

Aus dem Geologisch-paläontologischen Institut der Universität Innsbruck.

Die Massengesteine der Nordtiroler und Vorarlberger Kalkalpen.

Von

G. Mutschlechner.

Mit 1 Textabbildung.

(Eingelangt am 9. Juni 1953.)

Noch immer bildet der Vulkanismus das hervorstechendste Merkmal der südalpinen Kalkalpen-Stratigraphie, dem die Nordalpen lange Zeit nichts einigermaßen Vergleichbares an die Seite zu stellen hatten. Im Laufe eines Jahrhunderts sind zahlreiche, zwar nicht große, aber interessante und geologisch wichtige Vorkommen von Massengesteinen und ihren Abkömmlingen auch aus den *Nördlichen Kalkalpen* bekannt geworden. Die bis jetzt ermittelten und zum Teil noch unveröffentlichten Fundstellen in Nordtirol und Vorarlberg sollen hier erstmals vollständig mitgeteilt und gesichtet werden. Bei dieser Gelegenheit kann auch einiges berichtigt werden. Ausgenommen — weil nicht mehr zu den Kalkalpen geologischen Sinnes gehörig — bleiben die im Schrifttum teilweise viel früher erwähnten Schollen kristalliner Gesteine an der tektonischen Basis der kalkalpinen Serie im Bregenzer Wald sowie die als Trapp, Allgovit, Alpenmelaphyr, Diabas und Diabasporphyrit beschriebenen Einschaltungen in der Flyschzone.

Die Reihe der Entdeckungen auf diesem Gebiete hat *Adolf Pichler*, der um die geologische Erforschung Tirols hochverdiente erste Inhaber der Lehrkanzel für Mineralogie und Geognosie an der Innsbrucker Universität, vor bald 90 Jahren auf Tiroler Boden begonnen. 1865 konnte er in sein Tagebuch schreiben: „28. August. Am Wetterstein bei Ehrwald den schwarzen Porphyir im Jura entdeckt“. Er hatte das dunkle Gestein, das ihn an manche Augitporphyre erinnerte, im Geröll des durch das Dorf Ehrwald führenden Bachbettes gesehen, dann im Lehngraben nach Osten bergauf verfolgt und schließlich in der Waldzone am Fuße des Schneeferner-Kopfes (Zugspitz-Massiv) im Kontakt mit oberjurassischen Hornsteinkalken

getroffen. 1866 gab *Pichler* die erste Beschreibung dieser Fundumstände und des Anstehenden und die von *Karl Ritter von Hauer* ausgeführte Analyse der schwarzen Einsprenglinge bekannt. 1875 nannte er das Gestein, das er für einen Augitporphyr hielt, zur Unterscheidung von anderen Schmelzgesteinen nach dem nächsten Dorf „Ehrwaldit“.

Später sind dann durch *Otto Ampferer*, *Friedrich Wilhelm Pfaff* und *Otto M. Reis* anlässlich der Kartierungen am Süd- und West-

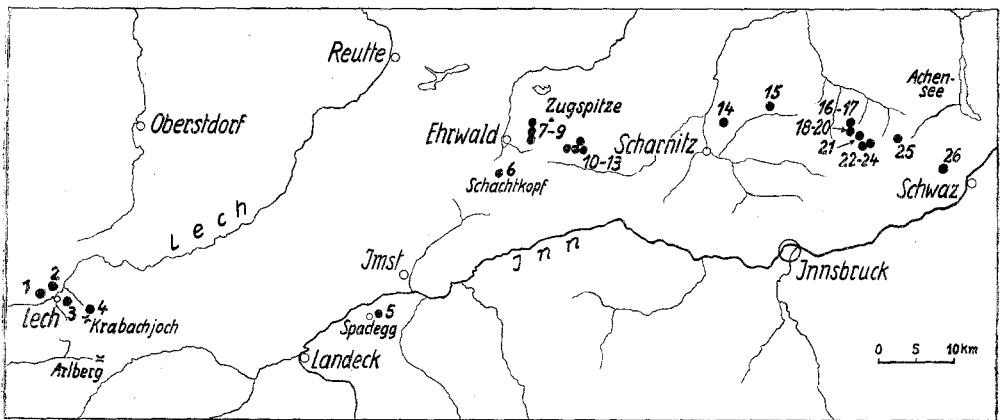


Abb. 1. Verbreitung der Massengesteine in den Nordtiroler und Vorarlberger Kalkalpen. Die schwarzen Punkte bedeuten Fundstellen. Die Zahlen entsprechen den Nummern im Text.

abfall des Wettersteingebirges noch einige, meist nicht einmal einen Quadratmeter große, deshalb schwer auffindbare Ausbisse des Ehrwaldits hinzugekommen. Solche sind in den geologischen Karten und Beschreibungen der Genannten von folgenden Gebieten angeführt:

a) oberste Hauptverzweigungen des Lehnbachgrabens östlich von Ehrwald in der Nähe von *Pichlers* Fundstelle in ± 1700 m Höhe (Nr. 7 bis 9 in der Kartenskizze);

b) 6 km weiter östlich an der Südabdachung des Hohen Kammes, südöstlich des Zugspitzgatterls, von der Kaltwasserquelle bis zum Steinernen Hüttl in Höhen zwischen 2000 und 2200 m. Hier hatte bereits *Carl Wilhelm von Gümbel* ein Rollstück im Bachbett beim Steinernen Hüttl gefunden (Nr. 10 bis 13 in der Skizze).

Otto Ampferer erwähnte auch (unter Berufung auf *R. Lachmann*), daß durch den Bergbau Spuren dieses Gesteins im Innern des Schachtkopfes im Fernpaßgebiet südlich Biberwier angefahren wurden. Dieses Vorkommen (Nr. 6 in der Skizze) liegt 6 km südwestlich von den Ehrwalder Fundstellen in über 1400 m Höhe.

Der Ehrwaldit ist geologisch hauptsächlich durch *Otto M. Reis* (1911), petrographisch von *Alois Cathrein* (1890) und *Matthäus Schuster* (1911) untersucht worden.

A. Pichler hatte bräunlichen Glimmer, weißlichen Feldspat und blätterige Massen eines olivinähnlichen Minerals in schwarzer Grundmasse unterschieden.

G. Tschermak hielt das Gestein für einen Augitporphyr.

A. Cathrein stellte Augit, Enstatit, Hypersthen, Bastit, Hornblende, Apatit und Magnetit fest, aber keinen Feldspat und keinen Olivin, wohl aber Mandelausbildung (mit Kalzit und Zeolithen).

H. Rosenbusch gibt Olivin an, hingegen keine rhombischen Pyroxene und keine Mandeln. Er schloß die Gesteinsart anfänglich auf Grund einer falschen Bestimmung (Nephelin), an die Teschenite, später an die Monchiquite an.

M. Schuster hat zwei Ausbildungen unterschieden:

1. Deutlich porphyrisch mit bis 0·5 cm großen schwarzen Augiten (Titanaugit) und zu bastitartigem Serpentin umgewandelten Olivinen. In der Grundmasse viel Augit, Hornblende, Biotit, Erz (Magnetit), Apatit. Relativ glasarm. Glas zu Chlorit oder zu Zeolith umgebildet.

2. Feinkörnig, mikroporphyrisch. Reichlich serpentinierte Olivineinsprenglinge, Augit, Hornblende, Biotit, Apatit. Augiteinsprenglinge fehlen. Glasreich. Mandeln (bis einige Millimeter groß), sekundär mit Kalzit gefüllt.

Schuster hat diese feldspatfreien Gesteine als Lamprophyr, und zwar als monchiquitischen Melaphyr bezeichnet.

E. Tröger nannte das Originalgestein vom Fuß des Wetterschrofens „melanokrater Hyalo-Biotit-Augitporphyr“.

Eine Neubearbeitung, die vor wenigen Jahren in Innsbruck von Fräulein *N. Moschinsky* (jetzt in Kanada) begonnen wurde, ergab, einer freundlichen Mitteilung zufolge, daß die Ehrwaldite Sonnenbrenner sind und daß der Bastit nicht vom Olivin herrührt, sondern vom Enstatit.

1876 hat *Adolf Pichler* im östlichen Teil des *Karwendelgebirges*, östlich der Eng und des bekannten Ahornbodens, genauer am Abstieg vom Binsjöchl (= Grameijoch) zur Binsalm einen fast fußgroßen erratischen Block eines dunklen „melaphyrartigen Gesteins“ gefunden, dessen Anstehendes er „irgendwo in den Nördlichen Kalkalpen“ und nicht, wie *Hans v. Wolf* einmal schrieb, in der Nähe vermutete. *Alois Cathrein* hat das Gestein mikroskopiert und darüber 1890 berichtet. Er fand darin Bastit, Augit, Biotit, Apatit, Titanit, Magnetit, Pyrit, Chlorit, Kalzit und Zeolith. *Cathrein* rechnete das Gestein zu den Augititen. Der rätselhafte Fund — *Pichler* dachte an einen Gletschertransport aus der Gegend von Ehrwald — hat auf ihn so großen Eindruck gemacht, daß er den Block auch 1896 in seinen Streifzügen „Kreuz und quer“ noch einmal erwähnte. Das Anstehende wurde aber erst 73 Jahre später (wie weiter unten ausgeführt wird) vom Verfasser dieser Abhandlung gefunden.

1928 hatte *Max Richter* von einer 6 km weiter westlich gelegenen Stelle des Karwendelgebirges, nämlich vom *Ladizjöchel*, 1 km nördlich der Falkenhütte, in der südlichen Falkengruppe *Diabase* mitgeteilt, die hier gangförmig in den Juraschichten stecken. Ich habe diese von *Richter* durch ein geologisches Profil veranschaulicht und von der nahen Falkenhütte auf einem Steig bequem zugängliche, aber stark bewachsene Fundstelle wiederholt besucht. Mein geologisches Profil sieht zwar etwas anders aus. So erscheinen hier beispielsweise zwischen den Kössener Schichten und den Fleckenmergeln auch noch rote Liaskalke. Die kleinen Durchbrüche des dunklen Massengesteins stecken aber genau so, wie *M. Richter* angibt, in den Kössener Schichten nördlich des Ladizjöchls und in den Fleckenmergeln knapp östlich dieser Einsenkung, wo ein verwachsener Jagdsteig in Serpentin aus dem Laliderer Tal heraufführt. Sämtliche bisher bekannt gewordenen Fundstellen liegen in rund 1820 m Höhe an der Ostabdachung (Laliderer Seite, Nr. 18 und 19 in der Kartenskizze).

Diese stark zersetzten feinkörnigen Gesteine hat *M. Richter* als Olivindiabase bezeichnet. Im Schliff war der meist in Kalzit umgewandelte Olivin nur mehr nach der Kristallform zu erkennen. Weiters wurden Biotit und daraus entstandener Chlorit, in der Grundmasse Feldspäte und Magnetit nachgewiesen. Das Gestein ist so reich an Kalzit, daß es auf Salzsäure lebhaft reagiert.

1929 fand *Otto Ampferer* im obersten *Lechtal* in den stark bearbeiteten Grundmoränen der Umgebung von *Lech* an vielen Stellen Geschiebe von grünen Massengesteinen, die nur aus der Nähe stammen konnten. Bald gelang es ihm, das Anstehende dieser bis dahin nicht bekannten Gesteine in den mitteltriadischen Ablagerungen zu entdecken. Zuerst wurde in einem kleinen Steinbruch neben dem Gasthaus „Goldener Berg“ (1 km nordwestlich der Kirche von Lech (Nr. 2 in der Kartenskizze), in 1680 m Höhe ein Melaphyrgang festgestellt. Dann wurden einige Gänge 2 km westlich des Dorfes in der Gipfelregion des *Kriegerhorns* (2176 m) in Höhen über 2000 m kartiert (Nr. 1). Weitere Spuren im Schutt bei der Kirche führten schließlich zur Auffindung einer dreigeteilten, fast 1·5 km langen und rund 100 m hohen Eruptivmasse in den untersten felsigen Hängen südöstlich und östlich von *Lech* in 1600 bis 1700 m Höhe. Sie reicht bis auf 700 m an die Kirche und im Westen bis auf 500 m an die Autostraße heran¹ (Nr. 3).

¹ *O. Ampferer* schrieb in der ersten Bekanntgabe (1930, S. 53) versehentlich südwestlich von Lech. — Alle diese Vorkommen waren *Ampferer* bei früheren geologischen Aufnahmen (1913) entgangen, wiewohl er von der Gegend des Hauptvorkommens ausnahmsweise sogar eine vielfarbige geologische Ansicht

1930 kamen noch zwei kleinere Vorkommen am Kriegerhorn hinzu. Insgesamt sind am Kriegerhorn vier deutliche Einschaltungen von 3 bis 5 m Mächtigkeit unterscheidbar, die in den Arlbergkalken liegen. *Ampferer* hielt diese Kalke ursprünglich für Opponitzer Kalke der Raibler Schichten.

Die beiden Hauptverbreitungsgebiete (Kriegerhorn und östlich Lech) sind 2·5 km entfernt. Das Vorkommen „Goldener Berg“ befindet sich zwar etwas nördlich, aber ziemlich in der Mitte.

Die Bedeutung des Gebietes von Lech liegt darin, daß hier nicht nur Laven, sondern auch deren Abkömmlinge (Tuffe und Agglomerate) vorhanden sind. Nach *Ampferer* handelt es sich hier um das größte Tuffvorkommen der gesamten Nördlichen Kalkalpen.

Die petrographische Bearbeitung der Gesteine von Lech besorgte *Wilhelm Hammer* (1929/30). Darnach waren es basaltische Magmen, die zu besonders feldspatreichen, verhältnismäßig augitarmen und ganz olivinarmen bis olivinfreien Melaphyren erstarrt sind bzw. Melaphyrtuffe geliefert haben. Die klastischen Gesteine (Aschentuffe, Lapillituffe und Agglomerate mit viel kalkigem Material) überwiegen. Die Ergußgesteine sind feinkörnig (teils ophitisch-körnig, teils porphyrisch, oft noch mit Glasbasis, vitrophyrisch) und treten mengenmäßig stark zurück. Folgende Gliederung war möglich:

Typus Lech (Hauptvorkommen südöstlich Lech):

a) Hypokristallin-porphyrisch: Grundmasse aus regellos verteilten Plagioklasen. Einsprenglinge von Plagioklas (zwischen Oligoklas und Andesin), einzelne große Augite, Kalzit, reichlich Erz.

b) Vollkristallin-ophitisch: Plagioklasleisten (Oligoklasandesin), Chlorit (aus Augit entstanden), Kalzit, Titaneisenerz.

c) Vitrophyrisch: Plagioklase, zum Teil durch Kalzit ersetzt. Einzelkristalle und Nester von Augit. Chlorit. Viel braunes Glas.

Typus Kriegerhorn:

a) Porphyrische Struktur: zwei Generationen von Feldspäten mit höherem Anorthitgehalt. Grundmasse aus Plagioklasfilz. Kein Augit und kein Chlorit, wohl aber Kalzit (vielleicht aus Augit entstanden). Titaneisen und Titaneisenglimmer.

b) Gleichmäßig ophitisch: Balkengerüst aus Plagioklasen mit Nestern von Chlorit.

Typus Goldener Berg:

Kein Ergußgestein, nur Kalke, aus Brocken zusammengefügt, mit Lapilli und Melaphyrstücken.

publiziert hatte (Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien 1914, Tafel 14).

1937 schrieb *Ampferer*: „Diese Entdeckung brachte mir zugleich die Erkenntnis, wie leicht man bei der geologischen Landesaufnahme ein Vorkommen übersehen kann, das man nicht in seiner Phantasie erwartet... Zahlreiche Exkursionen sind daran vorbeigezogen und ich selbst bin mehrmals ganz in der Nähe der Laven und Tuffe gewesen.“

1930 erwähnte *Otto Ampferer* einen meines Wissens schon viele Jahre zurückliegenden und nie mehr wiederholten Fund vom Südrand der Lechtaler Alpen in dem schmalen Streifen steil gestellter kalkalpiner Gesteine in der Venetgruppe zwischen Imst und Landeck. Hier sammelte *Marianne Möller* 2 km südwestlich der Haltestelle Imsterberg der Arlbergbahn auf 1100 m Höhe in den bunten Oberjura-Hornsteinkalken beim Weiler *Spadegg* ein von kleinen Gängen durchsetztes Stück, das *Albrecht Spitz* petrographisch untersucht hat. Näheres ist nicht veröffentlicht (Nr. 5 in der Skizze).

Anläßlich der geologischen Neuaufnahme des *Karwendelgebirges*¹ in den Jahren 1934 bis 1941 gelangen mir im nördlichen Teil mehrere neue Funde von Schmelzgesteinen.

1935 wurde im Bereich der *Westlichen Karwendelspitze* (nordöstlich von Scharnitz bzw. südöstlich von Mittenwald) 1,2 km süd-südwestlich dieses Gipfels ein solches Vorkommen festgestellt. Der Fundplatz ist das *Gamsangerl* (2188 m), eine selten begangene, nur den Jägern und Kletterern bekannte Gratscharte in der westlichen Umrandung des Kirchls. Längs dieser Eintiefung verläuft die Staatsgrenze. Das Vorkommen (Nr. 14 in der Skizze) liegt bereits 25 Schritte westlich des Grates auf bayrischem Gebiet. Es nimmt eine Fläche von 9 m² ein.

Ebenfalls 1935 traf ich im inneren Teil des *Karwendeltales* nordwestlich der Angeralm im steil abfallenden Einzugsgebiet des *Stuhlgrabens* südlich des Bäralpls diese grüne Gesteinstype. Das Anstehende befindet sich zwischen 1600 und 1700 m Höhe in den Reichenhaller Schichten. Wo der Fahrweg den Stuhlgraben quert, kann man die an der hellgrünen Farbe leicht erkennbaren Geschiebe im Bachschutt finden (Nr. 15).

Das Jahr 1938 war noch ergiebiger. Die Funde wurden weiter östlich getätigt: in der Falkengruppe, im Kamm Teufelskopf—Gumpenspitze und in der Eng.

In der *Falkengruppe* konnte zunächst das Verbreitungsgebiet im Bereich des schon durch *M. Richters* Funde wichtig gewordenen *Ladizjöchls* etwas erweitert werden. Es wurden nämlich auch südöstlich des Jöchls unterhalb der niederen, von Hornstein- und Aptychenschichten gebildeten Felsflucht in den Fleckenmergeln der Diabas nachgewiesen. Die Kartenbezeichnung ist „Güfal“ (Nr. 20).

Nördlich vom *Mahnkopf* (Falkengruppe) steckt in den Kössener Schichten ein dunkles Ganggestein. Die Fundstelle liegt im Sattel beim Falkenstand auf etwa 2000 m Höhe (Nr. 17).

¹ Das kartierte Gebiet umfaßt das westliche und das mittlere Blatt der vom Alpenverein herausgegebenen Karte des Karwendelgebirges im Maßstab 1 : 25.000. Die Angaben beziehen sich auf diese Kartenblätter.

Ferner wurde hier in dem Graben, der von dieser Senke nördlich des Mahnkopfes gegen Westen zieht, in 1920 m Höhe ein von den sonstigen Vorkommen dieses Gebietes abweichendes hellgrünes Massengestein mit dünnen, bis 4 mm langen Feldspatleisten eruiert. Es bildet unmittelbar nördlich vom Durren-Zipfelboden eine Scholle in den Rauhwacken der Reichenhaller Schichten (Nr. 16).

Vom Abhang des *Teufelskopfes* gegen die Laliderer Alm stammt ein geologisch wertvolles Stück. Es zeigt den Kontakt des dunklen Massengesteins mit dem Radiolarit des Oberen Jura (Nr. 21).

Südöstlich vom *Hohljoch*, dem viel benützten Übergang vom obersten Laliderer Tal in die Eng, ist östlich der *Reislahn* in zirka 1600 m Höhe dunkles Massengestein im Bereich der Fleckenmergel in einer vom Wasser geschaffenen Rinne entblößt (Nr. 22).

Ebenfalls in dieser Gegend wurde an einem in den Karten nicht eingetragenen Steig östlich einer Wasser führenden Rinne in 1610 bis 1620 m Höhe ein dunkles Ganggestein angetroffen, das die Jura-Hornsteinschichten durchbricht (Nr. 23).

Ein weiteres dunkles Vorkommen umschließen die Kössener Schichten nördlich vom *Enger Grund* in zirka 1500 bis 1520 m Höhe (Nr. 24).

1947 glückten mir in den westlichen *Lechtaler Alpen* 5·5 km süd-östlich von Lech an der Landesgrenze von Tirol und Vorarlberg im Gebiet der Stuttgarter Hütte am *Krabachjoch* unerwartete Funde. Bereits beim Aufstieg von Zürs zur genannten Hütte wurde ein kleines Stück eines grauen glimmerführenden Gesteins aufgelesen, das an eine bestimmte Tuffart aus der Mitteltrias der Südalpen erinnerte. Nördlich der Hütte lagen lose Stücke dieser Gesteinsart. Das Anstehende wurde in den Partnachschiechten vermutet, die den nahen Trittwangkopf aufbauen. Zur Gewißheit wurde das aber erst, als nordwestlich der Hütte auf 2310 m Höhe tatsächlich das Anstehende gefunden wurde. Der beste Aufschluß befand sich jedoch rund 270 m nördlich der Hütte in einem Wasserriß unterhalb des Friedrich-Mayer-Weges (2270 m). Hier fällt in den Partnachschiechten eine im Streichen erschlossene und mindestens 1 m mächtige Zwischenschaltung durch graue Farbe, kantige Formen und massiges Aussehen auf. Es ist das erste und bisher einzige bekannt gewordene Vorkommen einer magmatischen Äußerung in den Partnachschiechten der mittleren Trias (Nr. 4).

1949 gelang im *Karwendelgebirge* oberhalb der *Bins-Alm* nach kurzem Suchen rein gefühlsmäßig die Ermittlung des Anstehenden zu dem erwähnten Erratikum *Adolf Pichlers* aus dem Jahre 1876.

Die Stelle befindet sich 130 m westlich vom *Gramei-Joch* in 1880 m Höhe in der westlichen Verzweigung des Gramei-Grabens in den Reichenhaller Schichten (Nr. 25).

1950 endlich bemerkte ich als neuestes Glied dieser Reihe am Südrand des Karwendelgebirges gegenüber Schwaz ein kleines Stück eines grüngrauen Massengesteins. Es lag am Ostabfall der Hochnißl-Gruppe auf über 1000 m Höhe im Bereich der jurassischen Schichtfolge des steilen *Mahdgrabens* oberhalb *Fiecht*¹ (Nr. 26).

Damit ist die Liste der in 85 Jahren durch sorgfältiges Kartieren, aber auch durch Glücksfunde zustande gebrachten Vorkommen von Massengesteinen in den westlichen Nordalpen erschöpft. Ihre petrographische Bearbeitung ist veraltet, teilweise aber noch gar nicht durchgeführt.

Es gilt nun, diese Vielfalt nach geologischen Gesichtspunkten, nach *Raum* und *Zeit*, zu sichten.

Zunächst kann man vier Verbreitungsgebiete unterscheiden: Umgebung von Lech, Krabachjoch, Wettersteingebirge, Karwendelgebirge. Die Vorkommen bei Lech und am Krabachjoch gehören trotz Nachbarschaft und annähernd gleichen Alters nicht zusammen. Sie liegen in ganz verschiedenen geologischen Einheiten, nämlich in der Lechtal-Decke und in der Krabachjoch-Decke. Beide sind durch die Inntal-Decke getrennt.

Die Ehrwaldite des Wettersteingebirges und die Diabase des Karwendelgebirges halten sich in auffälliger Weise an die großen West—Ost verlaufenden Störungszonen. Zu den verschiedenen tektonischen Auffassungen beider Gebiete durch *Otto Ampferer* und *Max Richter* soll aber in diesem Rahmen nicht Stellung genommen werden.

Wichtig ist, daß sowohl im Wetterstein wie im Karwendel gerade die jüngeren Schichten von Gängen durchbrochen sind. Auf Grund der neuen Funde weiß man, daß im Karwendelgebirge nicht nur Kössener Schichten und Fleckenmergel, sondern jedenfalls auch die Radiolarite des Oberen Jura von den Schmelzflüssen durchstoßen wurden, was vom Wetterstein schon lange bekannt war. Weiters ist es in beiden Gebieten dieselbe tektonische Einheit, die *Lechtal-Decke*. Die Form und die geringe Größe der Gänge stimmen gleichfalls überein. So reicht diese Kette geologisch zusammengehörender Massengesteine von Ehrwald bis gegen Schwaz im Inntal (55 km). Das Zusammenfallen der Verbreitung mit dem Verlauf

¹ In der Karwendelkarte des Alpenvereins (östliches Blatt) ist die Bezeichnung Mahdgraben 2 km nordwestlich des Stiftes Fiecht zu finden.

von Überschiebungen legt den Gedanken nahe, daß diese magmatische Tätigkeit mit der *Gebirgsbildung* zusammenhängen könnte. Dafür spricht vielleicht, daß ein Teil der Schmelzgesteine des Karwendelgebirges (Gamsangerl, Stuhlgraben, Gramei-Joch) auch in den Myloniten und Rauhwacken der Reichenhaller Schichten steckt. Es scheint sich dabei um Schollen in diesem stark zertrümmerten Gesteinskomplex zu handeln. Diese Auffassung steht im Gegensatz zu der bisherigen, die besagt, daß im Jura die magmatische Tätigkeit in der alpidischen Geosynklinale aufgelebt habe. Als Beweis wurde dafür der Ehrwaldit herangezogen. Es bleibt jedoch einstweilen abzuwarten, ob nicht auch in den Ablagerungen aus der Kreidezeit des Wettersteingebirges Massengesteine bekannt werden, die meine Vermutung bestätigen könnten.

Für ein hellgrünes Gestein mit Feldspatleisten aus dem Mahnkopf-Bereich ist die Beheimatung im grünen Buntsandstein (*Skyth*) am wahrscheinlichsten. Aus weiter östlich gelegenen Gebieten kennt man schon eine Reihe von Parallelfällen magmatischer Förderung im Skyth. Von der petrographischen Bearbeitung des grünen Buntsandsteins und des Haselgebirges ist die Lösung dieser Frage zu erwarten.

Über die Herkunft der in allen drei Decken der westlichen Nordalpen verbreiteten und mit den Knollenkalken der anisischen Stufe vergesellschafteten „*pietra verde*“ ergaben sich keine neuen Anhaltspunkte. Jedenfalls ist dieser Tuff in den Südalpen bedeutend mächtiger.

So bilden die Schmelzgesteine und ihre Abkömmlinge schon nach dem derzeitigen, freilich nicht mehr allzu erweiterungsfähigen Stand in den durch die Zentralzone getrennten Kalkalpenstreifen nicht mehr das Unterscheidungsmerkmal. Im Gegenteil: die vergleichsweise bescheidenen Äußerungen magmatischer Tätigkeit in den Nordalpen vermehren das *Gemeinsame* beider Bereiche um einen sehr wesentlichen Zug.

Literatur

über die Schmelzgesteine der Nordtiroler und Vorarlberger Kalkalpen.

Ampferer, Otto, Geologische Beschreibung des Seefelder, Mieminger und südlichen Wettersteingebirges. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 55. Band, Wien 1905, S. 549, 555. — *Ampferer, Otto*, Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1912, S. 198. — *Ampferer, Otto*, Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Zirl-Nassereith (5046). Wien 1924, S. 33–35, 58 und 62. — *Ampferer, Otto*, Aufnahmsbericht über den kalkalpinen Anteil des Blattes Stuben (5144). Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt. Jahrgang 1930, Wien 1930, S. 52–53. — *Ampferer, Otto*, Beiträge zur Geologie des ober-

sten Lechtales. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 80. Band, Wien 1930, S. 122—125, 140—145 sowie Tafel III und IV. — *Ampferer, Otto*, Über den Südrand der Lechtaler Alpen zwischen Arlberg und Ötztal. Wie vorher, S. 438. — *Ampferer, Otto*, Beiträge zur Geologie des obersten Lechtales und des Großen Walsertales. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 81. Band, Wien 1931, S. 207, 208, 216. — *Ampferer, Otto*, Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen im Maßstab 1 : 25.000. Wien 1932, S. 47, 110—112. — *Ampferer, Otto*, Kurzer Bericht über die bei der Neuaufnahme von Blatt Stuben erzielten Fortschritte. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Jahrgang 1937, Wien 1937, S. 140. — *Ampferer, Otto*, Wert der Geologie fürs Leben. Wie vorher, S. 95. — *Cathrein, Alois*, Über den sogenannten Augitporphyr von Ehrwald. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, Jahrgang 1890, Wien 1890, S. 1—9. — *Cornelius, Hans Peter*, Zur magmatischen Tätigkeit in der alpidischen Geosynklinale. Berichte der Reichsstelle für Bodenforschung, Jahrgang 1941, Wien 1941, S. 89—94. — *Cornelius, Hans Peter*, Die Herkunft der Magmen nach Stille vom Standpunkt der Alpengeologie. Sitzungsberichte der Österr. Akademie der Wissenschaften, Math.-naturw. Kl., Abt. I, 158. Band, Wien 1949, S. 543 f. — *Hammer, Wilhelm*, Petrographische Beschreibung der Eruptivgesteine aus der Gegend von Lech. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 80. Band, Wien 1930, S. 140—144 sowie Tafel III und IV. — *Klebsberg, Raimund v.*, Geologie von Tirol. Berlin 1935, S. 107—109. — *Mutschlechner, Georg*, Spuren des Innegletschers im Bereich des Karwendelgebirges. Jahrbuch 1948 der Geologischen Bundesanstalt, erschienen Wien 1950, S. 179. — *Mutschlechner, Georg*, Adolf Pichler als Naturforscher. Tiroler Heimatblätter, Jahrgang 1951, Innsbruck 1951, S. 15—16. — *Pichler Adolf*, Beiträge zur Geognosie Tirols. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 16. Band, Wien 1866, S. 503—504. — *Pichler, Adolf*, Zur Geognosie der Alpen. Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. Dritte Folge, 13. Heft, Innsbruck 1867, S. 178 und geologische Karte. — *Pichler, Adolf*, Beiträge zur Geognosie Tirols. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jahrgang 1875, Stuttgart 1875, S. 927. — *Pichler, Adolf*, Beiträge zur Geognosie und Mineralogie Tirols. Wie vorher, Jahrgang 1876, Stuttgart 1876, S. 920. — *Pichler, Adolf*, Kreuz und quer. Leipzig 1896, S. 132. — *Pichler, Adolf*, Aus Tagebüchern 1850—1899. München und Leipzig 1905, S. 87. — *Reis, Otto M.*, Erläuterungen zur Geologischen Karte des Wettersteingebirges. Geognostische Jahreshefte, 23. Jahrgang, 1910, München 1911, S. 81—83. — *Richter, Max*, Ein neues Vorkommen von Diabasen im Karwendel. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Jahrgang 1928, Wien 1928, S. 117—120. — *Rosenbusch, Harry*, Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart 1877, S. 484. Desgleichen 4. Aufl., Stuttgart 1907, S. 701. — *Schuster, Matthäus*, vgl. unter *Reis, O. M.* — *Tröger, Ehrenreich*, Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Berlin 1935, S. 153. — *Tschermak, Gustav*, Die Porphyrgesteine Österreichs aus der mittleren geologischen Epoche. Wien 1869, S. 172.

Geologische Karten.

Ampferer, Otto, Geologische Spezialkarte 1 : 75.000, Blatt Zirl-Nassereith (5046). Wien 1912. — *Ampferer, Otto*, Geologische Karte der Lechtaler Alpen. Blatt Klostertaler Alpen, Blatt Arlberg-Gebiet und Blatt Heiterwand und Mutterkopfgebiet. 1 : 25.000. Wien 1932. — *Ampferer, Otto*, Geologische Spezialkarte des Bundesstaates Österreich, 1 : 75.000, Blatt Stuben (5144). Wien 1937. — *Mutschlechner, Georg*, Geologische Karte des Karwendelgebirges. Zwei Blätter 1 : 25.000. Unveröffentlicht. — *Reis, Otto M.*, und *Friedrich Wilhelm Pfaff*, Geologische Karte des Wetterstein-Gebirges. München 1911.