

DIE TRENNUNG ANDESIT - BASALT: EIN VORSCHLAG

A B S T R A C T

Felix RONNER

The paper outlines the origin and history of the nomenclature of the Andesites and Basalts. The characteristics at present used in the separation of andesites and basalts are summarized and tested for practical use.

The author proposes a nomenclature on the bases of :

1. The An-content of the plagioclase (An 45 - An 55) as principal division.
2. The percentage of the dark constituents (50 %) as subdivision.

Both characteristics are to determinate chemically as well as optically.

The transitional group between andesites and basalts (after TROGER, 1935) is introduced hence with other names :

	An 10 - 45	An 45 - 55	An 55 - 100
Mafites 10 - 50	ANDESITE	Leuco - Andesitebasalt	Leuco - Basalt
Mafites 50 - 65	Mela - Andesite	Mela - Andesitebasalt	BASALT

I

In einem Lande wie der Türkei, das überreich ist an Effusivgesteinen, ist die Unterscheidung dieser naturgemäss von grosser Bedeutung. Da nun 98 % aller Ergussgesteine der Erde andesitisch-basaltisch sind, ist die genaue Trennung dieser beiden Gruppen vordringlich. Und doch ist gerade dies am schwierigsten; d. h. die Abgrenzung wurde und wird in verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Forschern und Forschergruppen verschieden gehandhabt.

Da ROSENBUSCH 1887 den Basalt als Ergussäquivalent des Gabbro und BECKE 1900 den Andesit als Ergussäquivalent des Diorit erkannt haben, müssen wir diese beiden Intrusiv-Familien in unsere Untersuchungen mit einbeziehen [1].

II - URSPRUNG DER NAMEN

Andesit : Der Name Andesit wurde (schriftlich) zum erstenmal 1836 von L. v. BUCK für Ergussgesteine der Anden geprägt, um diese «albitführenden» Effusiva von den Trachyten zu trennen [2].

Basalt : Der Name Basalt wurde schon im Altertum für dunkle, schwere Gesteine gebraucht, aus denen vorzugsweise Statuen gehauen wurden. Diese Gesteine seien aethiopischen Ursprungs gewesen. Ob nun der Name von Basilan, dem Lande König Og's kommt, oder vom hebraeischen Barzel, vom aethiopischen Bsalt, vom aegyptischen Bechen oder vom lateinischen Basilica, kann kaum mehr mit Entschiedenheit ermittelt werden [3]. In die Geologie eingeführt wurde er 1546 von G. AGRICOLA für Gesteine, die

er mit dem klassischen Basalt des PLINIUS d. A. (23 bis 79 n. Chr.) identifizieren zu können glaubte [4].

Gabbro : Die Bezeichnung Gabbro entstammt einem Ausdruck der Toskana, den florintinische Steinmetze für dunkle Gesteine verwandten. Ferdinand von Medici soll diese Gesteine erstmals 1604 von Korsika für den Bau der Laurentiana nach Florenz gebracht haben. In der Literatur wird Gabbro zum ersten Male von T. TOZZETTI 1768 für toskanische Vorkommen gebraucht. L. v. BUCK wendet ihn 1810 auch für andere Fundorte an und führt ihn daher in die Geologie ein.

Diorit: Die Bezeichnung Diorit stammt vom griechischen Verbum für «trennen» und wurde von HAUY Anfang des 19. Jahrhunderts eingeführt [5].

III - DIE MODERNEN TRENNUNGSMETHODEN

Die eigentlich an diese Stelle gehörende Übersicht über Synonyma und veraltete Namen, sowie das Kapitel über die historische Entwicklung der Trennungsarten der Gruppen Andesit-Basalt wird am Ende der Arbeit als Ergänzung gebracht.

Nehmen wir die Meinungen über die Trennung Andesit-Basalt der ungefähren letzten 25 Jahre als modern und scheiden die älteren als veraltet aus, so können wir als—best erscheinende—Auslese nach den verschiedenen Trennungskriterien zusammenfassen :

1. Nach Art der hellen Gemengteile [6]:

Kali-Feldspat neben überwiegend Plagioklas kann in Andesiten auftreten, jedoch nicht in Basalten (Nach LEITMEIER 1950 und FENTON 1952).

Da Kalifeldspat aber nicht unbedingt in Andesiten sein muss, ist dies kein gültiges Unterscheidungsmerkmal und ist daher eigentlich in Gruppe 2 einzureihen.

2. Unklare Trennungen :

Auf diese braucht hier nicht naeher eingegangen zu werden (s. p. 107).

3. Nach Art der dunklen Gemengteile :

Hornblende + Biotit > Augit = Andesit
 Hornblende + Biotit < Augit = Basalt,
 wobei der An-Gehalt der Plagioklase ebenso wie das Prozentverhaeltnis dunkle zu lichten Gemengteilen unwesentlich ist (Nach KEMP und GROUT 1942). Eine scharfe Trennung Hornblende (oder Biotit) gegenüber Augit (nach BIRAND 1940, BOURCART 1950, KRÜGER 1954) ist nicht zweckmaessig, da oft zwei oder alle drei Mineralien nebeneinander in einem Gestein auftreten.

4. Nach dem Mengenverhaeltnis dunkle zu hellen Komponenten :

Wird die Menge der dunklen Komponenten Farbzahl genannt [⁷], so werden heute drei verschiedene Trennungswerte verwendet :

a) Trennwert ist die Farbzahl 50 (z. B. BIRAND 1940, SHAND 1949, FENTON 1952):

Farbzahl < 50 = Andesit (Diorit)
 Farbzahl > 50 = Basalt (Gabbro).

b) Trennwert ist die Farbzahl 40 (WILLIAMS-TURNER-GILBERT 1954) Naeheres (siehe p. 108).

c) Trennwert ist die Farbzahl 35 (DENAERYER 1951, BUTTGENBACH 1953) Naeheres (siehe p. 108).

5. Nach quantitativen chemischen Analysen :

a) Trennwert ist der SiO₂-Gehalt (z. B. ROSENBUSCH 1923) :

SiO₂ > 50 - 52 % = Andesit (Diorit)
 SiO₂ < 50-52 % = Basalt (Gabbro)

b) Nach der C.I.P.W. -Norm für dunkle Gemengteile: (Nach TRÖGER 1935 die meisten Amerikaner)

Farbzahl < 37.5 = Andesit (Diorit)
 Farbzahl > 37.5 = Basalt (Gabbro)

6. Nach dem An-Gehalt der Plagioklasse :

a) Trennwert ist der An-Gehalt 50 (z. B. GROUT 1932, JOHANNSEN 1937, WAHLSTROM 1950) :

Plagioklas < An 50 = Andesit (Diorit)
 Plagioklas > An 50 = Basalt (Gabbro)

b) Trennwert ist der An-Gehalt 45 bzw. 55 (TROGER 1935):

TROGER stellt zwischen Andesit und Basalt die Gruppe Labradoritandesite (Gabbrodiorite), die ein verbinden des Glied vom Andesit zum Basalt mit einem An-Gehalt um 50 ist (An 45-55).

IV - DISKUSSION DER TRENUNGSPRINZIPIEN

Wollte man verlangen, dass die Basalte und Andesite alien Forde- rungen obiger Trennungsmethoden entsprechen, würden viele Gesteine ni-

cht als Andesit oder als Basalt eingereiht werden können. Eine Synthese obiger Prinzipien haette folgendes Aussehen:

	Art der Mafite	Kali - Fdsp.	Farbz.	SiO ₂ - Gehalt	An-Gehalt
Andesit	Aug < Hrnbl + Biot	+ Kali - F	< 35	> 52 % SiO ₂	< An 45
Basalt	Aug > Hrnbl + Biot	Kein Kali - F	> 50	< 50 % SiO ₂	> An 55

Die grossen Lücken sind ohne weiteres ersichtlich. In einem graphischen System waeren die Andesite und Basalte nicht darstellbar.

Die Wertigkeit (Verwertbarkeit) der einzelnen Prinzipien

Von einem guten System muss verlangt werden, dass es sowohl für die optischen (petrographische Mikroskopie) als auch für die chemischen (quantitative Analyse) Methoden verwertbar ist. Daher fallen durch diese Forderung folgende Systeme aus:

1. Trennung nach dem SiO_2 -Gehalt des Gesteins, denn dieser ist optisch nicht erfassbar.

2. Trennung nach der Art der Mafite, denn nur bei Gesteinen, die sich im chemischen Gleichgewicht befinden, lassen sich aus einer Analyse die Mineralien errechnen. Ein Olivin-Quarz-Basalt zum Beispiel waere nicht zu erkennen.

3. Weiters ist die Einteilung nach Anwesenheit von Kalifeldspat auszuschneiden, da Kalifeldspat weder in Andesit noch in Basalt vorkommen muss - tatsaehlich auch nur selten einmal auftritt.

So bleiben als echte, gut verwertbare Trennungskriterien: Der An-Gehalt der Plagioklase und die Farbzahl:

1. Der An-Gehalt der Plagioklase ist ohne Schwierigkeiten optisch wie auch durch chemische Analyse der Plagioklase zu ermitteln.

2. Der Prozentanteil an Mafiten ist optisch als modaler Gehalt und chemisch aus der Gesamtanalyse des Gesteins als normativer Gehalt durch Berechnung (z.B. C.I.P.W.-Norm) feststellbar.

Beide Systeme sind daher zur Trennung gleichwertig. Sind sie aber auch gleich gut verwertbar?

In der geologischen Praxis zeigt sich, dass von 1000 gesammelten und mikroskopisch untersuchten Handstücken rund 10 Dünnschliffe (1 Prozent) mit dem Integrationstisch ausgezählt werden und vielleicht 1 Gestein (1 Promill) einer chemischen Vollanalyse unterzogen wird.

Von der Güte eines Systems muss verlangt werden, dass auch die einfachste und darum wichtigste, weil häufigste Untersuchungsart richtige Ergebnisse liefert. Und nur der An-Gehalt der Plagioklase ist mit annähernder Genauigkeit bei einer einfachen Dünnschliffuntersuchung festlegbar. Daher gebührt diesem Kriterium der Vorrang vor allen anderen.

Doch sind auch die Einwände dagegen nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen. Traditionsgemäss wird unter einem Basalt ein dunkles Gestein verstanden. Es widerstrebt dem Geologen, ein Gestein, welches nur wenige Mafite mehr als ein Anorthosit (oder Labradorit) hat und also sehr hell ist, als Basalt zu bezeichnen. Auch ist bei einiger Übung der modale Mineralbestand (die Farbzahl) recht gut abschätzbar.

Hier wird daher eine Kombination beider Trennungssysteme vorgeschlagen:

1. Nach dem An-Gehalt der Plagioklase als Haupteinteilung und

2. Nach der Farbzahl als Unterteilung,

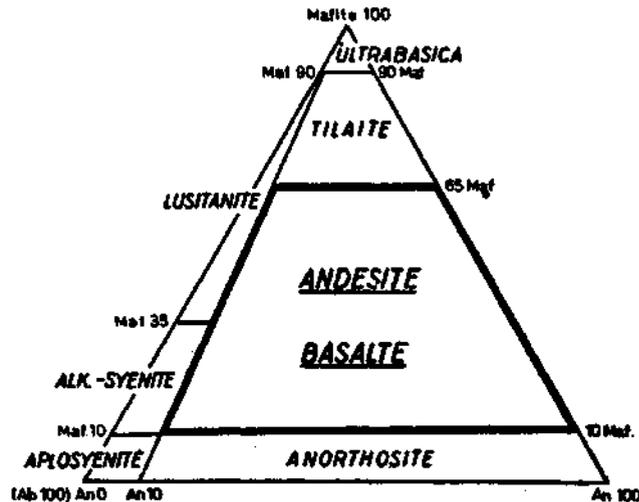
Weiters wird an der Obergangsgruppe TROGER's (An 45 - 55 = Gabbrodiorite) festgehalten, aber auch diese Analog nach der Farbzahl unterteilt.

V - DIE TRENNUNG DER GRUPPEN ANDESIT-BASALT

Die Andesite und Basalte gehören der Familiengruppe der Plagioklasgesteine an und nehmen innerhalb dieser eine zentrale Stellung ein. Sie bestehen aus Plagioklasen und Mafiten:

wesend sein. Nebenstehendes Diagramm veranschaulicht ihre Stellung innerhalb der Familiengruppe.

Die Andesit-Basalt-Gruppe sei wie folgt geteilt:



(Diagram 1)

Mehr als 10 % Mafite, aber weniger als 65 % Mafite. Der Plagioklas muss mehr als An 10 haben.

Nach dem An-Gehalt der Plagioklas wie TROGER 1935.

Quarz Kalifeldspat und Foide können accessorisch (<10 % d. Plag) an-

Nach der Farbzahl 50.

Als Familien ergeben sich dann [8] :

ANDESIT : mit $An < 45$ und Farbzahl < 50

Mela-Andesit : mit $An < 45$, aber Farbzahl > 50

Leuco-Andesitbasalt : mit $An 45-55$ und Farbzahl < 50

Mela-Andesitbasalt : mit $An 45-55$ und Farbzahl > 50

Leuco-Basalt : mit $An > 55$ und Farbzahl < 50

BASALT : mit $An > 55$ und Farbzahl > 50

Das Andesit - Basalt - Diagramm hat daher folgendes Aussehen :

Bei der Übergangsgruppe wird die Bezeichnung ANDESITBASALT vorgeschlagen, die sich den Gabbrodioriten TROGER's anlehnt. Sie wird den Labradoritandesiten TROGER'S vorgezogen, da dieser Name nicht mit der Gesteinsdefinition übereinstimmt :

aber der Plagioklas des Labradoritandesites beginnt schon von An 45 an.

Im Diagramm sieht das Basaltfeld gegenüber dem Leucobasalt-Feld etwas klein aus; dadurch mag man sich nicht tauschen lassen :

Labradorit = Plagioklas $> An 50$,

Die meisten basaltischen Gesteine mit einem An-Gehalt > 55 haben auch über 50 % Mafite, wie auch umge-

kehrt die meisten andesitischen Gesteine mit einem An-Gehalt < 45 fast durchwegs unter 50 % Mafite haben.

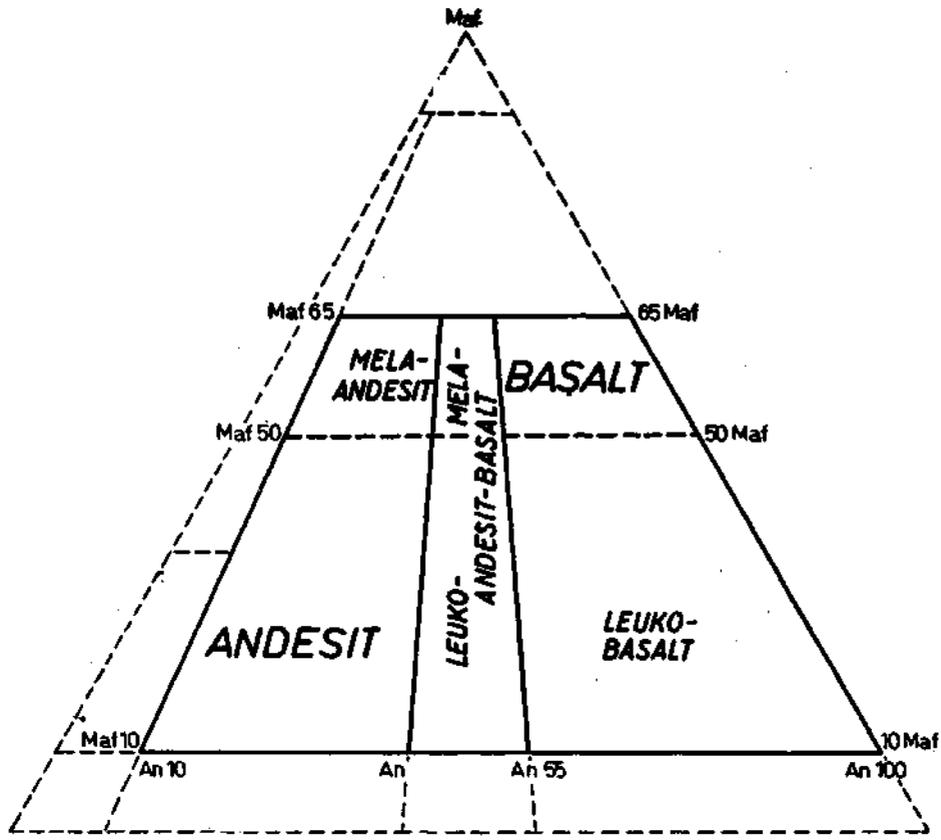


Diagram 2

VI - SYNONYMA UND VERALTETE NAMEN

Unter Trapp - eingeführt von RINMANN 1754-wurde lange Zeit eine Gruppe von basaltaehnlichen Gesteinen verstanden, die anhaltend diskutiert (CRONSTEDT 1770; WALLERIO 1772, BERGMANN 1783, HAIDINGER 1787, CORDIER 1815, v. LEONHARD 1823, MACCU-LOCH 1831, NAUMANN 1849), bis BLUM-1860 und ZIRKEL 1866 sie als synonym mit Basalt erkannten.

Danach wurde angestrebt, den Namen Trapp in der Petrographie nicht mehr zu verwenden - hochstens als vorlaeufigen geologischen Feldbefund,

was sich aber als unnötig erwies. 1905 lebte die Bezeichnung Trapp durch WEINSCHENK nocheinmal auf-für eine Gruppe saurer Basalte -, setzte sich aber nicht mehr durch. Nur wenige folgten ihm (z. B. SCHLOTTER 1908).

ZIRKEL 1866 engt den Begriff Basalt zu sehr ein, indem er ihn strukturell nur für dichte Gesteine angewendet wissen will; für fein-bzw. grobkornige Aquivalente setzt er Anamesit und Dolerit.

ROSENBUSCH 1908 nimmt nur für die tertiären und posttertiären Ge-

steine den Namen Basalt und trennt diesen dem Alter nach vom Melaphyr und Diabas - sagt aber bereits 1923 (ROSEBUSCH-OSANN), dass sich die Altersunterschiede verwischen. Trotzdem halten noch heute viele an dieser Unterteilung fest - z. B. LEITMEIER - 1950.

Diabas wurde und wird sehr vieldeutig verwendet: BRONGNIART 1827 meint damit ein Tiefengestein mit Hornblende mehr als Feldspat. HAUSMANN 1842 gebraucht Diabas für ein Intrusiv mit Plagioklas + Augit. NAUMANN 1849 für ein Plagioklas + Diallag-Intrusiv. ZIRKEL 1866 für ein Tiefengestein mit Plagioklas $> \text{An } 50$. ROSEBUSCH 1908 (siehe oben) versteht darunter einen altpalaeozoischen Basalt.

Gegenwaertig wird der Term Diabasebenfalls für verschiedenartige Gesteine gebraucht, doch faellt die Diskussion darüber weit aus dem Rahmen dieser Arbeit. Nur kurz seien zwei Beispiele

erwaehnt: TRÖGER 1935 : Diabas ist Basalt in Grünsteinfazies.

LEITMEIER 1950 : Diabas ist eine hypabyssische Bildung - meist Spaltenausfüllungen, die gleich sein können einem doleritischen Basalt.

In der ausserdeutschen Literatur gelten auch noch etliche andere Definitionen.

Hypersthenfels wurde von ROSE 1835 ein Tiefengestein mit Labradorit und Hypersthen genannt, das jedoch von ESMARK schon 1823 als Norrit bezeichnet worden war.

Porphyrit nennt ROSEBUSCH - 1923 einen palaeovulkanischen Andesit und mehrere Autoren halten daran fest (z. B. LEITMEIER 1950).

Diese Aufzaehlung Hesse sich ohne grosse Mühe noch mit weiteren Beispielen fortsetzen.

VII - DIE ENTWICKLUNG DER TRENNUNGSARTEN [9]

Im Folgenden sei eine kurze historische Übersicht über die Entwicklung der Trennungsarten der Gruppen Andesit - Basalt gegeben, die jedoch keinerlei Anspruch auf Vollstaendigkeit erhebt; lediglich einige Beispiele sind herausgegriffen. Die Anordnung erfolgt in erster Linie nicht nach Jahreszahlen, sondern ist vorwiegend durch die einzelnen Trennungskriterien gegeben:

1. Trennung nach Art der hellen Gemengteile [10] :

Vor ROSE 1835 war die Feldspatnatur noch nicht deklariert : WERNER

1787, v. BUCH 1810, HAUY 1822, D'AUBUISSON 1819, v. LEONHARD 1823, BRONGNIART 1827. Nur CORDIER bezeichnet schon 1816 den Feldspat im Basalt als Labradorit. ROSE 1835 [11] definiert die Feldspate der besprochenen Gruppen als Plagioklase; seither ist dies für alle folgenden Autoren feststehend: wie zum Beispiel für HAUSMANN 1842.

Erst ROSEBUSCH 1877 nimmt die hellen Gemengteile als eines der Unterscheidungsmerkmale : ohne Kalifeldspat = Basalt (Gabbro) mit mehr oder weniger Kalifeldspat = Andesit (Diorit).

Dieses Kriterium wird bis in jüngste Zeit verwendet, so z. B. von LEITMEIER 1950 und FENTON 1952.

2. Unklare Trennungen :

IDDINGS 1913 ist unklar in seiner Unterscheidung; da er sowohl einen Labradorit-Andesit, als auch einen Andesin-Basalt nennt. ROSENBUSCH 1923 laesst bei beiden Gruppen (Andesit-Basalt) den Plagioklas vom Oligoklas bis zum Anorthit variieren, als auch in beiden Gruppen alle Mafite vorkommen. Quarz kann auftreten im Andesit, aber auch im Basalt. Nur Kalifeldspat darf nicht im Basalt sein. RINNE 1923 gibt kein echtes Trennungsmerkmal an, er sagt nur : « der Augit » - beim Basalt - « spielt eine viel grössere Rolle als bei Andesiten. » 1928 ergaenzt er: Der Plagioklas in der Grundmasse ist beim Andesit Andesin und saurer, beim Basalt Labradorit und basischer. Da dies mikroskopisch nicht festgestellt werden kann, ist es kein Trennmerkmal. In der französischen Ausgabe von RINNE -1949- (mit BERTRAND und ORCEL) wird noch an der Beschreibung von 1923 festgehalten. ERDMANNSDÖRFFER 1924, BOWEN 1928, DALY 1933 und NIGGLI 1948 bringen keine Trennung nach dem Mineralbestand, da sie sich fast ausschliesslich auf chemisch-genetische Studien stützen. BARTH (in BARTH, CORRENS, ESKOLA) 1939 nimmt keine strenge Trennung vor, da er nur die Genese behandelt. VERBRUGGE 1949 gibt in seinem kleinen Führer überhaupt keine Trennungskriterien an. SHAND 1949 legt auf den An-Gehalt der Plagioklase kein Gewicht, auch nicht auf die Art der Mafite, sondern nur auf die Menge der dunklen Gemengteile. Jedoch führt er so viele Beispiele an, die nicht in sein Trennungssystem passen, dass man von einem echten Trennungsmerkmal nicht mehr sprechen kann. LEITMEIER 1950 folgt im grossen und-ganzen ROSENBUSCH ; er schraenkt nur ein, dass der Plagioklas beim Gabbro und Basalt « meist » über An 50 enthaelt. Im Basalt darf kein Alkalifeldspat auf-

treten. TURNER und VERHOOGEN 1951 trennen ebenfalls nicht scharf: Labradorit kann der Plagioklas sowohl im Andesit als auch im Basalt sein. Ebenso seien in beiden Gruppen Pyroxen und oft Olivin. Weitere Charakteristika sind nicht angegeben. HARKER 1954 charakterisiert Andesite und Basalte aehnlich wie TURNER und VERHOOGEN.

3. Trennung nach Art der dunklen Gemengteile :

V. BUCH fordert 1810 von einem Gabbro, dass er als Mafit Uralit enthalten müsse; die Art der Feldspate ist unwesentlich, jedoch müssen sie saursurisiert sein. CORDIER 1816 wirkt mit seiner Basalt-Definition schon sehr modern : Augit + Olivin als Mafite und Labradorit als felsischer Gemengteil. BROGNIART 1827 nennt Hornblende für Diorit entscheidend. Waren dies bisher Einzelbeschreibungen von Gesteinen, findet man doch schon echte Trennungsversuche : v. LEONHARD 1823 :

Gabbro = Diallag (+ Feldspat + Sausurit)

Diorit = Hornblende (> Feldspat, denn Hrnbl < Fldsp = Syenit).

Seiner Mafit-Trennung folgen eine ganze Reihe von Autoren: ROSE 1835, HAUSMANN 1842 (der jedoch Augit statt Diallag nimmt), NAUMANN 1849, SENFT 1857, ZIRKEL 1866 (der jedoch auch einen Augit - Diorit kennt, da er neben den dunklen Gemengteilen auch nach der Plagioklas - Art trennt-siehe (Punkt 6). Noch länge, bis in jüngste Zeit wird an dieser Unterscheidung: Hornblende = Diorit, Diallag (oder Augit) == Gabbro festgehalten; z. B. ROSENBUSCH 1877 oder der Türke Ş. BİRAN 1940, obwohl schon ZIRKEL 1866 einen Augit-Diorit und STRENG 1877 einen Hornblende - Gabbro beschrieben.

LANG 1877 trug diesem Faktum als erster Rechnung und forderte :

Hornblende + Glimmer > Augit = Diorit

Hornblende + Glimmer < Augit = Gabbro.

Dieser sehr modernen Trennung folgen KEMP und GROUT noch 1942, waehrend die Meinung von BOURCART 1950 und KRÜGER 1954 demgegenüber als rückstaendig erscheint:

Hornblende + Biotit = Andesit (Diorit)
Augit (+ Olivin bei BOURCART = Basalt (Gabbro).

TSCHERMAK 1869 rief nach 53 Jahren (CORDIER 1816) wieder in Erinnerung, dass in Gabbro auch Olivin sein kann und ZIRKEL 1894 nimmt dieses Kriterium als Trennungsgrundlage (da er 1866 auch einen Augit-Diorit nannte): Mit Olivin = Basalt, ohne Olivin = Andesit [¹²]. Ihm folgt PIRSSON noch 1921. Trotz dieser Erkenntnis von TSCHERMAK 1869 definiert ROSENBUSCH 1887 den Basalt als Ergussaequivalent des olivin-freien (!) Gabbro.

4. Trennung nach dem Mengenverhaeltnis dunkle: hellen Gemengteilen :

HAUY 1822, D'AUBUISSON 1819, v. LEONHARD 1923 und BROGNIART 1827 (der Diabas für Diorit setzt) bestimmten den Diorit mit: Hornblende > Feldspat, um ihn vom Syenit mit: Hornbl. < Feldsp. zu trennen. Erst in jüngster Zeit wird dieses Kriterium wieder als Unterscheidungsmerkmal herangezogen: Nach TRÖGER 1935 setzen die meisten Amerikaner als Grenze zwischen Andesit und Basalt 37 1/2 dunkle Gemengteile (nach der G. I. P. W. - Norm aus Analysen berechnet). WASHINGTON 1923 setzt wie

Ş. BİRAND 1940 (dieser zusaetzlich zur Trennung Hornblende-Augit), SHAND 1949 (der jedoch zu viele Ausnahmen gelten laesst siehe Punkt 2) und FENTON 1952 die Grenze mit 50 % Mafiten fest:

Helle Gemengteile > Mafite = Andesit (Diorit)

Helle Gemengteile < Mafite = Basalt (Gabbro).

DENAEYER 1951 und BUTTGENBACH 1953 nehmen 35 % Mafite als Wendepunkt. Waehrend Ersterer jedoch schon bei 5 % Mafiten von Andesit spricht und die Basalte nicht mehr als 65 % Mafite haben dürfen, beginnen bei Letzterem die Andesite erst bei 10 % und reichen die Basalte bis 90 % Mafite (wodurch er die Tilaite noch zu den Gabbros zaehlt) [¹³]. WILLIAMS, TURNER und GILBERT 1954 lassen bei ihrer Charakteristik der Andesite, und Basalte ein einziges Trennungskriterium erkennen, die Farbzahl 40 (wobei sie dies teilweise abschwaechen in dem sie sagen, Basalt habe «meist» über 40 % Mafite.

5. Trennung nach quantitativen chemischen Analysen :

BRÖGGER 1894 nennt Gesteine mit >52 % SiO₂ Diorit (Andesit) und mit <52% SiO₂ Gabbro (Basalt). OSANN 1903 verwendet ebenfalls chemische Separation. ROSENBUSCH 1923 laesst die Grenze unscharf: 50-52 % SiO₂. Nach TRÖGER 1935 (siehe auch Punkt 4) werden in Amerika haeufig aus den Analysenwerten die dunklen Gemengteile nach der C.I.P.W.-Norm berechnet. Die Grenze bilden 37 1/2 Mafite.

6. Trennung nach dem An-Gehalt der Plagioklasse :

CORDIER fordert schon frühzeitig 1816-, dass der Plagioklas im Basalt

Labradorit sein müsse. ROSE 1835 setzt dasselbe für Gabbro. ROTH 1861: Oligoklas (damals und auch später noch reichte der Oligoklas bis An 50, damit den Andesin einschliessend) ist kennzeichnend für Andesit. Schon vorher trennte NAUMANN 1849 und SENFT 1857 Gabbro und Diorit durch den An-Gehalt der Plagioklase:

Labradorit = Gabbro
Albit = Diorit [¹⁴].

ZIRKEL 1866 haelt daran fest, nur sagt er statt Gabbro Diabas. LASAULX 1875 kennt — wenn Hornblende der dunkle Gemengteil ist — einen Oligoklas-Diorit und einen Labradorit-Diorit (Die Grenze zwischen beiden liegt bei An 50. Auch ZIRKEL schwächt seine kla-

re Stellung von 1866 später -1894- wieder ab: der Plagioklas der Diorite kann von Oligoklas bis Anorthit reichen. ROSENBUSCH legt 1877 noch keinen Wert auf die Plagioklasnatur; 1887 muss der Plagioklas beim Gabbro über An 50 sein (jedoch darf dieser Gabbro keine Hornblende enthalten); 1923 lässt er diese Forderung auch hohem An-Gehalt wieder fallen.

TURNER 1896, SPURR 1898, GROUT 1932, JOHANNSEN 1937 und WAHLSTROM 1950 legen die Grenze zwischen Andesit und Basalt eindeutig mit An 50 des Plagioklases fest. Kein zweites Trennungskriterium wird dabei herangezogen. TRÖGER 1935 nimmt ebenfalls als einziges Trennungsmerkmal den An-Gehalt der Plagioklase, stellt aber eine Zwischen- oder Übergangsgruppe auf: An 45 - 55 = Labradorit - andesit (Gabbrodiorit).

L I T E R A T U R

- 1 — AGRICOLA G. : De natura fossilium. - *Basel, (1546).*
- 2 — D'AUBUISSON J. F. : Traite de Geognos. - *Strassbourg, (1819).*
- 3 — BARTH T. F. W. - CORRENS C. W. - ESKOLA, P. : Die Entstehung d. Gest. *Berlin, (1939).*
- 4 — BECKE F. J. : TSCHERMAK's *Mineral petrogr. Mttlg. (1900).*
- 5 — BERGMAN T. : De productis vulcanicis. *Upsala, (1783).*
- 6 — BİRAND Ş. : Mineraloji ve Petrogr. *Ankara, (1940).*
- 7 — BLUM, J. R. : Handbuch d. Lithologie oder Gesteinslehre. *Erlangen, (1860).*
- 8 — BOURCART, J. : Guide pratique pour la reconnaissance des roches. *Paris (1950).*
- 9 — BOWEN, N. L. : The evolution of the igneous rocks. *Princeton, (1928).*
- 10 — BRÖGGER, W. C. : Eruptivgest. Krist., I. *(1894).*
- 11 — BRONGNIART, A. : Classification et caracteres mineralogiques des roches. *Paris, (1827).*
- 12 — v. BUCH, G. L. : Über den Gabbro, mit einigen Bemerkungen über Begriff einer Gebirgsart. - *Gesellsch. naturf. Freunde Berlin, (1810).*
- 13 — v. BUCH, G. L. : Über Erhebungskrater und Vulkane. - *Poggendorfs Ann. Phys. Chem. (1836).*
- 14 — BUTTGENBACH, H. : Les mineraux et les roches. - *Paris, (1953).*
- 15 — CORDIER, P. L. : Memoire sur les substances minerales dites en masse, qui entrent dans la composition des roches volcaniques. - *Paris, (1815).*
- 16 — CRONSTEDT, A. F. : An essay towards a System of mineralogy. - *London (1770).*
- 17 — DALY, R. A. : Igneous rocks and the depths of the earth. - *New York, London, (1933).*
- 18 — DENAEYER, M. E. : Tableaux de petrographie. - *Paris (1951).*
- 19 — ERDMANNSDÖRFFER, O. H. : Grundlagen der Petrogr. - *Stuttgart (1924).*
- 20 — ESMARK, J. : Mag. for NaturVidenskaberne. - *I. (1823).*
- 21 — FENTON, C. L. M. A. : The rock book. - *New York, (1952).*
- 22 — GROUT, F. F. : Petrography and petrology. - *New York, London, (1932).*
- 23 — HAIDINGER, C. : Entwurff einer system. Einth. d. Gebürgsarten. - *Wien (1787).*
- 24 — HARKER, A. : Petrology for studennts. - *8. ed. Cambridge, (1954).*
- 25 — HAUSMANN, V. F. L. : Über d. Bild. d. Harzgeb. - *Göttingen, (1842).*
- 26 — HAUY. R. J. : Traite de mineralogie. - *Paris, (1822).*
- 27 — IDDINGS, J. P. : Igneous rocks. - *New York, (1913).*
- 28 — JOHANNSEN, A. : A descriptive petrogr. of the igneous rocks. - *Vol. III. Chicago, (1937).*
- 29 — KEMP. J. F. and GROUT, F. F. : A Handbook of Rocks. - *6. ed. New York, (1942).*
- 30 — KRÜGER, K. : Das Reich der Gesteine. - *Berlin, (1954).*
- 31 — LANG, H. O. : Grundriss d. Gesteinsk. - *Leipzig, (1877).*
- 32 — LASAULX, A. v. : Elemente d. Petrogr. - *Bonn, (1875).*
- 33 — LEITMEIER, H. : Einführung i. d. Gesteinsk. - *Wien, (1950).*

- 34 — LEONHARD, K. C. v. : Charakteristik d. Felsarten. - *Heidelberg*, (1823).
- 35 — MACCULOCH, J. : System of geology. - *II*. (1831).
- 36 — NAUMANN, C. F. : Lehrbuch d. Geognosie. - *Leipzig*, (1849).
- 37 — NIGGLI, P. : Gest. u. Minerallagerst. - *I. Basel*, (1948).
- 38 — OSANN, A. : Über die Definition von Diorit und Gabbro. - *TSCHERMAK's mineral. petrogr. Mttlg.*, (1903).
- 39 — PLINIUS, d. Ä. C. : Naturallis historia. - (23-79 n. Chr.).
- 40 — PIRSSON, L. V. : The classification of igneous rocks. - *Am. Jour. Sci.* (1921).
- 41 — RINMANN : K. Svenska Vetensk. - *Akad.Handl.* (1754).
- 42 — RINNE, F. : Gesteinskunde. - 8. u. 9. Aufl. *Leipzig*, (1923).
- 43 — » » : » 10. u. 11. » » (1928)
- 44 — BERTRAND, L. - ORCEL, J. : La science des roches. *Paris*, (1949).
- 45 — ROSE, G. : Über die Gebirgsarten, welche mit d. Namen Grünstein u. Grünsteinporphyr bezeichnet werden. - *Poggend. Ann.* (1835).
- 46 — ROSENBUSCH, H. : Mikrosk. Physiographie d. Eruptivgesteine. - *Stuttgart* (1877).
- 47 — » » : » » » - 2. Aufl. *Stuttgart*, (1887).
- 48 — » » : » » » - 4. Aufl. *Stuttgart*, (1908).
- 49 — ROSENBUSCH, H. - OSANN, A. : Elemente der Gesteinslehre. - *Stuttgart*, (1923).
- 50 — ROTH, J. : Die Gesteinsanalysen. - *Berlin*, (1861).
- 51 — SCHLOTTER : Abhandl. Hess. geol. Landesanst. (1908).
- 52 — SENFT, F. : Die Felsarten. - *Berlin*, (1857).
- 53 — SHAND, S. J. : Eruptive rocks. - *New York* (1949).
- 54 — SPURR, J. F. : Reconnaissance in southwestern Alaska in 1898. - *U. S. G. S.* (1898),
- 55 — STRENG, A. : Bemerkungen üb. den Serpentinfels u. den Gabbro von Neurode in Schlesien. - *Neues Jhrb. f. Min. u. s. w. Stuttgart*, (1864).
- 56 — STRENG, A. - KLOOS J. H. : Über .d. kristallinischen Gest. v. Minnesote in N. A. - *Neue» Jhrb. f. Min. u. s. w. Stuttgart*, (1877).
- 57 — TOZZETTI T. : Relaz. alcuni Viaggi in div. Parti d. Toscana. - 2. Aufl. *Florenz*, (1768).
- 58 — TRÖGER, W. E. : Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. - *Berlin*, (1935).
- 59 — TSCHERMAK, G. : Die Porphyrgest. Österreichs aus d. mittleren geol. Epoche. - *Wien*, (1869).
- 60 — TURNER, H. W. : Geology of the Sierra Nevada. - *U. S. G. S.* (1896).
- 61 — TURNER, F. J. - VERHOOGEN, J. : Igneous and metamorphic petrology. - *New York, London*, (1951).
- 62 — VERBRUGGE, R. : Guide lithogonique. - *Paris, Liege*, (1949).
- 63 — WAHLSTROM, E. E. : Igneous minerals and rocks. - *New York*, (1950).
- 64 — WALLERIO, J. G. : Systema mineralogicum. - *Holmiae*, (1772).
- 65 — WASHINGTON, H. S. : Petrology of the Hawaiian Islands. - *Am. Jour. Sci.* (1923),
- 66 — WEINSCHENK, E. : Grundzüge d. Gesteinskunde. - *München*, (1905).
- 67 — WERNER, A. G. : Klassische Beschreibung versch. Gebirgsarten. - *Dresden*, (1787).
- 68 — WILLIAMS, H. - TURNER, F. J. - GILBERT, C. M. : Petrology. - *San Francisco*,- (1954).
- 69 — ZIRKEL, F. : Lehrbuch d. Petrogr. - *Leipzig*, (1866).
- 70 — » » : » » » 2. Aufl. *Leipzig*, (1894).