

6. Zu Gesteinen um den See Nahuel Huapi, Patagonien (41. Breitengrad)

Vorläufiger Bericht über Arbeiten an geologischen Aufsammlungen der Expedition E. Ljungner

Von

Hans J. Koark

Die ca. 4 000 Handstücke betragende Gesteinsaufsammlung der „Comisión geológica argentina Ljungner a la Patagonia 1928 y 1930“ und der „Misión científica sueca Ljungner (Llungner) a la Patagonia 1932-34“ aus dem Gebiet um den See Nahuel Huapi (41. Breitengrad) wurde 1950 vom Verfasser zur Bearbeitung übernommen. Die Arbeiten mussten aber schon 1951 wegen anderer Verpflichtungen wenn auch nicht eingestellt, so doch zurückgestellt werden. Die Wiederaufnahme wurde durch das plötzliche Ableben von Herrn Prof. E. LJUNGNER im März 1954 in nicht absehbare Zukunft gerückt. Es schien daher zweckmässig, einen zusammenfassenden Rapport über bisher durchgeführten Arbeiten zu erstatten. Hierbei wurde ausdrücklich vermieden, dass Ganze auch nur teilweise in eine Handstückbeschreibung ausarten zu lassen, wozu ja leider solche Materialausarbeitungen ohne Kontakt mit der Feldgeologie meist von vornherein verurteilt sind. Es soll hingegen versucht werden, neben dem Ausweis über das Getane, die bisher aus dem Dünnschliffbild ersichtlichen Hinweise petrogenetisch-tektonischen Charakters in Kürze anzumelden. Für ihre regionalgeologische Einordnung und das Verständnis der Ausführungen muss vom Leser die Kenntnis der Arbeit E. LJUNGNER¹ vorausgesetzt werden.

Es wird über Erarbeitetes ohne Rücksicht auf geologische Stellung berichtet. Damit soll Überdeutungen vorgebeugt werden, die durch die bisherige fragmentarische Kenntnis der sowohl petrographischen, als auch feldgeologischen Zusammenhänge entstehen könnten.

Für die deskriptive Kennzeichnung der Gesteine wurde mit freiem Auge, Stereolupe, Mikroskop und U-Tisch untersucht. Von ca. 300 bearbeiteten

¹ E. LJUNGNER: Geologische Aufnahmen in der Patagonischen Kordillera. Bull. Geol. Inst. of Upsala, Vol. XXIII, 1931.

Proben wurden 196 Dünnschliffe beschrieben, von 8 typischen Gesteinen der Mineralbestand planimetriert. Von 86 Proben liegen über Plagioklas und Kalifeldspate alle Daten vor, die für des ersteren in Aussicht genommene Weiterbehandlung in bezug auf Hoch- und Tieftemperaturoptik und für beide in Fragen der Feldspatthermometrie von Wichtigkeit sind.

Gefügekundlich wurde besondere Aufmerksamkeit den Reaktionsgefügen geschenkt, bei tektonischer Facies dem Verhältnis von Kristallisation und Tektonik. 9 Korngefügeanalysen wurden ausgeführt.

Brazo Viento

Der Brazo del Viento (vgl. Karte), als ca. O–W verlaufender westlicher Fjord des Nahuel Huapi zeigt an seinen Ufern das von allen Teilen des Gebietes meist komplexe geologisch-petrographische Bild. Neben dem älteren andinen „Viento-Granodiorit“ und jüngeren andinen „Tristeza-Granit“ sind hier Altkristallin und die vorvientogranitische Millaqueo-Formation gut aufgeschlossen und in der Sammlung durch zahlreiche Proben belegt.

Bei den Proben mit Tiefengesteinscharakter ist *bisweilen* unmöglich aus Mineralbestand und dem Verhältnis von Kristallisation und Tektonik zu erschliessen, ob diese Gesteine vorvientogranitisch als Altkristallin existierten, durch den Granit metamorphosiert wurden, oder aber als Differentiationsprodukte zur Granitgenese gehören und als autometamorphe Umwandlungen derselben gelten müssen. Letzteres gilt z. B. für *kaligranitische Typen*, wo Perthit stark aggressiv gegen Quarz und Albit-Oligoklas ist. Beispiele hierfür finden sich besonders in Nähe der Millaqueo-Serie, womit auch Hinweis für die allothigene Kalifeldspatkristalloblastese in diesen Sedimenten gegeben ist. Vielleicht gehört auch der atlantisch betonte *Turmalindiorit* mit Andesin und Arfvedsonit hier her. Unsicher ist die Stellung wechselnd ausgebildeter *Hornblendegabbros*, wo nach Plagioklas (Kern 62–68 % An, Hülle 43–47 % An) grüne Hornblendekristallisation die vorhandene braune Hornblende homoachs umschliesst. Ebenfalls später als der übrige Mineralbestand ist die Kristallisation der grünen Hornblende im *Diorit* von Puerto Arañas (hier in einer Probe mit akzess. Kalifeldspat!). Dass der Stoff zur Hornblendekristallisation z. T. isochem verarbeitet wurde, zeigen Beispiele, wo im Diorit eingeschlossene Granitbruchstücke ebenfalls Umkristallisation des Biotites zur Hornblende aufweisen. Prävientogranitische *Granite* waren z. T. durch Gefüge und Mineralbestand erkennbar.

Die als Gänge auftretenden nichttertiären Effusiva im Bereich des Brazo Viento sind hauptsächlich ziemlich gleichtönige *Augit- und Hornblendeporphyrite*, die mehr oder minder epimetamorphen Umwandlungen ausgesetzt waren. Untergeordnet sind *aplitische Gänge*, deren Grundmasse teilweise aus Quarz-Feldspat-Sphäroliten mit Oligoklas-Einsprenglingen besteht und schliesslich *Andesindiabas*. Zahlreich vorhandene Kontaktstücke liessen eingehende

Untersuchungen über die Kontaktverhältnisse zu angrenzenden Tiefengesteinen und Metamorphiten zu. In keinem Fall wurden durch Kontaktmetamorphose entstandene Hornfelsbildungen konstatiert, sondern allgemein stärkere epimetamorphe Um- und Neubildungen (Chlorit, Sericit, Epidot-Zoisit, Prehnit, usw.), ohne Anzeichen, dass sie in bezug auf die Kontaktmetamorphose sekundär sind.

Alle prä- bis parakristallin teilbewegten Gesteine um den Brazo Viento sind als Altkristallin auch in mineralfacieller und reaktionsgefügekundlicher Hinsicht von dem jüngeren Viento- und Tristeza-Granit abweichend. Ihre petrographische Charakterisierung geschah neben der allgemeinen makro- und mikroskopischen Beschreibung auch durch Korngefügeanalysen (granulitartige Gneise an Quarz und Glimmer, Enstatitgneise an Glimmer und Enstatit). Kurz zusammenfassend ist die Ansicht zu vertreten, dass der vorgranitische Gesteinsgrund mehr im Sinne einer (oder mehrerer?) Regionalmetamorphose, als von Kontaktmetamorphose beeinflusst wurde. Die Granitintrusionen scheinen eher Produkt als Ursache derselben. Die Mineralneubildungen zeigen in stofflicher Hinsicht Verwandtschaft zur Granitgenese. Es liegen meines Erachtens betreffend des Prozesse vergleichbare Verhältnisse in bezug auf Kristallisationsbestand und Tektonik zur Tauern- und Gleinalpenkristallisation der Ostalpen vor. Albitisierung, Kalifeldspatisierung, Basifizierung (Enstatit, Hornblende, Biotit) sind immer wieder zu beobachtende Reaktionsgefügedaten im Dünnschliffbild. Spätere diaphorische Beeinflussung ist in vielen Fälle nachgewiesen.

Die wichtigsten Metamorphite aus diesem Gebiete sind: *Gefügegranulitische* Gneise mit Regelungen durch Scherung und Plättung, samt Rekristallisation zu typischen Scheibenquarzen. Vergleiche zu ähnlichen von KRANCK aus Feuerland beschriebenen Gesteinen wurden angestellt. *Biotitgneise* mit poikilitischen Quarzgefügen. Hier Kalifeldspateinkristalle mit „ri“ von Plagioklas und Quarz. *Perthitaugengneis* unterscheidet sich in tektonischer Facies durch Scheibenquarz vom Vorgenannten. Perthitaugen als letzte Kristallisation nach 2 Biotitgenerationen. *Enstatitplagioklasgneis* mit Granulitquarzen, deren (ac)-Rupturen mit Albit-Oligoklas verheilt sind. „si“ von Biotit im Quarz. Albit₁ und ₂-Gefüge, wobei Albit₂ in Tafeln//s gewachsen ist. Ebenfalls zeigt Enstatit gute Regelung mit [c] — Zone // der s Flächen. Albitisation ohne Merkmale für Kalifeldspatneubildung! Dies gilt auch für den *Schachbrettalbitgranit* (-gneis?) von „Hyllan“ (nördlich des „t“ in Brazo del Viento auf beigegebener Karte). Selten vorkommender *Migmatitgneis* weist seiner Natur nach inhomogene Verteilung von Stoff- und Gefüge-bereichen auf. Ob quarzitähnliche Gesteine mit starker Pyritimprägation und Prochloritbildung zur Millaqueo-Serie gehören, ist noch nicht entschieden.

Millaqueo-Serie

Wie schon erwähnt, ist die Millaqueo-Serie am Nord- und Südufer des Brazo del Viento, als auch auf der südlichen Landzunge beim Zusammentreffen des Brazo del Viento mit dem Brazo Tristeza anstehend. Die Namensgebung erfolgte von E. LJUNGNER, ohne nähere petrographische Charakterisierung der Formation. Nachdem ähnliche Sedimente in anderen Teilen der patagonischen Kordillere von anderen Autoren mit gleichen Namen belegt und parallelisiert wurden, scheint eine mehr in Einzelheiten gehende kurze Typisierung am Platze zu sein.

Diese in speziellen Fragen noch nicht abgeschlossene Untersuchung gilt auch für ihre gesteinsystematische Aufteilung mit Vorbehalt, da auf Huemul vorkommende Sedimente makroskopisch mit jenen der Millaqueo-Serie parallelisiert werden können, jedoch deren mikroskopische Untersuchung noch nicht erfolgte.

Die untersuchten Sedimente der nach LJUNGNER älter als die Granodiorite zu datierenden Millaqueo-Serie (etwa Lias) lassen sich folgend gliedern:

1. Quarzsandsteine und Arkosen
2. Quarzite
3. Graphitschiefer
4. Konglomerate

1. Quarzsandsteine und Arkosen

Untersucht wurde die mineralogische Zusammensetzung qualitativ und z. T. durch planimetrische Analyse auch quantitativ. Letzteres besonders zur Trennung von Quarzsandsteinen und Arkosen, wobei bei den untersuchten Proben der Feldspatanteil zwischen 2 und 30 % variieren kann. Für die Hauptkomponenten Quarz und Feldspat wurden Bestimmungen des Verhältnisses von Form : Rundungsgrad : Korngrösse ausgeführt. — Für Quarz wechseln oft in gleichen Proben kurzoblonge Formen und hoher Rundungsgrad mit solchen scharfkantiger Splitter bei annähernd gleichen Korngrössen zwischen 0.5 und 1 mm. Untersuchungen über Einschlüsse in Quarzen gaben Andeutungen, dass Ausgangsmaterial sowohl metamorpher, als auch magmatischer Herkunft sein kann. Korrosionsquarze wurden nicht beobachtet! Neben abgerundeten und splittrigen Körnern von Quarzeinkristallen, kommen auch Quarzkornaggregate vor, die sich einmal als Koloniequarze granitischer Gesteine, aber auch als Komponenten von Quarziten (// s gestreckte Kornformquerschnitte mit Glimmer-s) erweisen. Feldspate sind in Form und Platzeinnahme gut erkennbar, wenn auch oft zur Unkenntlichkeit in Sericit-Klinoisitilze umgewandelt. Letzteres einbezieht mögliche Fehlerquellen bei planimetrischer Analyse. Die Feldspate sind durchwegs saure Glieder der Plagio-

klasreihe (Albit-Oligoklas). Für sie allgemein höherer Rundungsgrad als bei Quarz. Ohne Zonarbau, Leistenform oder sonstige Hinweise vulkanischer Herkunft. Das schliesst jedoch nicht das Vorhandensein von Komponenten effusiver Gesteine aus, wie z. B. bei Arroyo sin Pava, wo vereinzelt Porphyrit neben Quarzitkomponenten in der Arkose auftritt.

Bindemittel ist hauptsächlich ein Sericit-Chlorit-Gemenge, in einigen Proben untergeordnet auch Calcit. Granophage Kalifeldspat-Neubildung im Bindemittel wurde als optischer Orthoklas bestimmt, besonders an Proben von Arroyo sin Pava.

Im Granodiorit eingeschlossene Sandsteinschollen haben metamorphen Charakter, angezeigt durch Biotit- und Kalifeldspatkristalloblastese, Quarzrekristallisation und für alle Minerale diaphoritische Umwandlungserscheinungen.

Die für diese Sandsteine und Arkosen aussergewöhnlichen vektoriiellen Gefügedaten wurden näher untersucht. Sedimentärregelung der heterometrischen Komponenten wurde mit jener des Kornbaues durch Korngefügeanalysen an Proben aus Arroyo sin Pava und Puerto Alerce konfrontiert. Die „Pressung“ der Sandsteine und Arkosen führte zu Zerbrechung der Feldspäte und für Quarz neben Zerlegung in Stengel // c (Undulosität) zu Böhmscher Streifung = Lamellengefüge nahe c. Gleichfalls auftretende Lamellen nach bisher unbekanntem, nicht niederindizierten Flächen sind neu.

2. Quarzite

Feinkörnige Gesteine (mittl. \varnothing 0,2 mm), ohne s, allgemein von graugrünlischer Färbung. Kompakt, keinerlei äussere tektonische Merkmale. Quarz ist gleichkörnig, Korngestalt im Querschnitt unverzahnt oblong. Auf Intergranularen des Quarzteilgefüges Muskowit und Sericit, ersterer authigen, letzterer allothigen. Als allothigen neugebildet findet sich ausserdem Kalifeldspat von granophagem Auftreten, ebenso strahlsteinartige Hornblendemikrolithen. Die Neukristallisationen fanden sich besonders in Proben nahe des „Interglazialbäcken“ (nördlich des „r“ in *Brazo del Viento* auf beigegebener Karte), im Gegensatz zu deren Fehlen in Proben von Arroyo sin Pava.

Korngefügeanalysen zeigten schwachen s-Tektonitcharakter für Quarz- und Glimmerteilgefüge (homotakt).

Untersuchungen an Quarzitstufen aus Kontakten zu granitischen Gängen, welche die Quarzite durchsetzen, enthalten hier besonders gegenüber Quarz aggressiven Kalifeldspat und auch die Kristallisation der grünen Hornblende ist hier stark ausgeprägt. Diese und andere Beobachtungen sind Grund zu der Auffassung, dass die in Quarziten und Quarzsandsteinen allothigen gebildeten Kalifeldspate und Hornblenden in Abhängigkeit mit Stoffwechselprozessen während der andinen Granitbildung entstanden.

3. Graphitschiefer

Petrogenetisch am interessantesten ist die Gruppe der Graphitschiefer. Sie zeigt Typen ausgesprochener tektonischer Facies mit Teilbewegung bis ins intragranulare Korngefüge, und solche, die jeglicher prä- bis parakristalliner Durchbewegung entbehren. Stofflich liessen sich folgende Glieder unterscheiden:

- Ostracodenschiefer
- Graphitcalcitschiefer
- Resedimentierte Graphitschiefer

Das wohl typischste, aber petrographisch eintönige Gestein, ist der graphitführende schwarze Ostracodenschiefer. Hauptgemengteile: Quarz, Graphit, Plagioklas, Chlorit, Sericit, Calcit, Epidot mit // s eingelagerten Ostracodenschälchen (nach C. WIMAN wahrscheinlich *Cyzicus*).

Die beinahe basaltisch in Dichte und Farbe aussehenden *Graphitcalcitschiefer* entbehren der Ostracoden. Gleich ersteren ist Quarz neben Graphit Hauptkomponente. Quarz und Feldspat zeigen schervenartige Formen. Feldspatfragmente liessen bisweilen Einteilung in solche von Tiefengesteins- und Ergussgesteinscharakter zu. Graphit und Calcit ist über den gesamten Dünnschliffbereich verteilt.

Für beide obengenannten Sedimenttypen sind es die scharfkantigen Komponentenformen, die auf relativ authochtone Verfestigung schliessen lassen; für das nun zu nennende Gestein, den *resedimentierten Graphitschiefer* ist es hingegen die Anwesenheit von Graphitschiefer- und Arkosenbruchstücken als Komponenten, die durch ein Sericit-Chlorit-Graphitbindemittel verfestigt sind. Komponenten und Bindemittel durchziehende Rupturen sind mit Graphit gefüllt (späte Umlagerung!). Seltenerer Komponenten sind Quarzporphyrbruchstücke. Sowohl bei den Quarzen der Sandstein-, als auch denen der Graphitschieferkomponente waren Undulosität und Lamellengefüge nicht so vertreten, wie im Muttergestein. Ein Zeichen, dass die zu vorstehenden Erscheinungen führende Pressung der Serie nach Resedimentation des Materials erfolgte, wobei die plastische Zwischenmasse den gerichteten Druck massgeblich ableitete. Hierfür spricht auch das Vorhandensein zuordenbarer Scherflächen im Bindemittel. Diese Deformation wird zeitlich mit der kräftigen rapturellen tektonischen Beanspruchung der Granodiorite parallelisiert.

4. Konglomerat

In die Millaqueo-Serie gehöriges Konglomerat wurde bisher nur als Block bekannt. Bei Fehlen typischer Komponenten aus der Millaqueo-Serie, sind hier fremdartige, teilweise über 1 cm \varnothing hinausgehende Gerölle vertreten, wie häufig Quarzin, Quarzit, Tonschiefer, Quarz, Glimmer, usw. Bindemittel ist auch hier Sericit-Chlorit-Gemenge.

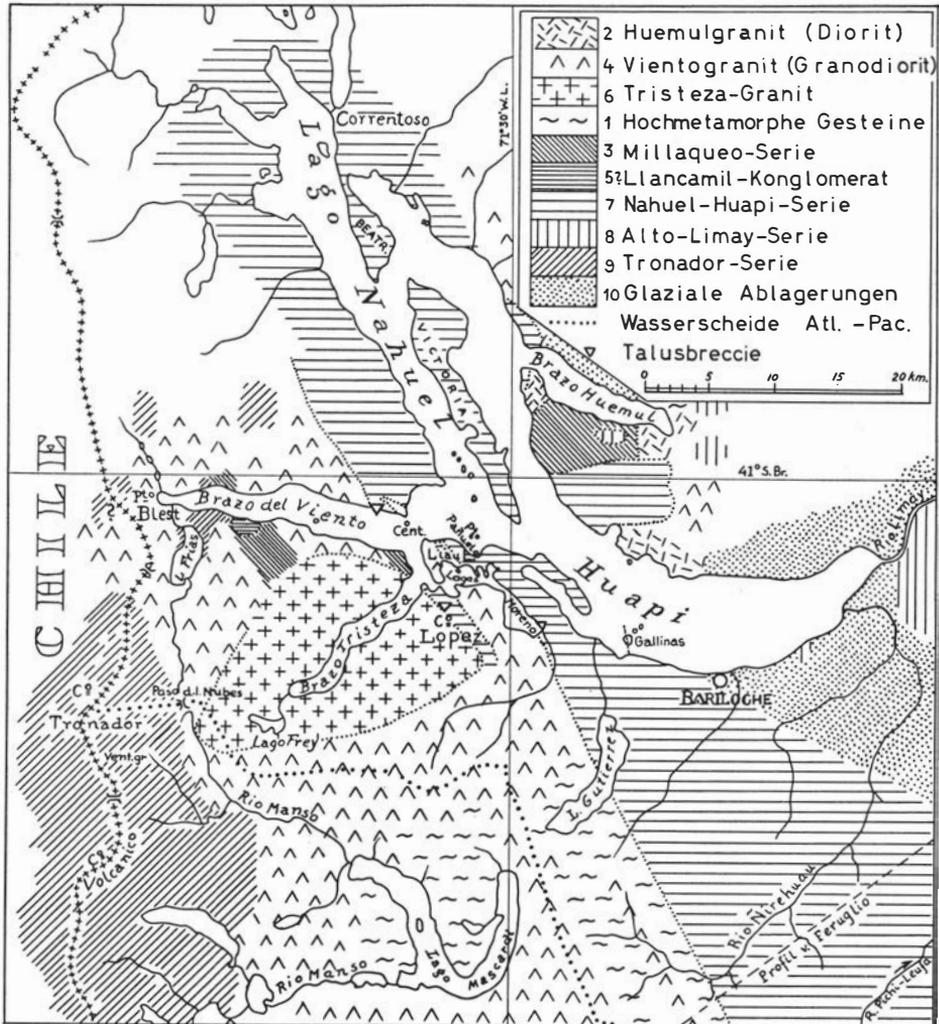
Die Untersuchung der übrigen Konglomerate wurde aufgeschoben bis eine mehr vollständigere Kenntnis der Nahuel-Huapi-Gesteine erreicht ist, um etwa mögliche Aussagen über Herkunft der Komponenten tun zu können.

Brazo Huemul

Die Untersuchung der Gesteine um den Brazo Huemul ist nicht abgeschlossen. Vorläufig war ersichtlich, dass die Gesteine durchschnittlich stärker tektonisch beansprucht sind, als jene ähnlicher Ausbildung aus dem Brazo Viento und Tristeza. Prä- und paradeformative Kristallisationen sind für Teilmineralbestände an *Gneisen* erkannt, die rein äusserlich an Typen der Millaqueo-Serie erinnern, deren Quarzteilgefüge jedoch granulitischen Charakter zeigt, ohne dass der übrige Mineralbestand den Bedingungen echter Granulitfacies angepasst ist. An Glimmerschieferproben mit gleichem Quarzteilgefüge wird Uebergang vom Gneis zum Glimmerschiefer vermutet. Typische Parametamorphite sind von hier *Biotitquarzite* und *Albitepidotschiefer* (ähnlich den alpinen Prasiniten); beide weichen stark von den Gliedern der Millaqueo-Serie ab. Auch hier Kalifeldspatkristalloblastese und diaphoritische Hinweise.

Cui-Manzano-Granit: Das nur in Blöcken an den Ufern des Brazo Huemul angetroffene Gestein, steht wahrscheinlich nördlich des Fjordes in grösseren Partien an. Es ist Granodiorit mit Hauptgemengteilen: Quarz, Oligoklas, grüne Hornblende, Biotit-Chlorit. Eingehendere Studien wurden den hier vorkommenden radialfaserigen Chloriten gewidmet, deren Sphäroide z. T. durch schalenförmig angeordneten Limonit ersetzt sind.

Das Gestein ist deutlich epimetamorph beeinflusst. Sekundäre Hornblende-büschelbildung auf dem Intergranulargefüge mit Korrosionserscheinungen an Quarz sind in Kürze bemerkenswert.



Die Umgebung des Nahuel Huapi. Ca 1 : 600 000. Geologische Aufnahme von E. LJUNGER (1928, 1930, 1932-34). Mit Korrekturen gegenüber der 1931 publizierte Karte.