Min. Blge. Bd. I.

[7]) und Salomon zum Teil selbst annimmt, vergl. Anmerkung 3.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

durchzieht eine Störung das Gebirge, die zugleich die Grenze der „dinarischen" Sedimente gegen die nördlich anschließenden Phyllite (und Gneise) der orobischen Kette bezeichnet; wir nennen sie der Einfachheit halber die orobische Linie. Sie entspricht, wie aus Porros [7a]) schönen Profilen ersichtlich ist, einer südwärts gerichteten mäßigen Überfaltung des orobischen Kristallins über Verrucano; stellenweise wird sie zu einer Überschiebung, an anderen Stellen steht sie saiger. Südlich von ihr breiten sich die mesozoischen Sedimente der Bergamasker Alpen aus.

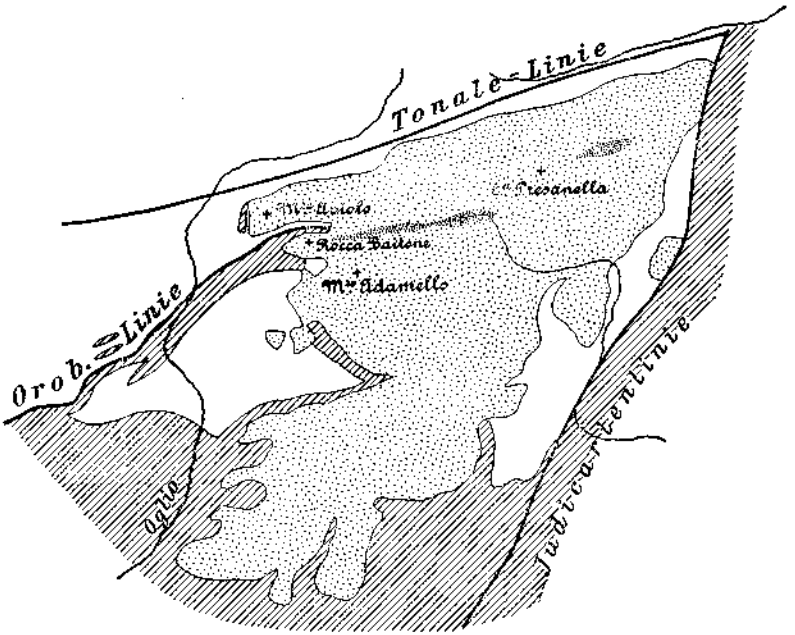

Fig. 1.

Kärtchen des Adamello (nach Salomon und Porro).
Weiß: Kristallin; gestrichelt: Permo-Trias; punktiert: Tonalit; feine Punkte darin: Quetschzonen des Tonalits.

Im Ogliotale ändert sich das Bild. Eine weitgespannte flache Aufwölbung, Salomons Camonica-Antiklinale, durchlöchert hier das Mesozoikum. Seine Hauptmasse liegt südlich von ihr, nördlich bleibt nur eine schmale Zone von Perm übrig, welche Camonica-Antiklinale und orobische Phyllite (beziehungsweise deren östliche Fort-

[7a]) Porro, Le Alpi bergamasche, Milano 1903.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

setzung gegen Edolo und den Tonale) trennt (vgl. Fig. 1). Letztere überschieben, wie gleichfalls Porro[8]) gezeigt hat, östlich des Monte Venerocolo in Fortsetzung der orobischen Linie diese Permzone, in Form mehrfacher schuppenartiger Wiederholungen. So erreicht die orobische Linie das Ogliotal.

Jenseits des Tales hat Salomon den sogenannten Gallinerabruch beschrieben.[9]) An einer etwa saigeren Fläche stoßen Kristallin im Norden und Buntsandstein im Süden, beide mit Nordfallen, jedoch diskordant aneinander (vgl. Fig. 2). Sie ist nach Porros Aufnahmen die unmittelbare östliche Fortsetzung der orobischen Linie. Ihre bruchartige Erscheinungsform wirkt zunächst etwas befremdlich. Doch kommt, wie schon erwähnt, steile Stellung auch weiter westlich an der orobischen Linie vor; und was die Diskordanz anbetrifft, so mögen bruchartige Bewegungen sekundär, vielleicht während der Intrusion, vielleicht später[10]) eine Rolle gespielt haben — jedenfalls kann man auf Grund der Identität von orobischer Linie und Gallineralinie nicht im mindesten daran zweifeln, daß auch die letztere ihrem Wesen nach engstens mit der Faltung zusammenhängt.

Als sekundäre Parallelstörung zur Gallineralinie, ähnlich wie am Westufer des Oglio (vgl. Fig. 1), ist möglicherweise die schmale Permzone aufzufassen, welche knapp am Westrand des Monte Aviolo im Phyllit steckt. Das Fallen ist sehr steil OSO gerichtet.[11]) Man würde dann allerdings Nordwestfallen erwarten, doch wäre bei der fast saigeren Stellung der Permzone eine geringe Druckwirkung infolge des Intrusivvorganges hinreichend, um das W-Fallen zu O-Fallen umzukippen; ganz ähnlich sieht man ja auch die Triasbänke in der Nachbarschaft des Tonalits aus ihrer verschiedenartigen Lagerung steil abbiegen, um unter ihn einzuschießen. —

Das O—W-Streichen der Bergamasker Alpen ist hier einer leichten Beugung zu NO gewichen, die vermutlich einer

---

[8]) Porro, Note geologiche sulle Alpi bergamasche e bresciane, II. Fra Valle Scalve e Valle Camonica; la linea di Gallinera. Rendiconti istut. lomb. 1911, p. 870 ff.

[9]) Vergl. Salomon, Die Adamellogruppe I. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanst. 1908, S. 120, 121.

[10]) Vergl. S. 232.

[11]) Salomon, Die Adamellogruppe I. Profil auf S. 113.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Interferenz von lombardischer und judikarischer Richtung entspricht.

Der Kontakt der Gallineralinie mit dem Tonalit vollzieht sich nun in bemerkenswerter Weise. Nach Salomons Karte (vergleiche Fig. 1) dringt am Passo Gallinera Phyllit und Werfener Schiefer zu beiden Seiten der Dislokation in Form einer langen schmalen Zunge mehrere Kilometer weit nach ONO in den Tonalit ein; dieser entsendet dafür gegen WSW in die Phyllite des Nord-, beziehungsweise die Permotrias des Südflügels die beiden breiten zungenförmigen Vorsprünge des Monte Aviolo und der Rocca Baitone. Das Ostende der Gallinerazunge ist nicht ganz sichergestellt; vielleicht setzt sie sich noch etwas weiter östlich fort, als es die Karte Salomons angibt.[12]) Jedenfalls aber verschwindet sie und damit die Gallineralinie schließlich im Tonalit.

Der letztere Umstand zieht den Schluß nach sich, daß der Tonalit die Gallineralinie aufzehrt, also jünger ist als sie.

Nun hat aber Salomon zwischen Mandronhütte und dem Passo Brizio Quetschzonen im Tonalit beschrieben[13]), welche beim Rifugio Garibaldi ziemlich nahe an das Ostende der Gallinerazunge herankommen. Eine protoklastische Entstehung ist hier, inmitten des Tonalits, wenig wahrscheinlich; es handelt sich offenbar um jüngere mechanische Erscheinungen. Salomon vermutet auch, daß sie „entstanden sein dürften, als der Tonalit durch Erosion bereits von einem wesentlichen Teil der auf ihm lastenden Kruste befreit war",[14]) also offenbar recht spät; von der Möglichkeit eines Zusammenhanges mit der Gallineralinie erwähnt er nichts.

Bei der unleugbaren Tendenz zu NO-Streichen, welche die orobische Linie etwa vom Ogliotal an verrät, würde man eine Fortsetzung auch wirklich eher nördlich der erwähnten Quetschzonen suchen, etwa längs des Hauptkammes der Presanellagruppe; doch sind hier nur weit im Osten, am Passo Scarpaccò, Quetschzonen bekannt,[15]) welche offenbar anzeigen,

---

[12]) Salomon, Adamellogruppe I. S. 306.

[13]) Salomon, Adamellogruppe I. S. 301, 305.

[14]) Salomon, Neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und St. Gotthard. Sitzungsber. der königl. Akad. d. Wisschsch. Berlin 1898, S. 29.

[15]) Salomon, Adamello I, S. 304.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

daß sich die mechanischen Vorgänge nicht auf eine kontinuierliche Zone beschränken.

Aber selbst wenn weitere Begehungen die Quetschzonen eng an die Gallineralinie anschlössen, ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß sie Folgen einer späteren sekundären Phase sind, welche die Gallineralinie nachmals belebte.[16])

Denn ist die Gallineralinie jünger als der Tonalit, dann ist das zungenförmige, wechselseitige Ineinandergreifen beider im Streichen nur durch intensive Verfaltung zu erklären.[17])

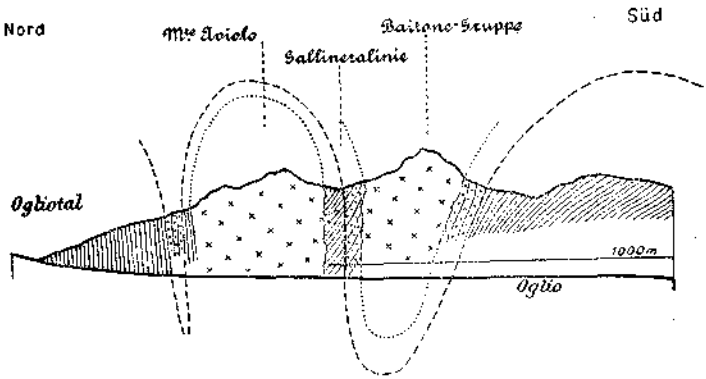

Fig. 2.

Faltenschema der NW-Ecke der Adamellogruppe, bei Annahme vortektonischen Alters des Tonalits, 1 : 150.000.

Kristall. Schiefer: gestrichelt; Permo-Trias: punktiert; Tonalit: Kreuzchen.

(Vergl. Figur 2.) Eine schmale Schieferzunge zwischen zwei mächtigen Tonalitbacken würde dann entweder als Ganzes zu einer Bewegungszone werden, oder die Dislokationen würden den Grenzen von Tonalit und Schiefer folgen. Statt dessen sehen wir, daß die schmale Gallinerazunge ihrer ganzen Länge nach der Mitte entzwei gespalten wird und so zarte

[16]) und vielleicht ihre Bruchform bewirkte.

[17]) In Salomons Profil (Adamello, I. S. 120) beträgt die »Sprunghöhe« der Gallineralinie ca. 600 m. Sie ist wohl noch größer, denn im Ogliotale liegt die Permotrias bei 600 m, nördlich der Rocca Baitone steigt sie auf fast 3000 m; ein Auslenken der Störung ist noch an keinem der beiden Punkte zu sehen. Für die zum Teil noch längeren Zungen der südlichen Adamellogruppe gelten ähnliche Überlegungen; doch ist ein gleich tiefgreifendes Ausmaß der Faltungen hier nicht nachweisbar und alle Schlüsse, welche auf sie gebaut sind, verlieren deshalb an Gewicht, weil sie keinen regionalen Charakter tragen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Gebilde wie quergreifende Apophysen[18]) unbeschädigt ihren Zusammenhang mit dem Tonalit wahren. Auch der Tonalit des Monte Aviolo und der Baitonegruppe, der dann gewissermaßen im Kern einer Antiklinale, beziehungsweise einer Synklinale läge, würde uns wohl in anderer Verfassung überliefert worden sein denn als tadellos körniges Gestein, wie er das in Wirklichkeit ist. Aus dem antiklinalen Verhalten des Monte Aviolo im Verhältnis zum südlich angrenzenden Perm und Tonalit der Baitonegruppe wäre zu folgern, daß er von Phyllit und Permotrias bedeckt war, während doch sonst fast die ganze übrige Tonalitmasse lakolithenförmig über Perm und Untertrias liegt. Schließlich müßten wir bei dem geringen Diskordanzwinkel von Tonalit und Schiefern annähernd flache Lagerung der primären Kontaktfläche annehmen, während sie sonst ganz vorwiegend und von Haus aus steil bergein fällt!

Alle diese Schwierigkeiten und Ausnahmen verschwinden sofort, wenn man dem Tonalit jüngeres Alter zuerkennt, als der Tektonik, bestenfalls gleiches Alter; in letzterem Falle wäre nicht der Tonalit für die Gallineralinie,[19]) sondern diese für die Konfiguration des Tonalits maßgebend, da sie als orobische Linie durch ihr regelmäßiges, über 70 km weites Fortstreichen bis zum Comersee aufs deutlichste ihre Unabhängigkeit von dem verhältnismäßig lokalen Ereignisse der Adamellointrusion erweist. Nun fehlt aber dem Tonalit beiderseits der Gallinerazunge jede Paralleltextur, wie man sie bei Altersgleichheit mit der Tektonik doch wenigstens andeutungsweise erwarten möchte. Es bleibt daher am wahrscheinlichsten, daß die Intrusion jünger ist als die Tektonik, wie aus dem Verschwinden der Gallinerazone gegen Osten bereits abgeleitet. Der so auffällige Kontrast zwischen der Lakkolithenform des größeren südlichen und dem mehr stockähnlichen Verhalten des nördlichen Tonalitabschnittes wäre dann als Funktion der prätonalitischen Tektonik ungezwungen erklärt: dort fand die Intrusion verhältnismäßig ruhige Lagerung,[20]) hier steile Faltung und Überschiebung, verbunden

[18]) Salomon, Adamello I. Profil S. 120.

[19]) Wie das eingangs für Störungen weiter im Süden als möglich bezeichnet wurde.

[20]) Vergl. S. 229.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

mit starker Höherschaltung dieses Gebirgsteiles.[21]) Nachträgliche Bewegungen vermochten wohl Quetschzonen zu erzeugen, aber dieses Verhältnis nicht mehr zu ändern.

Das Alter der Tektonik läßt sich aber mit Hilfe der orobischen Linie annähernd sicherstellen. Letztere gehört nämlich als nördlichste zu dem großen System der dinarischen Faltung und Überfaltung, welches die ganzen lombardischen Alpen beherrscht und nur stellenweise (u. a. gerade im südlichen Hauptabschnitt des Adamello) durch tafelförmige oder flach undulierende Lagerung[22]) verschleiert wird. Schon im Grignagebirge schließen sich an die orobische Linie zwei südwärts gerichtete Überschiebungen an, und weitere finden sich am Außenrand der Kalkzone.[23]) Hier tritt auch die obere Kreide (Turon) in den Kern der liegenden Mulden ein, ja ganz draußen in der Ebene (Missaglia) sogar das Eocän.[24])

Die Wesensgleichheit dieser südgerichteten Bewegungen ist räumlich wie strukturell so augenfällig, daß man sie alle als eng zusammengehörig und gleich alt anzusprechen berechtigt ist, wenigstens bis auf gegenteilige Beweise.

Die Südüberschiebungen — und damit die orobische Linie — sind also jünger als das Turon, sogar jünger als das Eocän.

[21]) Nach einer älteren Darstellung Salomons (Tscherm. Min. Mitt. 1897, S. 11) liegt bei Lava (Rino) im Ogliotale ein kleiner Dioritstock an der Gallineralinie, noch in den Phylliten. Diese hat er metamorphosiert, das Perm nicht; die Linie schneidet ihn an. Salomon hält ihn demnach für älter als diese. Später (Adamellogruppe I. S. 111) hat er diese Darstellung wesentlich abgeschwächt, indem er die Möglichkeit einer Metamorphose des Perm nicht ausschließt. Er zweifelt daher, ob der Diorit älter oder jünger ist als die Gallineralinie, oder — am wahrscheinlichsten — gleich alt. Der Diorit von Lava ist nach Salomon wahrscheinlich eine Apophyse des Adamellotonalits. Von diesem gibt er an, daß er beide Flügel der Gallineralinie hochgradig metamorphorsiert; sogar Resorptionserscheinungen sind vorhanden. Starke Metamorphose wäre hier sowohl bei jüngerem als auch bei höherem Alter des Tonalits zu postulieren; in letztem Falle müßte man jedoch erwarten, daß die heftigen mechanischen Vorgänge Spuren im Mineralbestande der metamorphen Gesteine hinterließen, wovon bis jetzt nichts bekannt ist.

[22]) und die nordwärts gerichtete Presolonaüberschiebung (vergl. Porro, Alpi bergamasche).

[23]) Vergl. Raßmus, Der Gebirgsbau der Lombard. Alpen. Zeitschrift der Deutsch. Geol. Gesellsch. 1913, Monatsberichte Nr. 2.

[24]) Vergl. G. de Alessandri, Osservazioni geologiche sulla creta e sull' eocene della Lombardia, Tafel 3, Atti soc. ital. sc. nat. 1899.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Im Gegensatz zu dieser Anschauung verlegt Raßmus die Hauptaufrichtung der lombardischen Alpen in die höchste Oberkreide (etwa zwischen Turon und Santonien [= tiefstes Senon]). Sicherlich begannen um diese Zeit die Kalkalpen aufzutauchen; das beweisen die Geröllager der Santonien.[25]) Doch enthalten sie (und die Breccienkalke des Eocän) kaum kristalline Komponenten,[25a]) sondern ganz vorwiegend Gerölle von Lias-Jura, seltener Trias, höchstens Porphyrit.[26]) Auch bilden sie nur linsenförmige Einlagerungen zwischen Sandsteinen und Mergeln.[27]) Die Grenze von Oberkreide und Eocän ist konkordant, vielleicht sogar lückenlos, nicht selten überhaupt schwer zu ziehen.[28]) Aber auch das Santonien liegt, wenn überhaupt diskordant, nur unter geringem Winkel auf dem Turon.[29]) Er genügt vollauf, um die von Raßmus betonte Differenz im Streichen zwischen beiden zu erklären; übrigens könnte man auch die häufige Girlandenform der lombardischen Randketten hiefür verantwortlich machen. Das Fehlen des Santonien im Innern des Gebirges läßt sich genügend durch seinen regelmäßigen treppenförmigen Anstieg gegen N erklären; sind doch auch Lias und Jura in ähnlichen Zonen angeordnet. Keinesfalls bestehen in der Lagerung Analogien etwa mit der Gosau der östlichen Alpen oder gar den Sotzkaschichten von Südsteiermark, von einem Übergreifen des Santonien und Eocän über liegende Falten oder Überschiebungen kann vollends nicht die Rede sein. Solch ein Übergreifen müßte man aber zum mindesten an jenen Stellen erwarten, wo sich die liegenden Turonfalten und das Santonien so nahe kommen, wie zum Beispiel in der Alta Brianza (ca. 5 km) oder am Monte Misma (ca. 2 km).

---

[25]) Vergl. Alessandri l. c.; Raßmus, Beiträge zur Geologie und Tektonik der südöstlichen Alta Brianza. Kokens geol. u. pal. Abh., N. F., Bd. X., 1912.

[25a]) In Schmidt-Steinmann (Geol. Mitteilungen aus der Umgebung von Lugano, Gel. geol. helv. 1890, 31) werden solche aus dem Eocän westlich des Lago Comabbio erwähnt.

[26]) Auch die kieseligen (»silicei«) Komponenten stammen nach Alessandri, S. 51 aus dem Mesozoikum (Hornsteine).

[27]) Alessandri l. c., S. 50.

[28]) Alessandri l. c., S. 39, 55, 56, 64, 68.

[29]) Alessandri l. c., S. 32.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Heim[30]) läßt sogar den „großen ersten alpinen Horizontalschub" erst nach Ablagerung der Molasse erfolgen. „Die ganze gewaltige Schichtreihe vom Verrucano bis und mit der Molasse hat eine einzige, gleichzeitige harmonische Aufrichtung aus ursprünglich flacher Lagerung nach Absatz der Molasse erfahren."[31]) Nun liegt allerdings an der Basis der Molasse eine Primärdiskordanz. Doch gilt bezüglich ihres geringen Winkels in Vertikal- und Horizontalprojektion Ähnliches wie für Santonien-Eocän. Überdies enthält sie ganz vorwiegend kristalline Gerölle.[31a]) Die zweifellose Gebirgsbildung, welche ihr voranging, scheint also nur im kristallinen Hinterlande kräftig gewesen zu sein,[32]) während sich die schwächeren Bewegungen in der obersten Kreide mehr in der mesozoischen Region bemerkbar machten. Die großen Südüberschiebungen aber, welche die lombardischen Kalkalpen vom kristallinen Hinterlande bis hinaus zum Alpenrande in einheitlichem Schwunge erfaßten, können keiner von diesen beiden Phasen angehören, sondern müssen noch jüngeren Datums sein. Man kann also sagen: Die dinarische Faltung in den lombardischen Alpen und mit ihr die orobische Linie ist jünger als das Turon, jünger als das Eocän, sehr wahrscheinlich jünger als die oligocän-miocäne Molasse und älter als das Pliocän, das am Alpensüdrand ungestört über die Falten transgrediert. Damit ist auch das Alter des Adamello bestimmt. Wenn die im Vorangehenden entwickelte Schlußkette richtig ist, dann gilt der Satz: Die Intrusion der Adamello-Presanella-masse[33]) liegt zwischen Oberer Kreide, bezie-

[30]) Albert Heim, Ein Profil am Südrande der Alpen; der Pliocänfjord der Breggiaschlucht. Vierteljahrsschr. nat. Ges. Zürich 1906, S. 45.

[31]) Heim l. c., S. 24.

[31a]) Heim l. c.; Taramelli, Il canton Ticino meridionale. Beitr. geol. Karte der Schweiz 1880, Bd. XVII., S. 93. Taramelli, I tre laghi, Milano 1903. Der Montorfano bei Brescia enthält vorwiegend Kalkgerölle. Doch ist sein Alter unsicher (Molasse nach Taramelli [spiegazione della carta geol. di Lombardia, 1890, p. 41] und Curioni [Geolog. applicata delle province Lomb. I p. 308], Eocän nach Baltzer [Geologie der Umgebung des Iseosees, Kokens Abh. 1902).

[32]) Seine ehemalige mesozoische Bedeckung ist offenbar vorwiegend in die nördliche Molasse abtransportiert worden.

[33]) Des vorletzten Gliedes in der Eruptivfolge des Adamello; vergl. Trener, Verh. der k. k. Geol. Reichsanst. 1912.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

hungsweise Eocän und Miocän, sehr wahrscheinlich zwischen Oligocän-Miocän und Pliocän.

Und da die lombardische Faltung auch innerhalb der älteren Eruptivglieder keine Spuren hinterlassen hat, so dürfte unser Schluß auch für diese Gültigkeit besitzen.

Dem nachtektonischen, bestenfalls mit der Tektonik gleichzeitigen Alter des Adamello entspricht auch seine Form. In ihrem hammerförmigen Verlaufe spiegelt sich deutlich lombardisches und judikarisches Streichen. Und an der einzigen Stelle, wo nicht flachwellig verbogene Sedimente, sondern sichere Leitlinien der Tektonik mit dem Tonalit zusammentreffen, eben an der Gallineralinie, da paßt er sich in den Zungen des Monte Aviolo und der Baitonegruppe auch im Detail dem Streichen an; er bemüht sich hier nach Kräften, den tektonischen Linien — wenn der Ausdruck erlaubt ist — so viel Entgegenkommen zu beweisen, als sich mit seiner intrusiven Natur nur irgendwie vereinbaren läßt. Ein ähnliches Verhalten kann man auch bei anderen Massen (zum Beispiel Rieser, Tonalit von Sondrio) — ihr junges Alter vorausgesetzt — erkennen.

Dennoch fanden, wie schon die besprochenen Quetschzonen beweisen, auch nach der Intrusion noch Bewegungen statt. Corno Alto- und Adamello-Presanella-Masse werden durch die Judikarienlinie angeschnitten. Diese ist also jünger als die genannten Glieder und daher auch jünger als die orobische Linie. Damit harmoniert, daß die gleichsinnig mit den lombardischen Alpen streichende Tonalezone von der Judikarienlinie abgeschnitten wird (Hammer). Im Adamello sind an der Judikarienlinie — ganz im Gegensatz zu ihrem nördlichen Verlaufe — nur vertikale Bewegungen ohne besondere Streß-Wirkung erkennbar (?) Denn die Paralleltextur, welche am Nordostrande des Adamello nahe der Judikarienlinie vorhanden ist, scheint nach Trener[34]) in ihrem Verlaufe von letzterer unabhängig zu sein; sie streicht ONO wie die Schieferung, welche am Nordrande des Adamello der Tonalelinie folgt. Trener hat nachzuweisen versucht, daß sie trotz ihres kataklastischen Charakters nicht mit tektonischen Bewegungen zusammenhängt, sondern im Sinne Löwls mit dem Intrusiv-(beziehungsweise Gas-)druck des Magmas auf die einschlie-

[34]) Trener, Geol. Aufnahme im nördl. Teil der Presanellagruppe. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanst. 1906.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

ßende Hülle. Auch Salomon läßt ähnliche Auffassungen gelten, allerdings nicht ohne Einschränkung. In der Tat ist auf Grund der Trenerschen Ansicht zum Beispiel die Beobachtung Salomons schwer zu verstehen, daß manche der quergreifenden Aplitapophosen in den kristallinen Schiefern des Nordrandes ganz gleichsinnig mit dem benachbarten Tonalitgneis geschiefert sind. Der Winkel, den am Nordostsporn des Adamello die Schieferung mit dem Ostrande des Tonalits einschließt, erscheint übrigens durch keine der beiden Auffassungen befriedigend erklärt. Bemerkenswerterweise tritt nach Trener[35]) am Nordrande des Ré di Castello-Stocks eine ähnliche Tonalitgneis-Zone auf, die man gewiß gerne mit dem Intrusivvorgang selbst in Zusammenhang bringen möchte.[36])

Die zahlreichen Klüfte im Tonalit werden übereinstimmend für primäre Erscheinungen gehalten.

Bestenfalls haben sich also die nachintrusiven Pressungen auf die Nachbarschaft der Tonale- und vielleicht auch Judikarienlinie beschränkt[37]), die eigentliche Hauptmasse des Tonalits jedoch recht schonend behandelt. Wie ganz anders sehen die mechanischen Spuren in verwandten Eruptivmassen aus, von denen es gewiß ist, daß sie die volle Wucht der Faltung zu spüren bekamen, zum Beispiel der Brixener Tonalit, oder die „Diorite" der Ivreazone! Neben parallelstruierten Bildungen, die den Tonalitgneisen des Adamello vergleichbar sind, findet man hier, an bestimmte Flächen geknüpft, hochgradige Zertrümmerung und Mylonitisierung.

Überblicken wir das Gesagte, so gelangen wir, wenn auch auf etwas verschiedenem Wege, zu demselben Urteil, wie Salomon, nämlich, daß die Intrusion des Adamello während der tertiären Gebirgsbildung eintrat; freilich, die Hauptfaltung dieses Teiles der Südalpen war offenbar bereits erfolgt. Da nun für eine der in den Tonalit eindringenden Zungen der Zusammenhang mit der regionalen Tektonik sichergestellt er-

[35]) Verh. der k. k. Geol. Reichsanst. 1912, S. 100.

[36]) Es ist allerdings sonderbar, daß diese Randzone durch die jüngere Adamellointrusion so gar nicht beschädigt wurde; viel eher würde man in einem solchen Falle erwarten, daß die jüngere Masse eine Randzone entwickelt, die der älteren aber aufgezehrt wird!

[37]) Die Berechtigung der Bezeichnung »Tonalelinie« soll hier nicht geprüft werden.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

scheint, wird er auch für die anderen (Val di Breguzzo, Val Blumone usw.) wahrscheinlicher. Nur jene Phase, welche die Judikarienlinie erzeugte, folgte der Intrusion nach.

Werfen wir nun einen Blick auf die übrigen Massen des periadriatischen Bogens, so finden wir im Disgrazia viele Analogien zum Adamello.[38]) Auch dort scheint die Faltung der Hauptsache nach — vielleicht von nachträglichen Blockbewegungen abgesehen — schon vor der Intrusion erfolgt zu sein. Denn die rhätische Decke, welche in der Cavlocschuppe durch den Granit ganz ebenso metomorphosiert und abgeschnitten wird wie die orobische Linie durch den Adamello, enthält im Norden wohl noch Kreide, vielleicht auch Tertiär; keinesfalls sind diese Bündner-Schiefer-Decken älter als die Faltung der Préalpes und des Briançonnais. Die Intrusion ist also ins Tertiär zu verlegen.

Dem Disgraziastock werden sich nach Cornelius[39]) die Tonalite von Sondrio möglicherweise nahe anschließen lassen; sichere Kriterien fehlen einstweilen noch.

Weniger deutlich sind die Anzeichen jüngeren Alters bei den Intrusivstöcken weiter im Westen.

Der Diorit von Traversella[40]) ist massig, metamorphosiert aufs deutlichste die altkristallinen Schiefer und Marmore der Sesiazone und schneidet sie im Streichen diskordant ab. Namentlich der letztere Umstand spricht für ein jugendliches Alter (Miocän nach Novarese[41]), denn bei der geringen Bedeutung der Permdiskordanz in der piemontesischen Region wird man die steile Aufrichtung der Sesiaschiefer verhältnismäßig spät ansetzen müssen.

Ähnliches gilt vom Syenit von Biella.

---

[38]) Cornelius, Geol. Beobachtungen im Gebiete des Fornogletschers (Engadin). Zentralbl. f. Min. etc. 1913.

[39]) Cornelius, Zur Kenntnis der Wurzelregion im unteren Veltlin. Neues Jahrb. f. Min. 1915, Blg.-Bd..

[40]) Vergl. C. F. Müller, Die Erzlagerstätten von Traversella im Piemont, Italien. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1912.

[41]) Novarese, L'origine dei giacimenti metalliferi di Brosso e Traversella in Piemonte. Boll. com. geol. ital. 1901.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Das Alter der Kontaktbildungen an den Tessiner Graniten ist zwischen Klemm und seinen Anhängern einerseits, Preiswerk und Schmidt anderseits strittig.

Die gleichfalls massigen Granite von Baveno haben nach Salomon[42]) die Stronaschiefer im Kontakt verändert; daß sie mit den permischen Quarzporphyren zusammenhängen, ist nicht sonderlich wahrscheinlich; denn beide berühren sich westlich der Sesia[43]), ohne daß engere Beziehungen zwischen ihnen bekannt geworden wären.[44]) Infolge dieses Verhältnisses ist auch ein jüngeres Alter des Granites wenig wahrscheinlich.

Nicht viel besser steht es im Osten des Adamello. Vom Asta- und Brixener Granit wurde mehrfach behauptet, daß er als Einschluß in Konglomerattuffen, bzw. im Quarzporphyr auftrete. Fälle letzterer Art sind mit Vorsicht zu bewerten, denn es besteht immerhin die Gefahr einer Verwechslung mit endogenen granitischen Modifikationen des Quarzporphyrs.[45]) Dazu kommt, daß der Rensengranit, der stofflich mit dem Brixener Granit identisch ist,[46]) Gänge in die Tuxer Marmore der Rensenzone entsendet;[47]) es läßt sich aber bisher keineswegs ausschließen, daß letztere mesozoisch sind.

Den Bachergranit, der die überlagernden Phyllite weder injiziert, noch metamorphosiert, muß man demnach auch für alt halten, nur die von Gosau überlagerten Dacite und und Porphyrite, die mechanisch ganz unbeeinflußt sind, scheinen deshalb interkretazisch zu sein.[47a])

---

[42]) Salomon, Über Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen, granitisch-körnigen Massen. Tscherm. Min. Mitt. 1897.

[43]) Vergl. Übersichtskarte der Westalpen des R. ufficio geol., 1:400.000.

[44]) Man hat bisher keine Ursache, diesen Kontakt als mechanisch zu deuten. Ein analoger Mangel an Übergängen zwischen Porphyrit und Monzonit von Predazzo spielt bekanntlich bei der Altersfrage beider eine große Rolle.

[45]) Vergl. dazu Stark, Petrogr. Provinzen. Fortschritte der Min., Krist. u. Petrographie 1914, S. 271, Anmerkung.

[46]) Sander, Verh. der k. k. Geol. Reichsanst. 1914. S. 326; Hradil Der Granitzug der Rensenspitze bei Mauls in Tirol. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1912.

[47]) Sander, Geol. Studien am Westende der Hohen Tauern. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1911, S. 3.

[47a]) Heritsch, Beiträge zur Geologie der Steiermark IV. Studien im Gebiete des westlichen Bacher. Mitt. nat. Ver. Steiermark 1914.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Der Tonalit (und Granit) von Eisenkappel nimmt an der Tektonik der Karawanken teil. Diese ist voroligocän, ja in ihrer Anlage wohl schon vorgosauisch. Sonstige Beziehungen zwischen dem Tonalit und dem Mesozoikum lassen sich nicht ausfindig machen. Der Tonalit ist beiderseits durch Störungen von der Trias getrennt; allerdings erkennen selbst die Deckentheoretiker nur einer davon regionale Bedeutung zu. Je nachdem man nun den Tonalit an die nördliche oder südliche Karawankenkette geknüpft denkt, würde man bei Annahme einer nachpermischen Intrusion also hier oder dort Tonalitapophysen in der Trias (nach Art des Adamello) erwarten, wenigstens stellenweise. Dasselbe gilt für den Tonalit von Villach-Warmbad, der beiderseits von Silur-Devon umgeben ist.[48]) Ob nun die postoberjurassischen Porphyrite von Prävali (richtiger Ursulaberg) als solche Apophysen anzusprechen sind, ist durchaus unsicher; sie halten sich in bemerkenswerter Entfernung vom Tonalit. Überhaupt durchschwärmen die Porphyrite zwar ungeheure Räume, zeigen aber im allgemeinen durchaus keine Häufung in der Nähe der tonalitischen Stöcke.[49])

Für die Altersbestimmung der Rieserintrusion fehlen nähere Anhaltspunkte, so lange das Alter der injizierten, beziehungsweise kontaktmetamorphen Schiefer des Zinsnock- und Stallersattels nicht sichergestellt ist.[50])

Von Monzoni-Predazzo weiß man nur, daß die Insion jünger ist als Mitteltrias und daß sie keine Spuren von Faltung zeigt; ob sie triadisch oder tertiär ist, darüber schwanken die Meinungen.[51])

Für die massigen Norite von Klausen ist die Annahme verlockend, daß sie an der Fortsetzung der postoberkretazischen Vilnösser-Linie aufgedrungen sind. Allerdings ist zu bemerken, daß letztere in den „Phylliten", die sich immerhin gliedern

[48]) Teller, Geologie des Karawankentunnels, Denkschrift, Akademie, Wien 1910.

[49]) Ausnahmen finden sich vielleicht (?) im Adamello und bei Traversella; in beiden Fällen durchbrechen die Porphyrite das Tiefengestein.

[50]) Vergl. Löwl, Die Tonalitkerne der Rieserferner in Tirol. Peterm. Mitt. 1893, S. 9, 10. Becke, Studien am Tonalit der Rieserferner. Tscherm. Min. Mitt. 1892, S. 379.

[51]) Vergl. Hoernes, Zur Geologie von Predazzo. Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wiss. Wien 1912.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

lassen, keinen stratigraphischen Effekt mehr erzielt hat und sich hier somit dem Nachweis entzieht.[52]) Das diskordante Aufdringen in den Phylliten kann bei der größeren Bedeutung der permischen Transgression in den Ostalpen nicht ohne weiteres für junges Alter herangezogen werden. Einer Aufklärung bedarf auch eine Angabe von Teller und John, die in Vergessenheit geraten zu sein scheint, daß nämlich in den Konglomeraten des benachbarten Bozener Quarzporphyrs Gerölle vorkommen, die petrographisch vollkommen mit jenen der Klausener Norite übereinstimmen.[53])

So zerfallen also die periadriatischen Massen älterer Autoren in mehrere Gruppen: eine sicher präpermische, eine sicher tertiäre (Adamello, Disgrazia) und eine altersunsichere. In dieser ist Predazzo jünger als Trias, Traversella, Biella, Rieser und Westbacher wegen ihrer Beziehung zur Tektonik und ihrer Massigkeit[54]) vermutlich jung, beziehungsweise voroberkretazisch.

Dazu kommen die zahlreichen „Porphyrite", deren Alter nicht immer feststeht. Neben interkretazischen und postjurassischen sind auch triadische und präpermische von ähnlicher Beschaffenheit vorhanden.[55])

Bei der Betrachtung der magmatischen Förderung in den Alpen darf man selbstverständlich die Effusionen nicht ausschließen; denn es ist wohl erst eine Frage zweiten Ranges, ob intrusive Massen die Oberfläche erreichen oder nicht. Dadurch erweitert sich die Zahl der jungen Eruptivmassen in der Umrandung der Adria noch um die triadischen Südalpen-Melaphyre[56]) und die eocän-oligocänen Eruptionen der Euganeen und lesinischen Alpen.[57])

---

[52]) Vergl. Teller-John, Geol. und petrogr. Beiträge zur Kenntnis der diorit. Gesteine von Klausen in Südtirol. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. Karte, Bd. XXXII.

[53]) l. c., S. 154.

[54]) Mit der nötigen Vorsicht zu verwenden, vergl. z. B. die massigen, aber präpermischen Oberengadiner oder Canavese-Granite!

[55]) Vergl. z. B. Salomon, Die Adamellogruppe, Hoernes, Zur Geologie von Predazzo, Sitzungsber d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1912, S. 27,

[56]) Deren Zusammenhang mit den Massengesteinen von Predazzo strittig ist, vergl. Hoernes, l. c.

[57]) Von den jungen Eruptionen Steiermarks sei in diesem Zusammenhange abgesehen, da sie bereits dem Ostrande der Alpen angehören.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Die Bezeichnung „periadriatisch" ist selbstverständlich auf die jüngeren Gesteine zu beschränken; denn sonst müßte man zum Beispiel auch die Zentralgneise der Tauern hieher rechnen[58]), ja in erweitertem Sinne überhaupt alle Eruptivgesteine des gesamten Alpenbogens.

Prüfen wir die Verteilung dieser sicher oder wahrscheinlich jungen Eruptiva, so finden wir eine bemerkenswerte Unabhängigkeit von den tektonischen Hauptzonen der Alpen. Die Euganeen liegen ganz am Südrand der Dinariden, Monzoni-Predazzo und die Laven mitten darin, Adamello und Klausen am Nordrand, Disgrazia und die piemontesischen Stöcke sowie Rieser und westlicher Bacher jenseits der Dinaridengrenze; ebenso verbreiten sich die Porphyrite durch die ganzen westlichen Südalpen, aber auch weit nach Norden (Sesiazone, Ortler, Rojen [?], südliche Silvretta [?], Gneise südlich der Hohen Tauern, Drauzug).[59])

Damit kommen wir aber in nächste Nähe einer anderen Zone von jungen (postoberjurassischen z. T.) Eruptivgesteinen, die man gewöhnlich nicht als periadriatisch zu bezeichnen pflegt, nämlich jenes riesigen Kranzes von grünen Gesteinen, welche durch die ganzen piemontesischen Alpen nach Graubünden, und, wenn die deckentheoretische Auffassung der Tauern zutrifft, bis tief nach Kärnten reichen, gegen Norden aber bis ins Briançonnais vorstoßen. Freilich sind sie stärker basisch als die bisher betrachteten. Doch ist unter diesen — von den Südtiroler Laven und den Euganeen ganz abgesehen — Klausen von ähnlicher Beschaffenheit. Sueß[60]) zog sogar die Ivreagesteine[61]) in den Bereich der periadriatischen Massen und verknüpfte sie mit den (piemontesischen) Grüngesteinen des Monte Viso. Stoffliche Kriterien müssen also bei der Definition des Begriffes „periadriatisch" beiseite gelassen werden; durchbricht doch schon Monzoni-

[58]) Vergl. dazu Kossmat, Die adriatische Umrahmung in der alpinen Faltenregion. Mitt. d. Wiener Geol. Ges. 1913, S. 137.

[59]) Von den vereinzelten, sicher oder vermutlich jungen Eruptiva der äußeren Alpenzonen sei hier ganz abgesehen!

[60]) Antlitz der Erde, III, 2.

[61]) Die sich freilich als alt erweisen, vergl. Cornelius, Zur Kenntnis der Wurzelregion im unteren Veltlin, Neues Jahrb. f. Min., Blge.-Bd. 1915; seine Argumentation läßt sich auf die gesamte Ivrea-Tonalezone erweitern.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Predazzo die chemische Einheitlichkeit der Reihe, und auch der Disgrazia scheint von den echten Tonaliten (nach der sauren Seite) abzuweichen.[62])

Der Unterschied der grünen Gesteine liegt vielmehr darin, daß sie an der Hauptfaltung (Deckenbildung) beteiligt sind, während die übrigen Massen höchstens die Spuren jüngerer, mehr lokaler Phasen zeigen. Trotzdem wäre es verfehlt, diese Gesteine, welche an Masse und Ausdehnung die übrigen periadriatischen Gesteine zum mindesten erreichen, bei der Betrachtung der jungen Eruptionen in den Alpen auszuschalten, wie das gewöhnlich geschieht. Verknüpft sie doch alle außer ihrem jugendlichen Alter und ihrer topographischen Nachbarschaft der Zusammenhang mit der Gebirgsbildung, wie allgemein anerkannt wird. Freilich, an bestimmte tektonische Linien — etwa die großen Überschiebungssohlen, die alpin-dinarische Grenze (oder die ostalpine Wurzelzone) sind weder die einen noch die anderen beschränkt oder auch nur geknüpft. So verlockend eine solche Annahme zum Beispiel für die Ivrea-Tonalezone wäre, so muß doch betont werden, daß sowohl ihre basischen (Diorite usw.) wie auch die sauren Gesteine (Pegmatite) älter als Trias sind.[63]) Es ist auch hervorzuheben, daß die südalpinen Laven und der möglicherweise triadisch-liassische Anteil der piemontesischen Grüngesteine eine Ausnahmsstellung einnimmt, indem beide in einer Periode vorwiegender orogenetischer Ruhe aufdrangen.

Auch die verbreitete Ansicht ist einer Revision bedürftig, daß die Eruptionen mit dem Einbruch des adriatischen Rücklandes zusammenhängen. Die Südalpen erscheinen ja heute nicht mehr als staffelförmiges Senkungsfeld, sondern als Falten- und Deckenland genau so wie die übrigen Alpen. Was alpines Rückland ist, ist zugleich dinarisches Vorland. Die adriatischen Einbrüche sind postmiocän und postpliocän, vielleicht noch jünger, also jedenfalls jünger als die meisten Eruptionen. Früher war der Außenrand der Südalpen wohl vielfach von geosynklinaler Beschaffenheit; doch wird sich schwerlich nachweisen lassen, daß die Trennung von der Innenregion gerade durch Brüche erfolgte.

---

[62]) Vergl. Cornelius, Zentralbl. f. Min. 1913, S. 252.

[63]) Vergl. Anmerkung 61. Es soll damit nicht ausgeschlossen werden, daß einzelne von ihnen der jungen Reihe angehören!

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Bekanntlich gibt es ja Fälle, wo enge Beziehungen zwischen Eruptionen und Einbrüchen bestehen, zum Beispiel auf der Innenseite der Karpathen, im Thyrrhenischen Meer usw., doch läßt sich diese Erscheinung keineswegs zu dem Satze verallgemeinern, daß die Eruptionen an die Innenseite der Gebirge gebunden sind. Schon die oststeirischen Vulkane stehen zwar an Bruchspalten, aber nicht an der Innenseite, sondern in der Flanke der Alpen. Eine ganz andere Anordnung findet man in den Pyrenäen. Hier ist der Granit von Lourdes ein, wenn auch viel kleineres Gegenstück zum Adamello, der Schwarm der nordpyrenäischen Lherzolite ein Spiegelbild der südalpinen Porphyrite. Die pyrenäischen Gesteine sind jünger als Albien; sie halten sich aber ausschließlich an die Nordseite des Gebirges, wo normale Verknüpfung mit dem Vorland stattfindet. Wieder einen anderen Typus dürften die Anden repräsentieren.

Unter diesen verschiedenen Erscheinungsformen des jugendlichen Vulkanismus nehmen die Eruptionen der Alpen, welche etwa der Achse des alpin-dinarischen Fächers folgen und von da aus Vorposten nach Norden und Süden entsenden, sicherlich einen eigenen, scharf umrissenen Platz ein. Ob zwischen den Intrusionen und der Fächerachse als kritischer Zone (steile Schichtstellung, Massendefekt[64]) etwa ein tieferer Zusammenhang besteht, wird vielleicht die Zukunft lehren. In diesem Falle würden die Ausnahmen sowohl in den Alpen wie überhaupt die abweichenden Typen eine besondere Erklärung erfordern.

---

[64]) Dieser erscheint allerdings noch etwas fragwürdig.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: 8

Autor(en)/Author(s): Spitz Albrecht

Artikel/Article: Zur Altersbestimmung der Adamellointrusion. 227-245