

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
<b>Band:</b>	23 (1943)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Gesteinschemismus und Mineralchemismus. II, Die Pyroxene der magmatischen Erstarrung
<b>Autor:</b>	Niggli, Paul
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-20065">https://doi.org/10.5169/seals-20065</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Gesteinschemismus und Mineralchemismus<sup>1)</sup>

## II. Die Pyroxene der magmatischen Erstarrung

Von *Paul Niggli*

In einer Reihe hochbedeutsamer Schriften, die H. H. HESS bei Anlaß eines eigenen wertvollen Beitrages 1941 in „The American Mineralogist“ (Vol. 26, S. 582—594) zusammengestellt hat, ist das Problem der Kristallisation der Pyroxene aus magmatischen Gesteinen behandelt worden. Die Hauptautoren: N. L. BOWEN, T. F. W. BARTH, S. TSUBOI, H. KUNO, H. H. HESS haben die Pyroxene jedoch fast ausschließlich als Mineralien eines quaternären Systems  $MgO$ - $FeO$ - $CaO$ - $SiO_2$  behandelt. Der Gehalt an Alkalien,  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$  und  $Al_2O_3$  wurde mehr oder weniger vernachlässigt. Es bot daher Schwierigkeiten, das grosse durch die Gesteinsuntersuchung gegebene Material voll und ganz zur Urteilsbildung heranzuziehen. Die Mehrzahl der Pyroxene magmatischer Gesteine gehört ja den Typen der gewöhnlichen oder basaltischen Pyroxene und der Alkalipyroxene an. In derartigen Pyroxenen wird, ohne Berücksichtigung des Tonerde- und Alkaliengehaltes, die Berechnung von Diopsid-, Hedenbergit-, Klinoenstatitanteilen eine fragwürdige Angelegenheit, weil Al und Na im Kristallgebäude Si, Mg und Ca ersetzen. Aber auch der Vergleich des Ca:Mg:Fe-Verhältnisses einfach zusammengesetzter Pyroxene mit dem gleichen Elementenverhältnis der Muttergesteine wird wenig charakteristisch sein, wenn das Muttergestein gleichzeitig andere Ca-Silikate, wie zum Beispiel Plagioklas, führt.

Bei näherer Überlegung ergibt sich nun, dass die gleichartige Berechnung von Mineral- und Gesteinsanalysen auf Äquivalentwerte einer normativen Basis, verbunden mit sinngemässen graphischen Darstellungen, eine Behandlung der Problemstellung auf breiterer Grundlage gestattet.

An und für sich gestattet die gleichartige Berechnung der Gesteine und Mineralien auf eine „Molekularbasis“ den lückenlosen Vergleich von Mineral- und Gesteinszusammensetzung. Die graphische Behandlung, notwendig für die Diskussion, verlangt jedoch

---

<sup>1)</sup> Siehe diese Zeitschrift XXI (1941), 183ff.

gleichfalls Zusammenfassungen, die in gewissem Sinne wieder eine Einengung der Problemstellung bedeuten. So darf nicht verschwiegen werden, dass bei der Berechnung der Basis<sup>2)</sup> auf Ru, Cp, Kp, Ne, Cal, Cs, Fo, Fa, Q, eventuell Sp oder Ns und Ks, Zusammenfassungen erfolgen, die uns zwar seit 40 Jahren geläufig sind, die sich generell bewährt haben, die jedoch unzweifelhaft erkennbare Verwandtschaftstendenzen normalisieren und verallgemeinern. Im Grunde genommen wird bei dieser Berechnung von der Annahme ausgegangen, vorhandenes Al gehe in erster Linie mit K, Na und Ca in bestimmten Verhältnissen in den Mineralbestand ein, und die Erscheinungen im System  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  seien wenigstens teilweise unabhängig von den Erscheinungen im System  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$ . Auf Grund derartiger, an sich unzutreffender Erwägungen erfolgen für die Hauptkomponenten folgende wichtige Zusammenfassungen und Übersichtsdarstellungen:

### 1. Generelle Hauptcharakteristik

$$Q = Q$$

$$L = Cal + Ne + Kp$$

$$M = Cs + Fo + Fa + Fs (+ \text{evtl. } Ns \text{ oder } Sp, \text{ jedoch stets auch gesondert anzugeben})$$

3 L + 2 Q ergibt Feldspatzusammensetzung

3 M + 1 Q ergibt Pyroxenzusammensetzung

Zu M wird gegebenenfalls auch Ns + Ks gerechnet, da 3 Ns + 3 Fs + 2 Q zur Alkalipyroxenzusammensetzung führt. Sp wird eventuell M zugeordnet werden; allerdings lässt sich auch eine Vereinigung mit L verteidigen. Willkürlich, jedoch meist bedeutungslos ist es, ob Cp und Ru zu Q oder zu M geschlagen werden.

Im Dreieck<sup>3)</sup> Q L M lassen sich verschiedenartige Differentiationsverläufe in ihrer Beziehung zur Mineralzusammensetzung besonders übersichtlich darstellen.

### 2. Die Nebendreiecke.

L und M sind ausgesprochene Sammelkomponenten. Sie müssen in Sonderdarstellungen in ihre Hauptbestandteile aufgelöst werden. Indem man

$$\pi = \frac{Cal}{Cal + Ne + Kp} \text{ und } k' = \frac{Kp}{Ne + Kp}$$

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift XVI (1936), 295 ff.

<sup>3)</sup> Siehe diese Zeitschrift XVI (1936), 306, XVIII (1938), 622 ff.

berechnet<sup>4)</sup>), ist eine Darstellung im Dreieck<sup>5)</sup> CaI, Ne, Kp, allgemein Ca, Na, K (an Al gebunden), möglich. Man berechnet ferner:

$$\gamma = \frac{\text{Cs}}{\text{Cs} + \text{Fo} + \text{Fa} + \text{Fs}}, \mu = \frac{\text{Fo}}{\text{Cs} + \text{Fo} + \text{Fa} + \text{Fs}}, \text{mg}' = \frac{\text{Fo}}{\text{Fo} + \text{Fa} + \text{Fs}}$$

Zwei dieser drei Werte gestatten dann in einem Dreieck Cs, Fo, Fa + Fs die Zusammensetzung zu fixieren. Es handelt sich zugleich um das Dreieck Ca, Mg, Fe, soweit einfache Bindung der Oxyde an SiO<sub>2</sub> in Frage kommt, oder um das Dreieck Wollastonit-Enstatit-Eisensilikat der Pyroxendarstellungen. Beim Vergleich mit Diagrammen anderer Autoren ist jedoch zu beachten, dass erstens ein Teil des Ca (das Ca des CaI), das an Al gebunden gedacht wird, in diesem Dreieck nicht berücksichtigt ist, und dass zweitens dreiwertiges Fe mit zweiwertigem Fe vereinigt ist. Es ergibt nach analytischen Befunden das Verhältnis  $\frac{\text{Fe}'''}{\text{Fe}'' + \text{Fe}'''}$ . An Stelle der Dreiecksdarstellungen sind immer auch Diagramme mit rechtwinkligen Achsen konstruierbar.

Im nachfolgenden sind über 160 Pyroxene der Eruptivgesteine berechnet worden. Die strukturelle Auswertung der Ergebnisse erfolgt an anderer Stelle. Hier interessiert nur die Basisberechnung zur näheren Erläuterung der Abweichungen von der Norm und zur Gewinnung der Gesetze der magmatischen Kristallisation. Soweit möglich sind die chemischen Zusammensetzungen der Eruptivgesteine, denen die Pyroxene entstammen<sup>6)</sup>, gleichartig umgerechnet worden, selbst wenn es sich um ältere Analysen handelt.

Zu beachten ist folgendes. Sowohl Mineral- wie Gesteinsanalysen entsprechen in den seltensten Fällen den Anforderungen, die eine streng wissenschaftliche Behandlung stellen muss. Zum Teil sind Analysenfehler vorhanden, da die Erkenntnis noch lange nicht Gemeingut geworden ist, dass eine Mineral- oder Gesteinsanalyse, die nicht mit der grösstmöglichen Präzision ausgeführt wurde, mehr schadet als nützt. Auch fehlt in vielen Fällen die sorgfältige Auswahl der Analysenmaterials. Die Mineralien wurden zum Teil nicht auf Homogenität geprüft, die Gesteinsproben nicht so ausgewählt, dass wirkliche Mittelwerte entstanden. Höchst selten stammen Mi-

<sup>4)</sup> k' = k, wenn nicht Ns und Ks auftreten; mg' = mg, sofern nicht Sp zu bilden ist.

<sup>5)</sup> Siehe diese Zeitschrift XXI (1941), 183 ff.

<sup>6)</sup> Oft werden auch mehrere mit dem Mineralvorkommen im weiteren Sinne in Beziehung stehende Gesteinsanalysen angegeben.

neral- und Gesteinsanalyse tatsächlich vom gleichen Handstück. Man könnte resigniert von der gestellten Aufgabe zurücktreten und zunächst nichts anderes tun als einwandfreies Material sammeln. Allein die Gesichtspunktlosigkeit, mit der oft derartige Untersuchungen durchgeführt werden, kann nur dadurch überwunden werden, dass an Hand des bereits Bekannten, wenn auch Unzulänglichen, Thesen aufgestellt werden, mit denen sich der Forschende auseinandersetzen muss. Er wird dann von selbst gezwungen werden, exakter vorzugehen, sei es auch nur, um die ihm falsch erscheinende Schlussfolgerung korrigieren zu können. Gerade dadurch aber wird die Erkenntnis gefördert, so dass wir nach Äusserung der Vorbehalte unerschrocken den Versuch einer Synthese wagen wollen, ohne in jedem Einzelfalle die grossen Bedenken laut werden zu lassen, ob das Urmaterial vertrauenerweckend ist.

Wir beginnen mit einer Zusammenstellung und Klassifikation der Pyroxenanalysen magmatischer Gesteine und teilen zunächst in Klino- und Orthopyroxene ein.

## Erster Teil: Ausgangsmaterial und Darstellungsprinzipien

### 1. DIE KLINOPYROXENE

A. Diopsidische Augite. Diopsidische Augite seien diejenigen Klinopyroxene genannt, die einen niedrigen, im allgemeinen nicht über 7 steigenden L-Wert aufweisen und im M-Anteil zu über  $\frac{1}{3}$  aus Calciumsilikat bestehen, bei Fe (zwei- und dreiwertig)  $< \text{Mg}$ . Gewichtsprozentisch<sup>7)</sup> liegt  $\text{SiO}_2$  zwischen 47 und 55 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  steigt nur wenig über 3 % oder gar 4 %, der CaO-Gehalt schwankt um  $21 \pm 4 \%$ , MgO ist grösser als 10 % und meist kleiner als 18 %. Der Gehalt an Alkalioxyden ist niedrig ( $< 2 \%$ ) und der  $\text{TiO}_2$ -Gehalt am häufigsten unter 1 %, selten erreicht er Werte um 1,5 %.  $n_\beta$  ist nicht selten um 1,70 gelegen, kann jedoch in Mg-reichen Gliedern bis auf 1,67 sinken. Die maximale Doppelbrechung besitzt Werte zwischen 0,02 und 0,03; ein  $2V$  um  $60^\circ$  ist nicht selten festgestellt worden. Die Angaben über das spezifische Gewicht schwanken zwischen 3,25 bis 3,46.

Die eigentliche Heimat der Diopsid- und diopsidischen Augite ist in den hier nicht berücksichtigten metamorphen Gesteinen zu finden. In den Eruptivgesteinen treten sie in erster Linie in Andesiten, Latiten, Porphyriten und Quarzporphyriten, Dioriten und Quarz-

<sup>7)</sup> Das Urmaterial liegt in Abschnitt 3 vor.

dioriten auf, nicht selten assoziiert mit Orthaugiten. Auch Pyroxen-granite, Norite und Gabbro (Diallag z. T.), Andesitbasalte, peridotitische Gesteine enthalten hie und da tonerde- und eisenarme Pyroxene, und gleiches gilt für einzelne Lamprophyre und Syenite. Liegt nicht ein besonders magnesiumreiches, eisen- oder alkalireiches Eruptivgestein vor, so wird man mit folgenden Werten die Zusammensetzung des diopsidartigen Pyroxens approximieren können:

Q	L	M	Ru	$\pi$	k	$\gamma$	mg	$\mu$
23	3,6	73	0,4	0,45	?	0,43	0,70	0,40

diopsidartiger Augit der Gesteine „dioritischer“ Magmen.

B. Gewöhnliche Augite, basaltische Augite, Titanaugite. Unter B seien diejenigen Pyroxene der Eruptivgesteine zusammengefasst, die normalerweise gewöhnliche Klinopyroxene oder gemeine Augite und basaltische Augite genannt werden. Die Titanaugite sind von ihnen nicht abzutrennen und lediglich durch einen etwas höheren  $TiO_2$ -Gehalt ausgezeichnet. Die Variation innerhalb des M-Anteils ist nicht grösser als bei den diopsidischen Augiten, besonders häufig liegt  $\gamma$  zwischen 0,38 und 0,48,  $\mu$  zwischen 0,34 und 0,47 und mg zwischen 0,65 und 0,80. Der Anteil an L variiert von 7 % bis über 20 %, dementsprechend sinkt M von 70 % bis unter 60 % und Q schwankt unregelmässig zwischen 24,5 % und 17 %. Die höchsten durch Analysen belegten Ru-Werte liegen zwischen 3 % und 4 %; von Titanaugiten wird oft schon gesprochen bei einem Ru-Wert über 1 %. Die Grosszahl der hiehergehörigen Pyroxene wird angenähert durch nachstehende Formel erfasst:



Dazu kommen etwas Mn an Stelle von Ca, K an Stelle von Na, hie und da auch Cr, Ni, V, usw. an Stelle von Al, Mg, Fe. Zwei hypothetische einfache Zwischenglieder sind z. B.

[ $Si_{14}Al_2O_{48}   Al_2(Mg,Fe)_6]$	Ca <sub>8</sub>	und
[ $Si_{14}Al_2O_{48}   AlTi(Mg,Fe)_6]$	NaCa <sub>7</sub>	
mit Q L M Ru bzw.	Q L M Ru	
21,9 18,8 59,4 —	bzw. 21,9 18,7 56,3 3,1	

Im allgemeinen liegen im Q-L-M-Dreieck die Projektionspunkte etwas unterhalb einer Linie, die vom Idealdiopsid zu so formulierten Gliedern führt, d. h. M ist grösser, Q kleiner. 60 M verlangen 20 Q zur Metasilikatbindung, 66,6 M 22,2 Q. Die tabellarische Zu-

sammenstellung zeigt, dass der Q-Gehalt oft kaum zur Silifizierung von M ausreicht. Man ist versucht, diese Abweichungen mit dem Gehalt an dreiwertigem Fe in Beziehung zu setzen. So würde eine hypothetische Pyroxenzusammensetzung



ergeben:  $Q = 20,3$ ,  $L = 18,7$ ,  $M = 61$ . Die Tabelle zeigt allerdings zwischen Wertigkeitsverhältnis  $w$  des Fe und Q-Wert keine eindeutige Beziehung, was indessen bei der Schwierigkeit der analytischen Bestimmungen nicht zu verwundern braucht. Auf alle Fälle lassen diese Befunde verstehen, warum ohne  $\text{SiO}_2$ -Abgabe innerhalb der Pyroxene Spinell- und Erzausscheidung möglich ist.

Gewichtsprozentisch sinkt in dieser Gruppe der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt von 52 % auf unter 44 % (ausnahmsweise bis etwas unter 42 %), der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt liegt bei den Anfangsgliedern gerne um 4 % und steigt bis gegen 10 % an.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ist selten grösser als  $\text{FeO}$ . Noch ist der  $\text{CaO}$ -Gehalt vorwiegend zwischen 18 % und 24 % gelegen (Ausnahmefall Nr. 33); der Gehalt an Oxyden der Alkalien überschreitet nur selten den Wert von 2 %. Die titanreichsten Pyroxene enthalten über 5 %  $\text{TiO}_2$ , doch sind für typische Titanaugite Werte zwischen 2,5 % und 4,5 % häufig. Nur in drei der angeführten Beispiele sinkt  $\text{MgO}$  unter 10 % (Nr. 40, 41, 51c), sonst liegt es darüber (meist 10—15 %, seltener bis 17,5 %).

Die Pyroxene B sind in dunklen Andesiten, Basalten, Doloriten, Alkalibasalten, Tephriten, Basaniten, Gabbros und Alkaligabbros heimisch. Monchiquite, Pyroxenite, Jacupirangite, Foidite, Pyroxengranulite, selbst Syenite und Diorite enthalten sie. Die schwarzen Augite vieler Tuffe gehören hieher. Es ist erstaunlich, wie wenig in M das Verhältnis von Fe:Mg:Ca mit dem Gesteinschemismus variiert.

Die Tabelle enthält auch Analysen verschiedener Pyroxen-Fraktionen eines gleichen Gesteins, sowie (z. B. Vesuv) Augite verschiedener Gesteine ein und desselben Vulkangebietes. Daraus ist die Variation ersichtlich, die oft von Gestein zu Gestein kaum grösser ist als innerhalb des gleichen Gesteins.

Ein erster verbreiteter Pyroxentypus, gebunden an gewöhnliche, nicht ausgesprochen „alkalische“ Basalte und Tuffe, kann angenähert mit

Q	L	M	Ru	$\pi$	k	$\gamma$	mg	$\mu$
23	8	68	1	0,6	?	0,42	0,72	0,42

symbolisiert werden.

Mit L 9—10 wird der Übergang zu den vorwiegend in basischen Gesteinen der Magmen der Alkalireihe sich vorfindenden Pyroxenen vollzogen.

Q	L	M	Ru	$\pi$	k	$\gamma$	mg	$\mu$
20	12,5	64—65	2,5—3,5	0,6	0,2	0,45	0,71	0,39

ist ein Mittelwert für nicht zu extreme Ti-haltige Titanaugite.

Eine einfache Beziehung zwischen Chemismus dieser Augite und optischem Verhalten ist nicht erkennbar. Ti- und Fe-Gehalt steigern die Lichtbrechung bis auf  $n_{\beta} > 1,73$ . 2V und Auslösungs-schiefe variieren scheinbar unregelmässig, auch die angegebenen spezifischen Gewichte lassen kaum andere als die üblichen Gesetzmässigkeiten auffinden. 2V ist im allgemeinen eher niedriger als bei den diopsidischen Augiten, sinkt indessen kaum unter 40°. Jeder Versuch der Ableitung des speziellen Chemismus aus optischen Daten muss indessen in dieser Pyroxengruppe als verfrüht bezeichnet werden. Die Analysen der Nummern 40, 41 und 67 zeigen einen  $\mu$ -Wert  $\leq 0,33$ , jedoch  $> 0,30$ . Das gleiche gilt für den diopsidartigen Pyroxen der Nummer 2. Derartige Pyroxene bilden den Übergang zur Gruppe C der Mg-ärmeren und Fe-reicherer gewöhnlichen Augite und Titanaugite.

C. Mg-ärmer, Fe-reichere gewöhnliche Augite, basaltische Augite und Titanaugite. L steigt in (allerdings etwas merkwürdig zusammengesetzten) Titanaugiten über 20 an. Q ist durchwegs relativ niedrig.  $\pi$  ist zum Teil sehr niedrig, nur ausnahmsweise scheinen hohe Werte (bei jedoch unvollständiger Alkalienbestimmung) vorzuliegen. Die Augite sind calciumreich,  $\gamma$  liegt normalerweise über 0,40. Den  $\mu$ -Werten unter 30 entsprechen mg'-Werte unter 55.  $\mu$  liegt um 0,25. Es wird in dieser Gruppe der Übergang zu den hedenbergitartigen gewöhnlichen Augiten D<sub>2</sub> vollzogen.

Gewichtsprozentisch sind der höhere Gehalt an Eisenoxyden, der weniger als 9 % betragende niedrige MgO-Gehalt, und der teilweise über 1 % liegende etwas erhöhte Na<sub>2</sub>O-Gehalt bei einem SiO<sub>2</sub> von 47—37 % bemerkenswert. Es sind nur wenige optische Daten analysierter Pyroxene dieser Gruppe bekannt. Die Lichtbrechung ist höher als in MgO-reichen Gliedern ( $n_{\beta} \sim 1,74—1,75$ ). Das spezifische Gewicht ist  $\sim 3,4$  bis 3,5.

Die Magmen, aus denen derartige Pyroxene auskristallisierten, gehören meist den Alkalireihen an.

**D<sub>2</sub>. Hedenbergitaugite und hedenbergitartige gewöhnliche Augite.** An die Gruppe C schliesst, mit einer wohl nur zufälligen Lücke, die Gruppe D<sub>2</sub> unmittelbar an. Sie umfasst Hedenbergite und hedenbergitartige gewöhnliche Augite. Die eigentlichen tonerdearmen Hedenbergite sind vorzugsweise in metamorphen Gesteinen heimisch und in der Zusammenstellung nicht mitberücksichtigt. Bei im übrigen variablem L-Gehalt, ist für vier Pyroxene 85 bis 88 ein  $\lambda$  von  $\geq 0,4$  charakteristisch, bei einem  $\mu < 0,15$  und einem gleichfalls niedrigen mg'-Wert. Gewichtsprozentisch ist jetzt der MgO-Gehalt kleiner als 5,5 %, die Summe der Eiseoxyde steigt wesentlich über 20 %, die Alkalien sind noch relativ spärlich vertreten. Bei spezifischen Gewichten um 3,4—3,5, wechselndem 2V und wechselnder Auflösungsschiefe liegt  $n_p$  vorzugsweise zwischen 1,73 und 1,74. Pleochroismus ist oft erkennbar.

Alle Augite dieser Gruppe entstammen eisenreichen Eruptivgesteinen mit niedrigem mg-Wert (Syenite, Nephelinsyenite, Hedenbergitgranophyre bis -andesinite, usw.). C und D<sub>2</sub> veranschaulichen die Entwicklung der grossen Gruppe gewöhnlicher Augite zu hedenbergitischen Augiten hin. Eine andere, durch D<sub>1</sub> charakterisierte Reihe führt von den gewöhnlichen Augiten zu den Omphaciten und Jadeiten über.

**D<sub>1</sub>. Omphacitartige Augite.** Bei den gewöhnlichen und den basaltischen Augiten steigt L selten über 20. Al vertritt zum Teil Si, wodurch der Q-Wert herabgesetzt wird. In Idealjadeit  $[Si_{16}O_{48}]Al_8Na_8$  ist L (= Ne) = 75, Q = 25, M = 0. Al vertritt Mg. Jadeitanalysen sind in die Zusammenstellung nicht aufgenommen worden, wohl aber Klinopyroxene eklogit- und chlormelanitartiger Gesteine mit bereits bis auf 40 % ansteigenden L-Werten. Als einfaches, typisches Glied dieser Omphacitreihe kann man eine Zusammensetzung  $[Si_{16}O_{48}]Al_1(Mg, Fe)_1Ca_1Na_1$  bezeichnen. Sie würde die Werte „Q = 25, L = 37,5, M = 37,5,  $\pi = 0$ ,  $\gamma = 0,5$ , mg = variabel“ ergeben. Die Analysen Nr. 79, 82 und 84 kommen dieser Zusammensetzung nahe, die Analysen 77 und 78 leiten zu gewöhnlichen Augiten über. Ca-arm ist Nr. 82, sonst liegt  $\gamma$  über 0,4. mg' kann sehr hoch sein, jedoch auf 0,5 sinken. Gewichtsprozentisch ist bei relativ hohem, zumeist über 50 % liegenden SiO<sub>2</sub>-Gehalt der Gehalt an Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> durch 7 % bis 15 % gegeben. Der Na<sub>2</sub>O-Gehalt kann bereits bis auf 7 % ansteigen, der CaO-Gehalt sinkt unter 20 % bis gegen 10 %. Die omphacitartigen Augite sind im allgemeinen TiO<sub>2</sub>-arm. Bei meist über 60° liegendem Winkel der optischen

Achsen steigt  $n_\beta$  von 1,67 bis auf 1,70 an. Das spezifische Gewicht schwankt um den Wert 3,3. Die Paragenese dieser Omphacite i.w.S. ist eine sehr charakteristische. Die Gesteine sind autometamorphe oder allometamorphe Eruptivgesteine, unter Umständen auch metamorphe Paragesteine.

E. Alkali-Pyroxene. Übergangsglieder. In den Fe-reicheren Pyroxenen C und D<sub>2</sub> sowie in den Omphaciten D<sub>1</sub> ist im allgemeinen Al > Na + K. Bei der Basisberechnung müssen Ns und Ks normalerweise nicht gebildet werden. Idealaegirin und Idealakmit der Zusammensetzung [Si<sub>16</sub>O<sub>48</sub>]Fe<sub>8</sub>Na<sub>8</sub> ergeben jedoch Q 25, Ns 37,5, M (= Fs) 37,5. L normaler Zusammensetzung fehlt. Zwischen dieser Zusammensetzung und der Zusammensetzung der Hedenbergite, Diopside und gewöhnlichen Augite sind viele Mischkristalle bekannt, die als Aegirinaugite, Aegirinakomite, Hedenbergit-Aegirine usw. oder auch nur als alkalische Diopside bezeichnet werden. Die Gruppe E umfasst ausgesprochene Übergangsglieder zu den eigentlichen Alkaliaugiten etwa bis zu einem Ns-Gehalt von 16,7 %. Bei Nr. 89 und 94 ist analytisch kein Tonerdegehalt vermerkt; vermutlich gehört zum mindesten der Diopsid Nr. 89 nicht im eigentlichen Sinne hieher; er ist mit den diopsidartigen Augiten nahe verwandt, aber durch hohen TiO<sub>2</sub>-Gehalt ausgezeichnet. Gleichfalls hohes TiO<sub>2</sub> besitzt der Augit 94, im Gegensatz zu den übrigen alkalischen Pyroxenen, die kaum einen Ru-Anteil über 1,5 aufweisen.

Die Pyroxene der Gruppe E sind relativ Ca-reich.  $\gamma$  liegt zwischen 0,5 und 0,3. Sehen wir von Nr. 89 ab, so liegt  $\mu$  unter 0,35, nämlich wie in C und D<sub>2</sub>. Von niedrigen Werten steigt gewichtsprozentisch der Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt bis über 17 % an, der MgO-Gehalt liegt (abgesehen von Nr. 89) unter 11 %, der CaO-Gehalt in den analysierten Gliedern noch über 10 %. Der Gehalt an Alkalioxyden steigt von 2,5 % auf über 6 %. In bezug auf Auslöschungsschiefe und Winkel 2V sind die optischen Verhältnisse recht variabel. Auch in bezug auf Pleochroismus, Licht- und Doppelbrechung sind nur in grossen Zügen Gesetzmässigkeiten bekannt. Es ist z. Zt. keineswegs möglich, mit Hilfe rein optischer Daten die Zusammensetzung zu bestimmen, wie das kurvenartige Darstellungen mancher Autoren vortäuschen.

In der Zusammenstellung selbst heben sich (abgesehen von Nr. 89 und 94) deutlich zwei Gruppen ab: eine mit  $\mu$  um 0,40—0,20, die andere mit  $\mu$  0 bis 0,15. Sie entsprechen den Reihen zu

diopsidartigen und hedenbergitartigen Pyroxenen hin. Leider liegen relativ wenige gute Analysen gesteinsbildender Pyroxene dieser Gruppe vor. Unzweifelhaft vermittelt die tabellarische Zusammenstellung ein unvollkommenes Bild der Variationsbreite und der zu den Mineralien gehörigen Gesteinstypen.

**F. Alkalipyroxene.** Eher besser bekannt sind die eigentlichen Alkalipyroxene (Akmit und Aegirin). Bei relativ kleinem L-Wert steigen Ns + Ks von 17 % auf 37 % an, bei hohem Oxydationsgrad des Fe. Q liegt um 25. M sinkt von 51 auf 37 %. Im Gegensatz zu analogen Hornblenden bleibt der Ru-Gehalt relativ niedrig.

Alkalipyroxene mit einem  $\gamma > 0,1$  werden oft noch als hedenbergitische oder diopsidische Aegerine bzw. Akmite bezeichnet. Die Pyroxene Nr. 100 sowie 105 leiten gleichfalls chemisch zu E über. Ein kontinuierlicher Übergang zu den Gruppen E, F und C, D ist im übrigen noch keineswegs durch Analysen belegt. Relativ einheitlich ist die Zusammensetzung der eigentlichen Aegirine und Akmite mit  $\gamma$  und  $\mu < 0,10$  (Analysen Nr. 107—111).

Der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt ist gewichtsprozentisch um 50 % bis 52,5 % gelegen.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  steigt auf über 31 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  auf über 12 %.  $\text{FeO}$  und  $\text{CaO}$  variieren von 0 bis 6 % und  $\text{MgO}$  ist nicht selten unter 1 % gelegen.  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MnO}$ , Oxyde seltener Erden,  $\text{V}_2\text{O}_3$  konnten oft in deutlich wägbaren Mengen bestimmt werden. Bei hoher Lichtbrechung ( $n_\beta$  1,76 bis 1,81), wechselndem Pleochroismus, meist hoher Doppelbrechung (0,04 bis 0,06) ist die Auslöschungsschiefe  $n_a/c$  klein, 2V variabel. Das spezifische Gewicht ist normalerweise höher als 3,5 und kleiner als 3,6. Die typischen Alkalipyroxene sind in Alkaligraniten, Syeniten, Foyaiten und entsprechenden Gang- und Ergussgesteinen zu finden. Sie treten auch in basischen Gesteinen als meist späte melanokratische Ausscheidungsprodukte auf.

**G. Pigeonitauge und chemisch analoge Pyroxengemenge.** Während im allgemeinen (trotz des Mangels an guten Analysen von Pyroxenen magmatischer Gesteine der Gruppe F, E und D mit einem  $\gamma$ -Wert zwischen 0,20 und 0,33 oder einem  $\mu$ -Wert zwischen 0,15 und 0,22) kaum bezweifelt wird, dass von diopsidartigen zu hedenbergitartigen und von diesen und den gewöhnlichen Augiten zu den Alkaliaugiten alle Übergänge zu finden sind, herrscht Unsicherheit, ob Magmen kontinuierliche Serien von Mischkristallen zwischen Klinoenstatit, Klinohypersthen und gewöhnlichen Augiten bzw. Diopsid und Hedenbergit zu bilden gestatten.

Es ist in der Tat bemerkenswert, dass die einsprenglingsartigen Augite entweder calciumreich oder calciumarm sind, mindestens mit deutlichen Häufungsstellen bei  $\gamma$ -Werten  $> 0,33$  und  $< 0,15$ . Das Auftreten calciumarmer Orthaugite und deren Vergesellschaftungen mit gewöhnlichen calciumreichen Augiten hat die Petrographen in der Vermutung bestärkt, dass unter gewissen Bedingungen Mischungslücken bei der magmatischen Erstarrung in Erscheinung treten.

Zunächst handelt es sich jedoch nur um die Frage der Zusammensetzung relativ calciumarmer und alkaliarmer Klinopyroxene. Zwei Umstände erschweren, wie wir später noch ausführlicher erläutern werden, die Beurteilung der Sachlage:

1. Die Tatsache, dass in Grundmassen magmatischer Gesteine Pyroxene von besonderen optischen Eigenschaften auftreten, die oft kaum analysierbar sind. Kleiner Winkel der optischen Achsen, oft auch geringe Auslöschungsschiefe  $n_\gamma/c$  charakterisieren sie. Optisch ähnliche Kristalle sind synthetisch als Mischkristalle Diopsid-Klinoenstatit dargestellt worden. Nun sind aber gerade Achsenwinkel und Auslöschungsschiefe in der Pyroxengruppe sehr stark variabel und es ist unzweifelhaft verfrüht, auf Grund von Diagrammen, die sich auf wenige Analysen und Synthesen beziehen, den Chemismus ableiten zu wollen. Überraschungen mannigfacher Art können diesen Versuchen einen höchst unwissenschaftlichen Charakter verleihen. Es sei nur daran erinnert, dass über den Einfluss der Temperatur auf das optische Verhalten der Pyroxene noch zu wenige Daten bekannt sind und die Frage der Hysterese ziemlich offen bleibt.
2. Manche dieser (und auch der grobkristallinen) Pyroxene der Eruptivgesteine sind lamellar gebaut. Noch widersprechen sich in Einzelfällen die Beobachtungen, ob es sich hiebei um Verzwilligungen gleichartiger monokliner Pyroxene oder um gesetzmässige Verwachsungen monokliner mit orthorhombischen Pyroxenen handelt. Verwachsungen von Mineralien wesentlich verschiedener Zusammensetzung müssten als Gemenge bezeichnet werden. Es besteht nun in der Tat bei einzelnen Forschern die Tendenz, das Vorhandensein einer grösseren Mischungslücke als bewiesen anzusehen, indem seltene, in diese Mischungslücke fallende Zusammensetzungen als Gemenge beschrieben werden.

Unzweifelhaft können sich unter gewissen Bedingungen nebeneinander calciumarme und calciumreiche Pyroxene ausscheiden. Das

spricht für eine geringere Stabilität der Zwischenglieder. Aber dieses Nebeneinanderausscheiden ist nicht von universeller Verbreitung. Es scheint gewisse Temperaturen und chemische Verhältnisse der Mutterlaugen vorauszusetzen, doch kann erst später auf diesen Fragenkomplex näher eingegangen werden. Für wirklich calciumarme Klinopyroxene hat sich der Name *Pigeonite* allgemein eingebürgert. Er ist als Sammelbegriff den Spezialbezeichnungen: Klinoenstatite, Magnesiumdiopside, Klinohypersthene, übergeordnet. Pyroxene oder lamellar bzw. zonar gebaute, eventuell gemengte Sammelindividuen von Pyroxenen, die als Ganzes Zusammensetzungen besitzen, die zwischen derjenigen typischer Pigeonite und gewöhnlicher Augite liegen, wollen wir *Pigeonitaugite* nennen. Analysen derartiger Gemengteile sind zur Gruppe H zusammengefasst worden.

Ein  $mg$  über 0,6 weisen nur Analysen Nr. 115 (aus Basalt), 118 (aus Dolerit), 119 (Mittelwert aus Diabasen und Melaphyren), 125 (aus Granit), 126 (aus Basalt), 127 (aus Labradorfels) und 128 (aus Basalt) auf. In den übrigen Analysen ist  $mg < 0,56$  und  $\mu < 0,44$ . Es handelt sich somit im letzteren Falle um relativ eisenreiche Pyroxene.  $L$  zeigt ähnliche Variationsbreite wie in den diopsid-hedenbergitartigen und gewöhnlichen Augiten.  $Ru$  ist normalerweise niedrig, jedoch in vier Gliedern (Nr. 112, 115, 116, 124) hoch.  $\tau$  und  $k$  geben zu keinen besonderen Bemerkungen Veranlassung.

Sicherlich handelt es sich bei der Mehrzahl der analysierten Produkte um anomale Pyroxene. Bemerkungen machen auf Unsicherheiten in der Deutung aufmerksam. Trotzdem muss auch da, wo es sich eventuell um Gemenge handelt, ein calciumarmer Augit ungewöhnlicher Zusammensetzung die Grundlage bilden. Fraglich bleibt, ob Korrekturen den Hauptanteil mehr zu calciumarmen Pigeoniten verändern würden oder (bei Anwesenheit von Orthaugitlamellen) zu calciumreicheren gewöhnlichen Augiten, mit einem  $\gamma$ -Wert von mindestens 0,30. Solche Korrekturen sind übrigens in einzelnen Fällen bereits von den Autoren der Spezialarbeiten mitberücksichtigt worden. Die Winkel der optischen Achsen werden öfters zu  $35-60^\circ$  angegeben. Zonarstruktur führt zu Partien mit  $2V 35-0^\circ$  hinunter. Die Lichtbrechung ist stark vom Fe- und Ti-Gehalt abhängig, wie z. B. ein Vergleich der Pyroxene Nr. 115 und 116 zeigt. Gabbroide Magmen im weiteren Sinne haben in erster Linie derartige Pyroxene auskristallisieren lassen; oft waren diese Magmen aussergewöhnlich eisenreich.

In der Zusammenstellung der Gewichtsprozente fällt auf, dass der CaO-Gehalt zwischen 17 und 10 % liegt, der MgO-Gehalt stark variiert und FeO in den eisenreichen Gliedern bis auf 31,5 % ansteigen kann.

**H. Pigeonite.** Als eigentliche Pigeonite sollten unter den analysierten Materialien nur die Pyroxene Nr. 129 bis 137 bezeichnet werden, von denen einige allerdings in Hypersthen und etwas kalkreicherem Pyroxen zerfallen sind. Einzelne der analysierten Proben werden übrigens auch hier als primäre Verwachsungskonglomerate bezeichnet. Es liegt  $\gamma$  unter 0,20 bei sehr variablen  $\mu$ -Werten. Der Gehalt an L liegt unter 10 %, der Ru-Gehalt unter 1 %. Der Winkel der optischen Achsen ist nicht selten sehr klein (scheinbar optisch einachsige Klinopyroxene), doch treten auch Werte um 40°, ja bis 60° auf. Indessen werden Winkel  $2V = 0^\circ - 20^\circ$  vorherrschen.  $n_\beta$ -Werte von 1,66 bis 1,75 sind bestimmt worden.

Gewichtsprozentisch fällt der niedrige CaO-Gehalt von 10 % bis unter 2 % auf. Der FeO-Gehalt ist erheblich, lediglich in einem unsicheren Beispiel (Nr. 133) kann ein niedriger FeO-Gehalt vermerkt werden. In der Mehrzahl der Fälle ist  $FeO > 20\%$ , so dass die Bezeichnung Klinoenstatite fehl am Platze ist. In der Hauptsache sind die Pigeonite nach den bisherigen Untersuchungen als Klinohypersthene mit etwas erhöhtem CaO-Gehalt in Rechnung zu stellen.

## 2. DIE ORTHOPYROXENE

Von H. H. HESS und A. H. PHILLIPS sind (nach früheren Versuchen von N. F. M. HENRY) vor kurzem Zusammenstellungen über die optischen Verhältnisse der Orthopyroxene veröffentlicht worden. Es gilt diese Augitreihe als Musterbeispiel einer Mineralgruppe, deren Chemismus durch optische Bestimmungen erschliessbar ist. 31 Analysen sind in der nachfolgenden Tabelle berechnet worden. In vielen Fällen waren die Mineralien nicht völlig homogen, doch würden Korrekturen, die von den Bearbeitern nicht selbst vorgenommen wurden, zu willkürlich ausfallen. In unzweifelhaften Erupтивgesteinen sind Orthaugite bis zu ca. 65 % Eisensilikat festgestellt worden. HESS und PHILLIPS haben den Vorschlag gemacht, bei einem Gehalt von En 100 % bis 88,5 % von Enstatiten, bei einem Gehalt von En 88,5 % bis 80 % von Bronziten, von En 80 % bis 50 % von Hypersthenen, bei einem Gehalt von 50 % bis 12 % En von Ferrohypersthene und bei einem Gehalt von En 12 % bis 0 % von Orthofersiliten zu sprechen.

Die Bezeichnung Bronzit sollte jedoch auf Mineralien bestimmter phänomenologischer Eigenschaften beschränkt werden, Eigenschaften, die seinerzeit zur Namengebung führten. Der Wechsel von optisch + und —, der bei etwa 15 % Eisensilikat stattfindet, ist kaum zur Grenzziehung geeignet. Erst von ca. 20 % Eisensilikat an wird  $2V_{n_a}$  deutlich zum spitzen Winkel. In Lichtbrechung und Winkel der optischen Achsen herrscht, wie unsere Zusammenstellung Fig. 8 zeigt, zwischen einem Eisensilikatgehalt von 40 % bis mindestens 65 % (ähnlich  $\mu = 0,60$  bis 0,35) geringe Variabilität; erst von einem Eisensilikatgehalt von ca. 80 % an (ähnlich  $\mu = 0,20$ ) wird der Winkel der optischen Achsen wieder so gross, dass zwischen + oder — schwer unterscheidbar ist. Die zweckmässige Einteilung scheint dem Verfasser daher folgende zu sein:

- 0—20 % Eisensilikat = Enstatit, optisch positiv oder sehr grosser Achsenwinkel;
- 20—80 % Eisensilikat = Hypersthen, eventuell zu trennen in relativ magnesiumreiche und relativ eisenreiche Hypersthene, je nach Mg- oder Fe-Vormacht (deutlich optisch negativ);
- 80—100 % Eisensilikat = Ferrohypersthen (sehr grosser Achsenwinkel + oder —), die Bezeichnung Ferrosilit passt nicht in eine mineralogische Nomenklatur hinein.

Aus den Zusammenstellungen geht hervor, dass (die Analysenergebnisse als richtig erachtet) Orthaugite mit einem einigermassen wesentlichen Ca-Gehalt unbekannt sind. Die orthorhombische Symmetrie scheint nur mit ausgesprochener Mg-Fe-Vormacht verträglich und typisch für  $[Si_{16}O_{48}]B_{16}$  zu sein. Ob die vermerkten höchsten  $\gamma$ -Werte von 0,13—0,17 der Wirklichkeit entsprechen oder auf lamellarer Mischung mit Klinopyroxenen beruhen, bleibe dahingestellt. Gleches gilt für die L-Werte über 6 % und die in einzelnen Beispielen auftretenden Gehalte an Alkalisilikat oder spinellartigen Verbindungen. Immerhin ist eine gewisse Variationsbreite nicht unwahrscheinlich, da auch die optischen Daten nicht unmittelbar das einfache Kurvenbild ergeben, das üblicherweise zur Bestimmung des Enstatitgehaltes verwendet wird. Eigentliche Enstatite treten fast ausschliesslich in peridotitischen Gesteinen oder in sogenannten Bronzititen auf. In Noriten, Labradorfelsen, Andesiten, Daciten, Charnockiten usw. liegt  $\mu$  vorwiegend zwischen 0,70 und 0,35. Vielleicht wird es nicht völlig abwegig sein, beim Fehlen genauerer chemischer Untersuchungen und nach der Feststellung eines Winkels  $2V_{n_a}$  um

65—45 % (n<sub>r</sub> um 1,71—1,73) einen Hypersthen von ca. 45—60 % En als wahrscheinlich in Rechnung zu stellen. Exaktere Angaben lassen sich zur Zeit kaum völlig rechtfertigen.

### 3. Tabellarische Zusammenstellungen des Urmateriale s

Es werden angegeben die wichtigen Basiswerte der Pyroxene, die gewichtsprozentischen Daten der Mineralanalysen, Basis- und Molekularwerte von Gesteinen, die mit den analysierten Mineralien in enger Beziehung stehen, und die hauptsächlichste berücksichtigte Literatur. Bei der Zusammenstellung wirkte H. HUBER mit.

Auf den bei den Gesteinswerten vermerkten  $\alpha$ -Wert wird unter 4 näher eingegangen. In den Mineralanalysen angegebenes P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ist nur ausnahmsweise als Cp berechnet worden, oft wurde es vorher als Apatit abgezogen oder bei kleineren Mengen kurzweg vernachlässigt. Der H<sub>2</sub>O-Gehalt kommt in der Berechnung nirgends zur Geltung.

### Basiswerte der Pyroxenanalysen

#### a) Klinopyroxene

#### Pyroxene A

Tabelle 1.

Nr.	Q	$\pi$	L k'	M $\gamma$ mg'	$\mu$	Ru w	Varia	Mineral, Vorkommen	Eigenschaften
1	25,2	1,8	72,9	0,1	—	Diopsid. Nevoria, Westaustralien.	s = 3,26 $n_{\gamma}/c$ 31°		
	0,83	1,0	0,46 0,77	0,43 0,16		In Pegmatit dch. Amphibolit. ( $H_2O, CO_2$ )	hellgrau, graugrün, nicht pleochroitisch		
2	25,8	2,6	70,6	1,0	—	Diopsid. Mt. Wati, Uganda. Aus Quarz-Hypersthendiorit.	Unvollständige Analyse		
	1?	—	0,39 0,56	0,33 0,18					
3	25,4	2,7	71,7	0,2	—	Diopsidartiger Augit. Radautal, Harz.	Unvollständige Analyse, Mineral blass-rötlich		
	1?	—	0,51 0,75	0,37 —		Aus Prehnitgabbro.			
4	21,5	2,9	75,0	0,6	Ns 2,3	Diopsidartiger Augit. Laveline, Vogesen.	Alte Analyse		
	0,0	0,24	0,43 0,67	0,36 0,26		Aus Pyroxengranit.			
5	21,6	3,2	71,5	0,1	Ns 3,6!	Diopsidartiger Augit. Cerro Mercado.	2 V = ca. 60°, $n_{\gamma}/c$ ca. 40°, 1,700 1,708,		
	0,0	0,02	0,44 0,61	0,34 0,48		In Latit.	1,727 hellgrau bis smaragdgrün		
6	23,3	3,4	73,0	0,3	—	Diopsid. Conejos Quadr., San Juan	$s = 3,37, 2 V = 64^{\circ} n_{\gamma}/c = 40^{\circ}$		
	0,48	n. b.	0,44 0,72	0,40 0,29		Region, Calif. Aus Latit-Andesit.	1,686 1,693 1,713		
7	21,3	3,6	73,8	0,4	Cp 0,9	Diopsid. Sano, Kai, Japan.	Enthält Einschlüsse		
	0,44	0,85	0,42 0,84	0,49 0,24		Aus Diopsidporphyrit.	1,673 1,679 1,701		
8	23,7	4,0	72,1	0,2	—	Diallag. Mt. Rums, Albanien.	$s = 3,30 n_{\gamma}/c = 37^{\circ}$		
	1?	—	0,39 0,86	0,53 0,58?		Aus Grüngestein.			
9	23,2	4,2	71,4	0,3	Ns 0,9	Diopsid. San Juan Region, Del Norte	$s = 3,37 2 V = 60^{\circ} n_{\gamma}/c = 41^{\circ}$		
	0,43	0,13	0,44 0,72	0,40 0,19		Quad., Colorado. Aus Quarzlatit.	1,684 1,691 1,712		
10	20,3	5,8	72,9	1,0	—	Augit. Hibina, Russland.	2 V = 60 $\frac{1}{2}$ ° $n_{\gamma}/c = 43^{\circ}$		
	0,93	0,09	0,43 0,72	0,41 0,79!		Aus Monchiquit.	1,695 1,700 1,713		
11	24,1	5,8	69,9	0,2	—	Augit. Black Rock, Kayenta, Navajo.	$s = 3,46 2 V = 55-60^{\circ} n_{\gamma}/c = 38-40^{\circ}$		
	0,29	0,48	0,43 0,81	0,49 0,27		Aus Minette.	1,676 1,683 1,706		
12	23,1	6,7	69,5	0,7	—	Augiteinsprengling. Sheep Mts. San Juan-Region, Colorado. In Pyroxenandesit.	$s = 3,405, 2 V = 55^{\circ} n_{\gamma}/c = 41^{\circ}$		
	0,46	?	0,36 0,67	0,43 0,17			1,695 1,701 1,719		
13	23,6	6,8	69,5	0,1	—	Augit (Sammlungsexemplar). Renfrew.	$s = 3,39 2 V = 61^{\circ}$		
	1,00	?	0,46 0,69	0,38 0,43			1,697 1,704 1,723		
14	22,7	6,9	69,9	0,5	—	Augit. Two Buttes, Colorado.	$s = 3,45$		
	0,45	0,05	0,46 0,77	0,42 0,37		Aus syenitischem Lamprophyr.			
15	24,5	6,9	68,6	?	—	Diopsid. Almklovdalen, Norwegen.	$s = 3,30 2 V = 58^{\circ} n_{\gamma}/c = 40^{\circ}$		
	0,16	0,24	0,45 0,89	0,49 0,44!		Aus Olivinfels.	— 1,675 —		

## Basiswerte der Pyroxenanalysen

### Pyroxene B

Nr.	Q	$\pi$	L k'	$\gamma$	M mg'	$\mu$	Ru w	Varia	Mineral, Vorkommen	Eigenschaften		
16	23,8	7,1		68,9	0,2			—	Augit. Nishigataké, Japan. In Basalt.	s = 3,34	2V = 58°	$n_{\gamma}/c = 42^{\circ}$
	0,84	?		0,39 0,84	0,51 0,44					1,686	1,692	1,711
17	23,1	7,6		68,4	0,9			—	Augit. Scawt Hill, Antrim Co. Aus pyroxenreichem Dolerit.			$n_{\gamma}/c = 43^{\circ}$
	1,0	?		0,44 0,77	0,43 0,28					1,698	—	1,730
18	22,4	7,4		66,7	3,5			—	Titanaugit. Turja, Kola. Aus Monchiquit.	s = 3,29	2V = 49°	$n_{\gamma}/c = 43-52^{\circ}$
	0,62 0,88	0,88		0,47 0,72	0,38 0,39					—	1,701	1,729
19	22,3	7,4		69,5	0,5			Ns 0,3	Augit. Kengar, NE-Korea. Aus Syenit.			
	0,0 0,20	0,20		0,40 0,64	0,38 —							
20	22,6	7,5		69,3	0,6			—	Gewöhnlicher Augit. Stromboli. Aus basaltischem Gestein.	s = 3,24	2V = 58°	$n_{\gamma}/c = 43^{\circ}$
	0,48 0,16	0,16		0,41 0,73	0,45 0,19					1,693	1,699	1,719
21	23,8	7,5		67,2	1,5			—	Pyroxen. Finnland. Aus grobem Pyroxenit.			$n_{\gamma}/c = 42-45^{\circ}$
	1,0	?		0,39 0,71	0,44 0,11					$n_{\gamma}-n_{\alpha} \sim 0,02$ bis 0,028		
22	22,2	7,8		69,4	0,6			—	Pyroxen. Ivnarmiut, Kangerdlugssuaq, Ostgrönland. Aus Olivinhypersthengabbro.	s = 3,35	2V = 46°	$n_{\gamma}/c = 39^{\circ}$
	0,46 0,12	0,12		0,38 0,73	0,46 0,17					1,684	1,692	1,712
23	22,4	8,1		68,0	1,5			—	Augit. Monti Rossi, Aetna. Aus Asche.	s = 3,37	2V = 60°	—
	0,51 0,01	0,01		0,45 0,79	0,43 0,20					1,704	1,711	1,732
24	24,2	8,4		67,0	0,4			—	Gewöhnl. Augite aus Basalten Japans (Mittel).			
	1?	?		0,41 0,86	0,51 0,38							
25	23,5	8,4		67,6	0,5			—	Pyroxen. Etigo, Yoneyama, Japan. Aus Hypersten-Olivinbasalttuff.	—	2V = 54°	$n_{\gamma}/c = 43^{\circ}$
	0,79 0,00	0,00		0,40 0,73	0,43 0,22					1,692	1,700	1,714
26	23,6	8,9		67,2	0,3			—	Augit. Wadaki, Yoneyama, Japan. Aus Andesitttuff.	s = 3,35	2V = 59°	$n_{\gamma}/c = 43^{\circ}$
	1?	?		0,43 0,80	0,46 0,33					1,689	1,695	1,715
27	23,1	9,1		66,3	1,5			—	Augit. Egloffstein, Navajo-Hopi Co. Aus Tuff.	s = 3,20	2V = 60°	$n_{\gamma}/c = 46^{\circ}$
	0,63 0,06	0,06		0,41 0,79	0,46 0,32					1,695	1,706	1,720
28	22,0	9,1		68,0	0,9			—	Augit. Boguszowice, Polen. Aus Diabas.	s = 3,32	2V = 45°	$n_{\gamma}/c = 41^{\circ}$
	0,53 0,04	0,04		0,42 0,77	0,45 0,50					1,699	1,704	1,725

29	22,6	9,3 0,64	0,16	67,1 0,39	0,71	1,0 0,43	0,17	—	Pyroxen. Patyn, Westsibirien. Aus Gabbro.	—	2 V = um 60° $n_{\gamma}/c$ = um 48° etwas V., Cr., gelbl. rosa, pleochroitisch $n_{\gamma} - n_{\alpha} = 0,040$
30	21,3	9,4 0,62	0,06	67,6 0,44	0,78	1,7 0,44	0,29	—	Pyroxen. Tristan da Cunha. Aus Olivinbasalt.	s = 3,35 1,700	2 V = 56° $n_{\gamma}/c = 46^{\circ}$ 1,705 1,725
31	22,2	9,5 0,63	0,17	67,5 0,42	0,68	0,8 0,39	0,02	—	Pyroxen. Kangerdlugssuaq, Ostgrönland (Nr. 4077). Korrigiert (Abzug von Hyp.).	s = 3,38 1,695	2 V = 43° $n_{\gamma}/c = 41^{\circ}$ 1,702 1,722
32	20,1	9,4 0,89	?	69,3 0,42	0,70	1,2 0,41	0,30	—	Titanaugit. Tenerifa. Aus tephritischem Gestein.	s = 3,29 1,698	— $n_{\gamma}/c = 44^{\circ}$ — 1,728
33	23,5	9,7 0,64	0,14	66 0,36	0,64	0,8 0,41	0,09	—	Pyroxen. Kangerdlugssuaq, Ostgrönland. Aus quarzführendem Gabbro.	s = 3,37 1,690	2 V um 50° $n_{\gamma}/c = 38^{\circ}$ 1,697 1,716
34	20,4	9,6 0,72	0,15	67,9 0,48	0,68	2,1 0,35	0,56	—	Titanaugit. Villa Senni, Italien. Aus Missourit.	s = 3,41 1,699	2 V = 65-67° $n_{\gamma}/c = 46-52^{\circ}$ 1,718 1,742
35	25,4	9,8 0,76	0,10	64,4 0,39	0,75	0,4 0,46	0,10	—	Augit. Antrim Co., Irland. Aus Porphyrit.	—	2 V = 58° $n_{\gamma}/c = 40^{\circ}$
36	24,1	10,1 0,73	0,0?	65,1 0,46	0,81	0,7 0,43	0,19	—	Schwarzer Augit. Canale Monterano, Bracciano, Italien. Aus Tuff.	—	— $n_{\gamma}/c = 47-49^{\circ}$
37	19,3	10,1 0,86	?	67,9 0,44	0,71	2,7 0,39	0,71	—	Titanaugit. D'Almeida. Aus syenitartigem Gestein.	s = 3,34 1,714	— $n_{\gamma}/c = 47^{\circ}$ — 1,740
38	20,3	10,3 0,34	0,19	68,8 0,46	0,75	0,6 0,41	0,31	—	Augit. Square Butte, Montana. Aus Shonkinit.	—	—
39	21,7	10,3 0,76	?	67,2 0,49	0,73	0,8 0,38	0,51	—	Augit. Fosso Tavolato, Albanerberge. Aus Albanit.	s = 3,37 1,703	2 V = 66° $n_{\gamma}/c = 47^{\circ}$ 1,710 1,727
40	21,1	10,8 0,12	0,10	66,5 0,47	0,58	1,6 0,31	0,65	—	Augit. Bail Hill, Schottland. Aus Andesittuff.	s = 3,29 1,702	2 V = 62° $n_{\gamma}/c = 47^{\circ}$ 1,708 1,727
41	20,2	10,9 0,26	0,05	66,8 0,47	0,60	2,1 0,32	0,43	—	Augit. Two Buttes, Colorado. Aus tinguaitartigem Ganggestein.	s = 3,43	— $n_{\gamma}/c = 45^{\circ}$ —
42	22,2	11,3 0,54	0,19	65,1 0,41	0,82	1,4 0,49	0,16	—	Augit. Fayal d'Agua, Azoren. Aus Olivindolerit.	s = 3,23 1,704	2 V = 54° $n_{\gamma}/c = 45^{\circ}$ — 1,729
43	21,0	11,6 0,26	0,07	66,9 0,41	0,63	0,5 0,37	0,20	—	Pyroxen. Hartmannsdorf, Sa. Schwere Fraktion, aus Pyroxengranulit	s = 3,40-3,42 Mittleres n = 1,708	—

**Basiswerte der Pyroxenanalysen**  
**Pyroxene B**

Nr.	Q	$\pi$ L k'	M mg'	Ru $\mu$ w	Varia	Mineral. Vorkommen	Eigenschaften		
44	20,9	12,3 0,26 0,06	66,4 0,42 0,57	0,4 0,40 0,17	—	Leichte Fraktion, aus Pyroxengranulit.	s = 3,37—3,40 Mittleres n = 1,698		
45	22,8	11,8 0,40 0,05	65,4 0,40 0,68	0,0 0,40 0,28	—	Älteres Mittel von Augiten aus Syeniten und Dioriten.	s = 3,23		
46	23,1	12,3 0,78 0,17	64,1 0,37 0,69	0,5 0,43 0,23	—	Älteres Mittel von Augiten aus gew. Basalten.	s = 3,34		
47a	18,3	11,7 0,78 0?	66,7 0,44 0,70	3,3 0,39 0,28	—	Titanaugit. Meiches, Vogelsberg, Deutschland. Aus Nephelinit.	s = 3,38 1,724	2 V = 43° —	$n_{\gamma}/c = 52^0$ 1,752
47b	20,4	11,8 0,62 0,13	65,0 0,48 0,78	2,8 0,41 0,47	—	Leichte Prismenzone.	s = 3,36		
47c	19,7	13,6 0,63 0,09	63,3 0,47 0,74	3,4 0,39 0,48	—	Mittelschwere Prismenzone.	s = 3,38		
47d	19,7	14,2 0,57 0,20	62,9 0,47 0,72	3,2 0,38 0,47	—	Mittelwert.			
47e	18,8	14,9 0,57 0,08	62,5 0,47 0,67	3,8 0,36 0,44	—	Schwere Prismenzone.	s = 3,41		
47f	19,8	15,7 0,45 0,38	61,7 0,47 0,63	2,8 0,38 0,47	—	Anwachskegel.	s = 3,35 1,705	2 V = 54° 1,711	— 1,729
48	22,9	12,8 0,64 0,26	63,2 0,46 0,75	1,1 0,40 0,41	—	Augit. The Basinn. Cripple Creek, Colo. Aus Analcimbasalt.			
49a	20,5	11,4 0,57 0,20	65,8 0,44 0,71	2,3 0,40 0,44	—	Titanaugit. Stöffel, Westerwald. Aus Essexitporphyr. Leichte Prismenzone.	s = 3,38		
49b	21,1	12,1 0,56 0,35	64,6 0,45 0,73	2,2 0,40 0,38	—	Anwachskegel.	s = 3,355		
49c	20,5	12,4 0,59 0,23	64,6 0,45 0,71	2,5 0,39 0,40	—	Mittelwert.			
49d	19,7	12,6 0,82 0?	65,7 0,45 0,73	2,0 0,40 0,47	—	Titanaugit. Stöffelskuppe. Aus Nephelinbasalt.	s = 3,28 1,712	—	1,740

49e	19,9	13,6 0,64 0,13	63,4 0,46 0,69	3,1 0,37 0,40	—	Titanaugit. Stöffel, Westerwald. Aus Essexitporphyr. Schwere Prismenzone.	s = 3,41
50a	20,0	13,1 0,84 0?	64,0 0,44 0,70	2,9 0,40 0,20	—	Titanaugit. Löbauer Berg, Lausitz. Aus Nephelinit bis Nephelindolerit.	s = 3,37 2 V = 46° n <sub>γ/c</sub> = 50° 1,719 — 1,745
50b	19,3	13,7 0,67 0,15	64,1 0,46 0,69	2,9 0,38 0,55	—	Leichte Prismenzone.	
50c	19,6	13,8 0,65 0,12	64,0 0,46 0,72	2,6 0,39 0,44	—	Anwachskegel.	
50d	19,7	14,4 0,66 0,16	62,7 0,47 0,64	3,2 0,34 0,42	—	Schwere Prismenzone.	
51a	19,8	12,5 0,74 0,46	66,4 0,42 0,68	1,3 0,39 0,55	—	Augit. Vesuv. Lava 1929.	
51b	19,3	13,0 0,51 0,42	66,7 0,43 0,77	1,0 0,44 0,38	—	Aus Auswürflingen.	s = 3,24 n <sub>γ/c</sub> = 45° — 1,70—1,71 —
51c	23,4	14,1 0,52 0,23	60,3 0,51 0,69	2,2 0,34 0,47	—	Aus Lapilli.	
51d	21,8	12,6 0,92 0,54	65,6 0,46 0,63	— 0,34 0,59	—	Kraterboden.	s = 3,34 2 V = 52 <sub>2</sub> <sup>1</sup> ° n <sub>γ/c</sub> = 44° 1,704 1,711 1,732
52	23,5	12,5 0,59 0,07	63,8 0,41 0,64	0,2 0,38 0,20	—	Älteres Mittel von Augit aus Andesit-Dacit.	s = 3,37
53	21,8	13,0 0,72 0,03	63,9 0,42 0,75	1,3 0,43 0,41	—	Titanaugit. Haleakala, Hawaii. Aus Basalt.	s = 3,36 2 V = 59-61° n <sub>γ/c</sub> = 47-49° 1,700 1,706 1,724
54	17,7	13,4 0,89 0?	66,4 0,43 0,73	2,5 0,41 0,39	—	Titanaugit. Kaiserstuhl. Aus „Phonolith“.	s = 3,32 2 V = 58° n <sub>γ/c</sub> = 48° 1,716 — 1,742
55	23,9	13,2 0,80 0?	62,7 0,41 0,84	0,2 0,50 0,27	—	Diallag. Susatal, Piemont. Aus metamorphem Gabbro.	n <sub>γ/c</sub> = 41°
56	22,4	13,9 0,84 0,18	62,4 0,37 0,72	1,3 0,45 0,12	—	Augit. Grants, Mt. Taylor, N. Mexiko. Aus Basalt.	
57	20,2	14,1 0,79 0,15	62,7 0,47 0,76	3,0 0,41 0,39	—	Titanaugit. Black Mt., Uvald Co., Texas. Aus Nephelinbasalt.	
58	20,8	14,2 0,67 0,03	63,0 0,47 0,80	2,0 0,42 0,42	—	Titanaugit. Gleeser Feld, Laachersee. Aus Trachyt.	s = 3,30-3,34 — n <sub>γ/c</sub> = 46 <sub>1</sub> <sup>4</sup> °

**Basiswerte der Pyroxenanalysen**  
**Pyroxene B**

558

Nr.	Q	$\pi$ L k'	$\gamma$ M mg'	$\mu$ Ru w	Varia	Mineral, Vorkommen	Eigenschaften		
59	22,4	14,4 0,41 0,07	62,7 0,46 0,77	0,5 0,41 0,31	—	Pyroxen. Comb Creek, Montana. Aus Theralith.	—	2 V = 62°	1,687 1,694 1,713
60	25,6	15,2 0,37 0,01	59,0 0,43 0,83	0,2 0,47 0,39	—	Pyroxen. Hurry Inlet, Grönland. Aus umgewandeltem Eklogit.	s = 3,25 1,679	2 V = 72°	n $\gamma$ /c = 43° — 1,700
61	21,4	15,5 0,66 0,07	62,7 0,42 0,80	0,4 0,46 0,41	—	Augit. Kilimanjaro. Aus Asche.	— 1,69	2 V = 60°	n $\gamma$ /c = 44–46° 1,70 1,72 starke Dispersion
62	21,5	15,6 0,60 0,12	61,0 0,49 0,82	1,9 0,42 0,29	—	Titanaugit. Bausenberg, Laachersee. Aus Leucit-Nephelinbasanit.	s = 3,07–3,35	—	n $\gamma$ /c = 46½°
63	19,2	15,6 0,66 0,06	63,1 0,46 0,72	2,1 0,39 0,48	—	Titanaugit. Marklovice, Polen. Sanduhrstruktur. Aus monzonit. Tephrit.	s = 3,40 1,721	2 V = 51°	n $\gamma$ /c = 50° 1,725 1,746
64	19,9	15,8 1? ?	60,8 0,45 0,70	3,5! 0,38 0,59	—	Titanaugit. Ice River, Brit. Columbien.	s = 3,39 1,725	—	n $\gamma$ /c = 42° — 1,746
						Ti zu hoch bestimmt			
65	17,9	15,8 0,82 ?	62,7 0,43 0,70	3,6 0,40 0,30	—	Titanaugit. Las Siete Fuentes. Aus Nephelingestein.	s = 3,38 1,731	—	n $\gamma$ /c = 55° — 1,758
66	21,6	16,8 0,36 0,08	60,3 0,43 0,81	1,3 0,46 0,18	—	Augit. Monte Ferru, Sardinien. Aus Analcimbasalt.			
67	16,3	16,9 0,42 0,19	65,8 0,47 0,62	1,0 0,33 0,48	—	Augit. Melfi, Italien. Aus Hauynophyr. Alte Analyse.	s = 3,42		
68	18,5	19,1 0,54 0,23	61,9 0,44 0,71	0,5 0,40 0,77	—	Augit. Falkenberg, Böhmen. Aus Leucittephrit.	s = 3,37	—	n $\gamma$ /c = 54°
69	17,6	17,3 1,50 0,20	63,1 0,43 0,73	2,0 0,42 0,41	—	Titanaugit. Santa Cruz, Brasilien. Aus Monchiquit.	s = 3,28		
70	21,0	18,1 0,54 0,02	59,5 0,42 0,76	1,4 0,44 0,43	—	Titanaugit. Bo Ploi, Siam. Aus Theralith.	s = 3,34 1,702	2 V = 55°	n $\gamma$ /c = 45° 1,707 1,725
71	24,0	21,7 0,52 0,21	53,3 0,40 0,69	1,0 0,41 0,23	—	Augit. Antarktika. Berechnet aus Grundmasse von Olivin-Fourchit.			

Paul Niggli

## Pyroxene C

72	19,3	11,5 0,12 0,16	67,0 0,44 0,45	2,2 0,25 0,13	—	Titanaugit. Kaersut, Grönland. Aus Doleritgang in Peridotit.	s = 3,46 2V = 58° n <sub>γ</sub> /c = 48°
73	17,2	14,5 0,00 0,16	66,4 0,45 0,42	0,5 0,24 0,31	Ns 1,4	„Aegirinaugit“. Burgberg bei Rieden, Laachersee. Aus Leucitophyr.	
74	18,0	18,6 0,89 0,00	60,6 0,43 0,52	2,8 0,28 0,37	—	Titanaugit. Scawt Hill, Co. Antrim. Sand- uhrstruktur. Aus Melilitnephelindolerit.	s = 3,39 1,74 — 1,76 Grosse Dispersion
75	18,1	24,5 0,98 0,00	53,3 0,47 0,51	4,1 0,27 0,36	—	Titanaugit. Aberdeenshire. Aus Einschluss in Norit.	s = 3,43 — n <sub>γ</sub> /c = 32° fast optisch einachsig 1,741 1,741 1,762
76	18,4	22,4 0,59 0?	56,7 0,46 0,54	2,5 0,29 0,49	—	Titanaugit. Medves, Ungarn. Einschluss in Basalt.	

## Pyroxene D. D1 Omphacitartige Augite

77	26,2	20,7 0,26 0,02	52,7 0,48 0,93	0,4 0,48 0,26	—	Pyroxen. Bayern. Aus Eklogit.	s = 3,30 2V = 64° n <sub>γ</sub> /c = 43° 1,670 1,680 1,694
78	25,0	22,6 0,07 0,09	52,3 0,46 0,81	0,1 0,44 0,55	—	Diopsidjadeit. Nordfjord, Norwegen. Aus Eklogit.	s = 3,33 2V = 67° n <sub>γ</sub> /c = 42° — 1,683 —
79	25,2	30,8 0,13 0,12	44,0 0,44 0,81	0,0 0,46 0,68	—	Omphacit. Oetztal, Tirol. Aus Eklogit.	s = 3,33 2V = 66–72° n <sub>γ</sub> /c = 40° n <sub>γ</sub> –n <sub>α</sub> = 0,025
80	24,4	37,7 0,03 0,02	37,9 0,47 0,86	— 0,46 0,47	—	Diopsidjadeit. Aus Statue.	s = 3,27 2V = 78–80° n <sub>γ</sub> /c = 45° 1,666 1,674 1,688
81	27,6	27,8 0,14 0,09	43,9 0,47 0,57	0,7 0,30 0,32	—	Omphacit. Glenelg District. Aus Eklogit.	s = 3,31 — n <sub>γ</sub> /c = 43° — 1,70 —
82	26,4	30,3 0,58 0,12	43,3 0,26 0,62	— 0,46 ? —	—	Augit. Saltkjael, Selje, Nordfjord, Nor- wegen. Aus Eklogit.	s = 3,34 2V = 60° — — 1,685 — n <sub>γ</sub> –n <sub>α</sub> = 0,018
83	26,9	31,8 0,07 0,04	41,0 0,44 0,57	0,3 0,32 0,61	—	Omphacit. Fay, Frankreich. Aus Eklogit.	s = 3,31 — n <sub>γ</sub> /c = 36° — 1,67 —
84	24,3	37,0 0,06 0,02	28,3 0,45 0,50	0,4 0,27 0,55	—	Chloromelanit. Vanelvsdal, Nor- wegen. Aus Eklogit.	s = 3,36 2V = 83° n <sub>γ</sub> /c = 41° — 1,697 —

**Basiswerte der Pyroxenanalysen**  
**Pyroxene D. D 2 Hedenbergitartige Augite**

Nr.	Q	$\pi$	L k'	M $\gamma$ mg'	Ru $\mu$	w	Varia	Mineral, Vorkommen	Eigenschaften
85	22,9	3,9 0,07	0,22	72,9 0,42	0,18	0,3 0,10	0,09	Hedenbergit. White Mountain, New Hampshire. Aus Syenit.	— 2 V = 60° $n_{\gamma}/c = 45^{\circ}$ 1,730 1,736 1,755
86	26,2	12,5 1,0?	?	61,3 0,40	0,03	— 0,02	0,24	Hedenbergit. Ankin, Yangtze Region, China.	$s = 3,40$ 2 V = 70° $n_{\gamma}/c = 30^{\circ}$ 1,727 1,731 — Tiefgrün, hellgrün, braungelb
87	25,6	12,4 0,61	0,14	61,1 0,41	0,05	0,9 0,03	0,06	Hedenbergit. Kangerdlugssuaq, Grönland. Aus Hedenbergitandesinit. Nr. 4136.	$s = 3,48$ 2 V = 49° $n_{\gamma}/c = 44^{\circ}$ 1,726 1,732 1,753 Pleochroismus schwach ins Grün'l'braune
88	21,4	15,3 0,37	0,06	63,3 0,46	0,11	?	0,22	Augit. Wansan, Wisconsin. Alte Analyse. Aus Nephelinsyenit.	

**Pyroxene E**

89	21,4	0,0 0	0,27	73,7 0,47	0,91	2,1 0,49	0,37	Ns 2,8	Diopsid. Leucite Hills, Wyoming, U.S.A. $s = 3,29$ Aus Wyomingit, Madupit.
90	21,0	15,4 0	0,08	60,1 0,47	0,22	1,1 0,12	0,15	Ns 2,4	Akmit-Diopsid-Hedenbergit. Salem Neck, Mass.
91	20,4	10,1 0	0,11	66,2 0,46	0,53	0,1 0,29	0,30	Ns 3,2	Alkalischer Diopsid. Rossie, New York. Aus Hornblendeglimmerdiorit.
92	25,3	8,0 0	0,09	62,8 0,43	0,56	— 0,32	0,62	Ns 3,9	Flaschengrüner Augit. Kekequabic Lake, Minn. Aus Augitnatronsyenit.
93	20,9	1,0 0	0,23	70,6 0,47	0,61	0,5 0,33	?	Ns 7,0	Alkalidiopsid. Norwegen. Aus Larvikit.
94	22,8	0,0 0	0,07	67,0 0,45	0,42	3,2 0,23	0,29	Ns 7,0	Augit. Mariupol, Russland. Aus Schliere in Syenit.
95	24,4	4,7 0	0,06	55,3 0,33	0,41	1,0 0,28	0,67	Ns 14,6	Augit. Laacher See. Aus Einschlüssen in Gesteinen des Laacher Sees. Enthält Titaniteinschlüsse.
96	16,4	2,0 0	0,10	71,0 0,34	0,06	0,3 0,04	0,46	Ns 10,3	Hedenbergit bis Aegirin. Pseudomorphose nach Riebeckit. Ampasibitika, Madagaskar. Im Kontakt v. Alkaligranit.

97	19,5	8,4 0	0,06	61,3 0,35	0,14	0,09 0,27	0,56 0,76 (V+Fe'')	Ns 10,8	Aegirinaugit. Zwart Koppies, Transvaal. Aus Nephelinsyenit.	s = 3,35	
98	26,4	2,7 0	0,03	54,4 0,34	0,41	0,3 0,27	— 0,76	Ns 16,2	Vanadiumaegirinaugit. Montana. Aus mikroklinreichem Pegmatit.	s = 3,42 1,720—1,747	n <sub>a/c</sub> = 24°

### Pyroxene F

100	25,4	5,1 0,0	0,01	47,0 0,28	0,14	0,3 0,10	0,72	Ns 22,2	Diopsidischer Akmit. Läven, Norwegen, Aus Nephelinsyenitpegmatit.	s = 3,55 optisch negativ 1,744	2 V = 70=80° 1,768	n <sub>a/c</sub> = 9-10° 1,782	
101	25,9	6,7 0,0	0,07	43,4 0,15	0,07	— 0,06	0,85	Ns 24,0	Aegirin. Barreros, Brasilien. Aus Nephelinsyenit.				
102	25,8	3,8 0,0	0,07	44,4 0,21	0,14	1,5 0,11	0,82	Ns 24,5	Hedenbergitischer Akmit (diopsidischer Akmit). Magnet Cove, Arkansas. Aus Syenitpegmatit.	s = 3,54 1,763	— 1,780	n <sub>a/c</sub> = 1-3° 1,812	
103	25,0	3,5 0,0	0,02	44,4 0,21	0,09	0,7 0,07	0,79	Ns 26,4	Hedenbergitischer Akmit (diopsidischer Akmit). Magnet Cove, Arkansas. Aus Syenitpegmatit.	wie 102			
104	25,5	3,5 0,0	0,01	42,7 0,16	0,04	0,5 0,03	0,81	Ns 27,8	Hedenbergitischer Akmit. Arö Skjär, Norwegen. Aus Nephelinsyenit.	1,746—1,765	—	n <sub>a/c</sub> = 1-6° —	
105	24,2	1,3 0,0	0,14	45,3 0,18	0,18	0,6 0,14	0,92 V+Fe'''	Ns 28,6	Diopsidischer Vanadiumaegirin. Rainy Creek, Montana.	s = 3,55 optisch negativ 1,745	2 V = 69° 1,770	n <sub>a/c</sub> = 1,4° 1,782	dunkelbraun,hellbraun,blassgelbl.braun
106	26,5	3,3 0,0	0,01	40,9 0,16	0,03	— 0,03	0,84	Ns 29,3	Aegirindiopsid. Cevadaes, Portugal. Aus Nephelinguers.	—	—	n <sub>a/c</sub> = ± 0°	
107	26,2	4,5 0,0	0,01	37,2 0,07	0,03	1,0 0,02	0,92	Ns 31,1	Akmit. Brevik, Norwegen.	s = 3,59 1,76	— 1,79	n <sub>a/c</sub> = 0-1° 1,81	
108	24,6	7,0 0,0	0,01	35,5 0,03	0,02	0,8 0,02	0,92	Ns 32,1	Akmit. Rundemyr, Norwegen.	—	—	n <sub>a/c</sub> = 2-4° 1,77 olivgrün bis gelbbräun	
109	26,1	3,4 0,0	0,02	37,8 0,03	0,08	0,6 0,08	0,95	Ns 32,1	Akmit. Quincy, Mass.	s = 3,59 1,767	2 V = 60° 1,806	n <sub>a/c</sub> = ½-7° 1,823	

**Basiswerte der Pyroxenanalysen**  
**Pyroxene F**

Nr.	Q	$\pi$	L k'	$\gamma$	M mg'	$\mu$	Ru w	Varia	Mineral, Vorkommen	Eigenschaften		
110	23,2	6,0 0,0	0,02	37,7 0,05	0,02	0,2 0,02	0,89	Ns 32,9	Akmit. Kangerdluarsuk, Grönland. Aus Nephelinsyenit.	s = 3,51 1,769	—	$n_a/c = 3-5^0$ 1,805 1,824
111	23,0	3,6 0,0	0,02	37,4 0,05	0,0	0,3 0,0	0,07	Ns 34,0 Zr 1,7	Aegirin. Alter Pedroso, Portugal. Aus Pegmatit.	—	—	$n_a/c = 10^0$ hellgrasgrün, hellbräunlichgrün

**Pyroxene G**

112	16,7	0,6 0,0	0,29	74,8 0,22	0,55	3,2 0,43	0,23	—	Titanhedenbergit. Pigeon Point, Minnesota. Aus Gabbro. ? Gemenge.	2 E = 16-110 <sup>0</sup> ?		
113	23,6	3,6 1,0?	?	72,2 0,30	0,56	0,6 0,39	?	—	Hedenbergitaugit. Coore Creek, London Co., Virginia. Aus Diabas.	—	2 V = ca. 87 <sup>0</sup> 1,697	$n_{\gamma}/c = ca. 45^0$ 1,710 1,725
114	24,9	4,5 0,44	0,18	68,8 0,24	0,54	1,8 0,41	0,10	—	Pigeonitaugit. Co. Antrim, Irland. Aus Porphyrit. ? Gemenge.	—	2 V = 38 <sup>0</sup> $n_{\gamma}-n_a = 0,032$	$n_{\gamma}/c = ca. 45^0$
115	20,0	5,6 0,77	0,08	71,9 0,26	0,65	2,5 0,49	0,22	—	Pyroxen. Hiva Oa, Marquesas Inseln. Aus Basalt.	s = 3,32 1,695	2 V = 46 <sup>0</sup> 1,701	$n_{\gamma}/c = 39^0$ 1,728
116	16,5	5,8 0,39	0?	74,4 0,25	0,33	3,3 0,25	0,14	—	Klinopyroxen. Kangerdlugssuaq, Grönland. Aus Hortonolit-Ferrogabbro. Nr. 1907.	s = 3,50 1,721	2 V = 44 <sup>0</sup> 1,728	$n_{\gamma}/c = 39^0$ 1,749
117	25,4	6,5 0,73	0,10	67,8 0,21	0,47	0,3 0,38	0,06	—	Hedenbergitischer Augit. Kolhapur, Indien. Aus Trapp. ? Gemenge.			
118	22,4	8,2 1,0?	?	68,9 0,30	0,61	0,5 0,43	0,12	—	Augit. Uganda, Ostafrika. Aus Dolerit.		Fragliche Analyse	
119	23,2	9,2 0,57	0,18	67,4 0,32	0,64	0,2 0,43	0,27	—	Älteres Mittel der Augite in Diabasen und Melaphyren (? Gemenge).	s = 3,30	(Fragl. Gemenge)	
120	22,5	10,3 0,65	0,15	66,1 0,29	0,53	1,1 0,38	0,04	—	Pyroxen. Kangerdlugssuaq, Grönland. Aus Gabbro. Nr. 3662.	s = 3,42 1,707	2 V = 40 <sup>0</sup> 1,715	$n_{\gamma}/c = 40^0$ 1,735
											Pleochroismus schwach (Gemenge korrigiert auf Hypersthen)	

121	18,3	9,7 0,54 0,20	71,3 0,25 0,42	0,7 0,32 0,06	—	Pyroxen. Volodarsk, Wolhynien. Aus Gabbro.	— 2 V = 48° $n_{\gamma}/c = 24^0$ $n_{\gamma} - n_a = 0,03$
122	22,8	10,3 0,44 0,10	66,2 0,31 0,47	0,7 0,32 0,14	—	Pyroxen. Gowganda, Kanada. Aus Noritgang.	$s = 2,9-3,4$ 2 V = 54° $n_{\gamma}/c = 41^0$ 1,684 1,688 1,704 Fragl. Gemenge
123	20,3	13,2 0,46 0,13	65,2 0,27 0,02	1,3 0,02 0,10	—	Pyroxen. Kangerdlugssuaq, Grönland. Aus Fayalitferrogabbro.	$s = 3,65$ 2 V = 58° $n_{\gamma}/c = 47^0$ 1,743 1,751 1,772
124	14,5	16,8 1,00 —	61,9 0,24 0,45	6,8! 0,35 0,14	—	Titanaugit. Oirotia, Westsibirien. Aus Ilmenitgabbro.	— 2 V = 50° $n_{\gamma}/c = 49^0$ $n_{\gamma} - n_a = 0,03-0,032$ Fragl. Analyse
125	24,8	15,6 0,94 0?	59,6 0,30 0,72	— 0,51 0,33	—	Augit. Silver Cliff, Colorado. Aus Granit.	$s = 3,22$ Fragliche ältere Analyse
126	23,6	17,2 0,64 0,03	58,3 0,30 0,73	0,9 0,53 0,26	—	Augit. Mount Novrat, Terang. Aus Basalt.	$s = 3,34$ Fragliches Gemenge
127	21,3	17,3 0,44 0,11	60,7 0,31 0,64	0,7 0,44 0,58?	—	Diallag. Alvaerstroemen, Norwegen. Aus Labradoritfels.	— — $n_{\gamma}/c = 40^0$ evtl. Erzeinschlüsse
128	29,2	19,2 0,94 0,22	50,8 0,25 0,76	0,8 0,57 0,21	—	Augit. Oki Island, Japan. Aus Basalt.	— 2 V = 60° $n_{\gamma}/c = 40^0$ auf (110) 1,688 — 1,708 Fragliche Analyse

### Pyroxene H

129	25,0	2,5 0,28 0,26	71,9 0,08 0,43	0,6 0,38 0,05	—	Pigeonit. Mull. Aus Basalt.	„Einachsiger“ Pyroxen
130	23,4	2,6 1,0? ?	73,5 0,08 0,49	0,5 0,45 0,08	—	Pigeonit. Moore Co. Teilweise in Hypersthen + Augit umgewandelt. Aus Meteorit.	— 2 V = 60° pos. 1,705 1,717 1,720
131	24,2	3,3 0,81 0?	72,3 0,07 0,60	0,2 0,56 0,05	—	Pigeonit (= Hypersthen + Augit). Bushveld.	— 2 V = 0-40°
132	24,7	3,5 1? ?	71,5 0,15 0,53	0,3 0,44 0,09	—	Pigeonit. Hakone Vulkan, Japan. Vielleicht Gemenge. Aus Andesit.	—
133	22,9	4,1 1? ?	72,9 0,01 0,92	0,1 0,89 0,10	—	Pyroxen. Antarktika. Aus Olivinfourchit.	—

## Basiswerte der Pyroxenanalysen

### Pyroxene H

Nr.	Q	$\pi$	L k'	M mg'	$\mu$	Ru w	Varia	Mineral, Vorkommen	Eigenschaften
134	24,5	4,3 1?	?	70,9 0,01	0,3 0,63	0,02 0,02	—	Klinohypersthen, Roseland, Virginia.	$s = 3,50$
135	24,8	5,2 0,52	0,53	69,5 0,13	0,5 0,50	0,09 0,09	—	Pigeonit. Foglö. Aus Diabas.	$s = 3,42$ $2V = 15-20^\circ$ $n_\gamma/c = 44^\circ$ 1,690 1,691 1,711 evtl. Analyse von Gemenge
136	22,1	7,0 0,87	0,03	70,5 0,16	0,4 0,63	0,10 0,10	—	Klinopyroxen. Kangerdlugssuaq, Grönland. Aus Hypersthen-Olvingabbro.	$s = 3,34$ $2V = 42^\circ$ $n_\gamma/c = 39^\circ$ 1,672 1,678 1,701 evtl. Analyse v. Gemenge
137	26,5	8,2 0,86	0,13	64,8 0,05	0,5 0,53	0,02 0,02	—	Pigeonit. Stillwater, Bushveld. In Hypersthen und Klinopyroxen umgewandelt. Aus Hornfels.	

### b) Orthopyroxene

1	25,3	— 0 — —	74,7 0,01 0,99	0,99 — 0,01	—	Enstatit. Aus Shallowater Meteorit.	— 2V = 54,5° 1,651 1,652 1,659 keine Lamellen $n_\gamma - n_\alpha = 0,008$
2	20,1	8,6! 1,0? —	68,5 0,00 0,90	— 0,71	Sp 2,8	Bronzit. Zajichrova, Tuneba. Aus Lherzolith. Schlechte Analyse. Tonerdeüberschuss.	— + 2V = 52,4 1,656 1,660 1,670 $n_\gamma - n_\alpha = 0,014$
3	23,6	4,4 0,83 0?	72,0 0,01 0,87	— 0,06	—	Enstatit. Älteres Mittel aus Pyroxeniten und Peridotiten.	$s = 3,3$
4	24,6	0,0 ? ?	69,4 0,00 0,91	— 0,15	Sp 6,0	Enstatit. Vuoka Ruopsok, Schweden. Chromhaltig, aus Dunit.	$s = 3,27$ + 2V = 82,4° 1,662 1,667 1,673 $n_\gamma - n_\alpha = 0,111$ Tonerdeüberschuss
5	24,0	1,5 0,24 0,03	74,0 0,00 0,90	— 0,06	Sp 0,5	Enstatitbronzit. Espedalen.	$s = 3,25$ + 2V = 75° 1,666 1,670 1,675 $n_\gamma - n_\alpha = 0,009$

6	24,0	0,0 ?	75,9 0,00	0,1 0,88	0,88 0,88	0,16	—	Enstatit. Loderio, Tessin. Aus Peridotit.	s = 3,23 1,662	2 V = ca. 80° 1,667	1,674
7	24,4	2,0 0,86	72,7 0,00	0 0,87	0,87 0,87	0,17	Cp 0,2 Sp 0,7	Enstatit. Webster, Nord-Carolina. Chromhaltig.	— 1,668	2 V = 89,5° 1,673	1,679
8	21,2	2,8 0,85	75,9 0,03	0,1 0,87	0,85 0,85	0,20	—	Enstatit. Stillwater Complex, Montana.	n <sub>γ</sub> - n <sub>α</sub> = 0,11	— —	2 V = 87° 1,677
9	23,5	4,2 0,25	72,3 0,03	0,0 0,86	0,83 0,83	0,18	—	Bronzit. Bushveld Complex. Aus Bronzitit. (Aus Gesteinsanalyse berechnet.)	Chromhaltig	— —	2 V = 88° 1,680
10	23,1	2,4 1	74,0 0,01	0,1 0,85	0,84 0,84	0,06	Cp 0,4	Bronzit. Bushveld Complex. Aus Bronzitit. (Aus Gesteinsanalyse berechnet.)	— —	2 V = 86° 1,682	—
11	23,9	4,5 0,84	71,6 0,02	0,0 0,85	0,83 0,83	0,04	—	Enstatit. Älteres Mittel aus Basalten und Diabasen.	Chromhaltig	s = 3,32	
12	24,0	3,0 0,89	72,9 0,02	0,1 0,84	0,82 0,82	0,09	—	Bronzit. Stillwater Complex, Montana. Aus Bronzitit. Korr. Gesteinsanalyse.	— —	neg. —	2 V = 83½ 1,683
13	24,2	3,7 0,88	71,9 0,02	0,2 0,78	0,77 0,77	0,06	—	Hypersthen. Korr. Analyse. Stillwater Complex, Montana. Aus Norit.	— —	neg. —	2 V = 73° 1,692
14	23,7	1,8 0,91	74,4 0,01	0,1 0,76	0,75 0,75	0,11	—	Hypersthen. Bay of Islands Complex, New Foundland. Aus Hypersthenit.	Verunreinigt, Gesteinsanal., chromhaltig	— —	2 V = 70½° 1,693
15	24,8	3,8 0,91	71,2 0,03	0,2 0,73	0,71 0,71	0,05	—	Hypersthen. Stillwater Complex, Montana. Aus Hypersthenit. Etwas unreine Gesteinsanalyse.	Chrom- und manganhaltig	— —	2 V = 65,7° 1,698
16	22,4	4,6 0,53	72,5 0,02	0,5 0,71	0,69 0,69	0,23	—	Hypersthen. Nain, Labrador. Enthält 5–10% monoklinen Pyroxen.	s = 3,42 1,69	neg. —	2 V = 79° 1,70
17	23,1	6,8! 0,82	70,1 0,08	— 0,69	0,63 0,63	0,07	—	Hypersthen. Älteres Mittel aus Noriten.	s = 3,34		

## Basiswerte der Pyroxenanalysen

### Orthopyroxene

Nr.	Q	$\pi$	L k'	M $\gamma$ mg'	$\mu$	Ru w	Varia	Mineral, Vorkommen	Eigenschaften			
18	21,0	1,4 0,00	0,22	76,3 0,02	0,69	0,6 0,67	0,04	Ns 0,7	Hypersthen. Komaga Take, Japan. Aus Bimsstein.	— 1,698	neg. 1,706	2 V = 62—68° 1,713
19	25,0	2,2 1,0?	?	72,6 0,10	0,67	0,2 0,62	0,05	—	Hypersthen. Odawara-Mati, Japan. Aus Dacit. Fraglich rein oder Ver- wachsung mit monoklinem Augit.	— 1,691	2 V = 60° 1,701	1,705
20	20,6	9,2! 0,16	0,10	69,8 0,02	0,61	0,4 0,60	0,12	—	Hypersthen. Hartmannsdorf, Sachsen. Aus Pyroxengranulit. Wohl gemengt mit monoklinem Augit.	s = 3,49—3,55 —	1,706	—
21	24,3	2,8 1,0?	?	72,6 0,02	0,65	0,3 0,64	0,13	—	Hypersthen. San Juan Region, Colorado. Aus Pyroxenandesit.	s = 3,48 1,702 $n_{\gamma} - n_{\alpha} = 0,010$	1,707	1,712
22	24,8	4,7 0,94	0,13	70,1 0,04	0,61	0,4 0,58	0,07	—	Hypersthen. Älteres Mittel v. Einspreng- lingen in Andesiten und Trachyten.	s = 3,36?		
23	25,2	0,0 0,0	?	74,2 0,12	0,57	0,3 0,50	0,15	Ks 0,3	Hypersthen. Arnage Mass, Aberdeenshire. Aus Norit.	s = 3,49 —	neg. —	2 V = 71° 1,703
24	20,6	8,1! 0,09	0,09	70,9 0,02	0,55	0,4 0,54	0,12	—	Hypersthen. Hartmannsdorf, Sachsen. Aus Pyroxengranulit. Wohl gemengt mit monoklinem Augit.	s = 3,55—3,58 —	1,715	—
25	24,9	5,1! 0,73	0,50	67,8 0,00	0,55	0,4 0,55	?	Sp 1,8	Hypersthen. Quilquo, Methlick, Aberdeenshire. Fraglich rein. Aus Norit.	s = 3,53 —	neg. —	5 V = 53° 1,730
26	24,9	4,0 0,64	0,49	69,3 0,00	0,48	0,3 0,48	0,05	Sp 1,5	Hypersthen. Quilquo, Methlick, Aberdeenshire. Aus Norit.	s = 3,56 —	neg. —	2 V = 55° 1,731

27	26,4	1?	3,2	?	70,2	0,01	0,44	0,2	0,06	—	Hypersthen. Craig Wood, Aberdeenshire. Aus Norit.	s = 3,60 1,715 $n_{\gamma} - n_{\alpha} = 0,016$	neg. 1,728	2 V = 51° 1,731
28	22,1	0,67	3,3	0,84	71,7	0,0	0,38	0,4	0,16!	Sp 2,5	Hypersthen. Old Meldrum, Aberdeenshire. Aus Norit.	s = 3,58 Stark pleochroitisch	neg. —	2 V = 67° 1,735
29	25,3	1,0?	1,3	?	73,4	0,05	0,23	—	0,03	—	Hypersthen. Vittinki, Finnland. Aus Eulysit.	s = 3,77 1,740 Kein Pleochroismus	neg. 1,751 $v > q$	2 V = 70° 1,757
30	25,6	1,0?	2,7	?	71,7	0,00	0,23	0,0	0,01	—	Hypersthen. Ross-shire. Aus Hypersthen-Grünerit-Granatfels.	s = 3,75 1,738	neg. 1,749	2 V = 68° 1,755
31	23,6	1,0	0,6	0,0?	75,7	0,03	0,16	0,1	0,0	—	Hypersthen. Mansjo Mountain, Schweden. Aus Eulysit.	s = 3,84 1,751	2 V = 83° 1,760	rötlich, grünlich, grau, pleochroitisch $v \leq q$ 1,769

## Gewichtsprozente der Pyroxenanalysen

Tabelle 2.

## Pyroxene A

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		Summe	
1	52,71	0,98	1,28	5,77	0,24	14,84	22,53	—	0,08	0,08	—	0,64	0,22	CO <sub>2</sub>	0,18	99,55
2	50,9	1,5	3,2	13,3	—	10,7	18,8	—	—	1,6	—	—	—			100,0
3	51,92	2,54	—	6,16	1,08	12,49	24,76	—	—	0,31	—	0,44	—			99,70
4	50,63	0,87	3,33	8,39	—	13,01	21,30	1,02	0,50	0,79	—	—	—			99,84
5	50,97	0,95	7,08	6,96	—	11,55	20,96	1,86	0,05	0,20	—	—	0,19			100,77
6	51,45	1,50	3,15	6,45	0,53	14,11	21,69	0,32	—	0,36	0,48	0,16	—			100,20
7	50,57	1,47	1,53	4,42	0,06	17,20	21,68	0,04	0,53	0,57	0,40	0,99	0,03			99,49
8	50,56	2,43	3,18	2,05	Sp.	18,06	19,92	—	—	0,23	—	—	3,38			99,81
9	51,05	1,80	2,03	6,56	1,22	13,82	22,06	0,38	0,08	0,36	0,46	0,17	0,04			100,03
10	47,44	3,41	8,66	11,88	0,15	14,12	22,37	0,06	0,01	1,48	—	0,94	0,16			100,68
11	52,90	2,25	1,43	3,34	0,09	16,58	21,05	0,42	0,50	0,35	—	0,50	0,30	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,21	99,92
12	50,74	2,98	2,37	10,04	0,17	14,24	17,88	—	0,67	0,95	—	0,17	0,03			100,24
13	49,94	4,10	4,76	5,15	0,50	12,54	23,29	—	—	0,15	—	—	—			100,43
14	51,27	3,05	3,08	4,34	0,28	14,21	22,58	0,67	0,06	0,70	—	—	—	NiO	0,03	100,27
15	54,49	2,50	1,63	1,98	0,06	16,74	21,40	0,83	0,40	—	—	0,12		NiO	0,03	100,38
														Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20	

## Pyroxene B

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		Summe	
16	51,66	4,05	2,73	3,10	0,08	17,43	20,35	0,21	—	0,33	—	—	0,31			100,25
17	49,31	4,60	2,38	5,57	—	14,02	22,71	—	—	1,26	—	—	—			99,85
18	47,39	3,55	3,58	4,95	—	11,84	21,85	0,06	0,69	4,86	—	0,48	—			99,25
19	51,31	2,21	3,76	9,02	0,27	12,74	18,59	1,18	0,43	0,71	—	—	—			100,22
20	50,94	3,37	2,05	7,41	0,10	14,59	20,34	0,61	0,18	0,96	—	0,08	—	SrO	0,08	100,71
21	48,81	4,45	1,15	8,51	0,18	13,85	19,80	Sp.	Sp.	2,22	0,00	1,23	0,14	S	0,03	100,37
22	50,39	3,54	1,95	8,47	0,19	15,82	18,41	0,70	0,14	0,87	—	0,11	0,04			100,63
23	50,09	3,71	1,47	4,96	0,21	14,01	22,48	0,73	0,01	2,11	—	—	0,22			100,00
25	50,10	4,57	2,34	7,14	0,32	14,20	20,18	0,32	Sp.	0,70	—	0,24	0,10			100,21
26	49,86	5,48	2,42	4,23	0,15	15,02	22,34	—	—	0,41	—	0,20	0,11			100,22
27	49,60	4,45	2,53	4,73	0,05	14,75	20,05	0,58	0,06	2,10	Sp.	0,40	0,20			99,50
28	49,82	4,24	4,29	3,76	0,07	14,75	20,82	0,76	0,05	1,38	0,08	—	0,40			100,42
29	48,44	4,47	1,79	8,05	0,28	13,65	19,10	0,50	0,14	1,42	—	2,10	0,10	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,09	100,19
														Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	
30	48,70	4,69	2,30	5,00	0,12	14,38	21,89	0,64	0,06	2,42	—	0,04	0,00			100,24
31	48,98	4,67	0,25	9,89	0,33	12,72	21,02	0,53	0,16	1,16	—	0,20	0,09			100,00
32	46,73	5,37	3,45	7,07	—	13,52	22,24	0,19	1,67	—	—	—	—			100,24
33	49,68	4,99	1,12	11,76	0,16	12,79	17,97	0,56	0,13	1,17	—	0,18	0,15			100,66
34	46,16	4,92	5,89	3,93	0,19	11,29	23,56	0,42	0,11	2,86	—	0,38	—			99,71
35	51,05	5,23	0,90	7,35	0,25	14,18	19,10	0,39	0,07	0,50	—	0,50	0,50			100,02
36	50,88	5,36	1,21	4,67	—	13,78	22,96	0,50	—	1,02	—	0,34	—			100,72
37	45,21	5,67	3,24	6,42	—	12,76	22,93	0,26	3,78	—	—	—	—			100,27
38	49,42	4,28	2,86	5,56	0,10	13,58	22,35	1,04	0,38	0,55	—	—	0,09			100,21
39	48,11	5,45	4,42	3,74	0,09	12,03	24,50	0,46	0,00	1,19	—	0,09	—	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	100,14
40	45,66	3,53	8,78	4,16	0,19	9,34	22,17	1,50	0,26	2,16	—	1,37	0,61			99,73
41	46,62	3,78	2,54	14,98	0,06	7,80	19,24	1,53	0,44	2,98	—	0,20	—			100,17
42	49,90	5,35	1,07	4,88	0,04	15,51	20,20	0,78	0,28	2,06	—	0,00	0,08			100,15
43	49,50	4,39	2,81	9,90	0,24	11,87	19,34	1,47	0,16	0,69	—	—	—			100,37

## Gewichtsprozente der Pyroxenanalysen

## Pyroxene B

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O +	H <sub>2</sub> O -		Summe
44	50,12	4,74	2,01	8,57	0,24	12,87	19,84	1,60	0,14	0,65	—	—	—		100,78
47a	43,96	6,23	2,97	6,86	—	12,34	22,42	0,47	4,62	—	—	—	—		99,87
47b	46,70	5,83	3,40	3,37	0,11	12,69	23,14	0,73	0,17	4,01	—	0,06	0,10		100,31
47c	45,24	6,72	3,97	3,74	0,14	11,86	22,48	0,83	0,13	4,83	—	0,00	0,16		100,10
47e	43,96	7,35	4,42	4,96	0,19	10,62	21,91	1,06	0,13	5,50	—	0,04	0,12		100,26
47f	46,19	6,91	4,11	4,00	0,18	11,13	21,74	0,98	0,93	3,95	—	0,02	0,20		100,34
48	49,26	6,01	3,31	4,23	—	12,40	21,79	0,79	0,41	1,53	0,02	—	—	SrO 0,06	99,79
49a	47,31	5,46	3,75	4,89	0,21	12,48	21,53	0,72	0,27	3,37	—	0,16	0,05		100,20
49b	47,48	5,57	3,43	4,96	0,18	12,32	21,69	0,63	0,53	3,17	—	0,40	0,05		100,41
49d	45,28	6,95	4,21	4,35	—	12,62	23,16	0,42	2,83	—	—	—	—		99,82
49e	45,30	6,72	3,98	5,15	0,19	11,20	22,24	0,78	0,18	4,33	—	0,15	0,05		100,27
50a	44,79	7,26	2,04	7,18	—	12,07	22,23	0,38	4,09	—	—	—	—		100,04
50b	45,12	6,92	4,04	4,02	0,13	11,59	22,81	0,71	0,19	4,20	—	0,22	0,13		100,08
50c	45,29	6,80	4,06	4,39	0,17	11,73	22,62	0,79	0,16	3,76	—	0,55	0,10		100,42
50d	44,47	7,08	4,58	5,53	0,23	10,04	22,54	0,73	0,22	4,50	—	0,35	0,10		100,37
51a	45,81	6,60	6,57	4,72	0,09	12,40	21,44	0,33	0,42	1,77	—	0,13	0,06		100,34
51b	47,60	6,01	3,17	4,59	0,13	14,43	21,52	0,70	0,76	1,52	—	0,08	—		100,51
51c	48,00	6,41	3,99	4,08	—	9,69	23,27	0,95	0,42	3,07	—	0,22	—		100,10
51d	46,47	7,21	6,92	4,08	0,10	10,45	23,34	0,08	0,14	—	—	0,43	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,11		99,89
													Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,02		
													As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,04		
													NiO 0,11		
													CoO 0,08		
													CuO 0,05		
													PbO 0,18		
53	47,70	6,82	3,36	4,43	0,16	13,34	21,35	0,65	0,03	1,89	—	0,15	—	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,23	100,11
54	43,06	7,62	3,76	5,23	—	13,14	23,12	0,28	3,57	—	—	—	—		99,78
55	49,47	7,28	0,88	3,10	0,51	15,14	20,85	0,62	0,35	—	0,65	0,10	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,60		99,55
56	47,06	7,77	1,30	8,15	0,20	13,52	19,33	0,33	0,11	1,82	0,06	0,20	—		99,85
57	45,23	7,73	2,95	4,07	0,07	12,25	23,37	0,47	0,12	4,28	—	0,37	—	NiO 0,05	100,96
58	46,52	7,21	2,69	2,96	0,34	12,75	23,00	0,84	0,04	2,91	—	0,48	0,40		100,14
59	50,75	6,32	2,25	4,62	—	12,21	21,86	1,48	0,18	0,74	—	—	—		100,41
60	52,82	6,42	2,30	3,07	0,03	13,49	19,06	1,82	—	0,25	—	0,48	0,15		99,89
61	48,16	8,45	2,86	3,55	0,10	14,23	21,69	0,91	0,10	0,59	—	0,15	—		100,79
62	47,59	7,71	1,50	3,36	—	12,45	23,24	1,02	0,21	2,78	—	—	—		99,86
63	44,71	7,85	4,46	4,23	0,10	11,74	22,87	0,90	0,09	2,92	0,12	0,35			100,34
64	41,80	9,30	5,44	3,30	0,10	10,82	22,89	—	—	4,84	—	1,10	0,16		99,75
65	42,23	8,65	3,21	6,95	—	11,83	21,84	0,52	5,02	—	—	—	—		100,25
66	50,13	7,08	1,10	4,41	0,05	13,73	20,06	1,88	0,25	1,91	—	0,11	NiO 0,02		100,73
67	44,55	7,27	6,06	5,91	—	10,44	22,83	1,47	0,52	1,36	—	—	—		100,41
68	45,67	9,04	7,46	2,00	—	12,09	21,78	1,25	0,56	0,62	—	0,31			100,78
69	44,55	7,86	3,81	4,53	0,38	12,71	20,84	1,29	0,49	2,85	—	—	—		99,31
70	47,31	8,58	3,39	3,88	0,10	12,81	20,23	1,51	0,04	2,09	—	0,82	0,02		100,78
71	48,81	9,93	2,20	6,37	0,12	10,60	18,22	1,53	0,62	1,44	—	—	—	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,16	100,00

**Gewichtsprozente der Pyroxenanalysen****Pyroxene C**

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		Summe
72	46,62	3,78	2,54	14,98	0,06	7,80	19,24	1,53	0,44	2,98	—	0,20	—		100,17
73	46,47	4,28	5,95	12,17	—	7,24	19,23	2,61	0,74	0,73	—	—	—		99,42
74	40,28	10,30	5,35	7,92	—	7,78	23,57	0,36	—	3,85	—	0,19	—		99,60
75	37,52	14,29	4,43	7,12	0,14	6,72	24,06	0,09	—	5,72	—	—	—	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,11	100,20
76	42,59	10,63	6,52	5,56	0,37	7,86	21,47	1,67	—	3,54	—	—	—		100,21

**Pyroxene D<sub>1</sub>**

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		Summe
77	54,48	8,20	0,48	1,23	0,02	12,72	19,40	2,88	0,10	0,57	—	—	—	—	100,08
78	55,56	7,17	2,82	2,06	0,05	11,32	16,85	3,92	0,57	0,15	—	0,08	—		100,55
79	54,21	10,91	3,12	1,33	—	10,03	14,61	4,51	0,92	0,46	—	0,05	—		100,15
80	55,50	12,33	1,41	1,33	0,05	8,72	12,76	6,94	0,25	—	—	0,20	0,10		99,59
81	53,48	9,52	3,00	5,84	—	6,34	14,87	3,97	0,63	1,04	—	0,73	—		99,42
82	48,61	14,60	—	10,46	—	9,66	13,32	2,07	0,42	—	—	—	—		99,14
83	54,88	10,44	5,80	3,31	—	6,41	12,94	5,31	0,34	0,39	—	0,23	—		100,05
84	54,03	11,54	5,62	4,09	0,05	5,13	11,82	6,81	0,20	0,54	—	0,29	—		100,12

**Pyroxene D<sub>2</sub>**

85	47,58	1,16	2,60	24,21	0,59	3,34	18,80	0,47	0,21	0,37	—	0,34	—		99,67
86	45,27	6,90	7,41	21,07	—	0,51	18,45	—	—	—	—	0,64	—		100,25
87	46,54	5,77	1,88	24,65	0,74	0,79	17,70	0,62	0,15	1,22	—	0,18	0,39		100,63
88	45,50	5,93	5,77	18,81	—	1,75	19,89	1,54	0,16	—	—	0,33	—		99,68

**Pyroxene E**

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		Summe
89	50,86	—	1,19	1,82	0,03	17,42	23,32	0,76	0,42	3,03	—	0,31	—		99,16
90	48,38	4,51	3,43	17,35	—	3,18	18,07	3,30	0,44	1,45	—	0,35	—		100,46
91	50,01	3,02	4,80	9,89	0,29	9,03	19,97	2,68	0,52	0,21	—	—	—		100,42
92	53,19	2,38	9,25	5,15	—	9,43	17,81	2,63	0,38	—	—	0,01	—		100,23
93	50,33	0,30	—	12,37	—	10,98	22,01	2,14	0,94	0,66	—	—	—		99,73
94	48,22	—	5,70	10,45	1,71	7,05	19,14	2,28	0,27	4,34	—	0,73	0,07	F 0,35	100,31
95	51,55	1,39	13,55	5,41	0,62	7,17	11,86	5,77	0,51	1,40	—	1,07	0,08		100,38
96	42,15	0,55	17,40	17,80	0,50	1,10	14,10	3,35	0,55	0,41	—	1,90	—		99,81
97	46,72	2,41	17,29	10,57	1,31	2,57	13,51	4,88	0,48	—	—	—	—		99,74
98	53,32	1,40	12,38	3,70	0,45	7,01	12,18	6,26	0,26	0,38	—	0,13	0,07	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2,86	100,40

## Gewichtsprozente der Pyroxenanalysen

## Pyroxene F

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		Summe
100	50,89	2,81	19,20	6,87	0,05	2,28	8,55	8,01	0,15	0,54	—	0,41	—	ZrO <sub>2</sub> 0,02 (Ce,Y) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,02 BaO 0,02 SrO 0,13	99,95
101	51,60	1,92	26,29	4,20	—	1,15	4,25	8,89	1,05	—	—	0,56	—		99,91
102	51,86	1,12	22,71	4,30	0,26	2,27	5,95	9,36	0,08	2,06	—	0,31	—		100,29
103	50,45	1,78	23,42	5,26	0,10	1,48	5,92	9,84	0,24	0,90	—	0,40	0,15	ZrO <sub>2</sub> 0,08	100,02
104	51,52	1,07	26,43	5,09	0,43	0,60	4,59	8,72	0,14	0,73	—	0,43	—		99,75
105	51,91	0,38	21,79	1,48	0,58	3,08	5,53	10,46	0,22	0,91	—	0,06	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3,98 S 0,13	100,51	
106	51,59	1,76	25,44	4,19	0,15	0,51	4,27	10,90	0,13	—	—	0,45	—		100,39
107	51,99	1,32	28,16	2,18	0,10	0,44	1,59	11,68	0,22	0,56	—	0,15	—	ZrO <sub>2</sub> 1,34 (Ce,Y) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,27	100,00
108	51,59	2,06	28,65	2,08	0,14	0,35	0,30	12,66	0,19	1,00	—	0,09	—	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,61 Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,41 ZrO <sub>2</sub> 0,20	100,33
109	52,10	0,99	31,80	0,90	0,35	0,14	0,57	11,74	0,37	0,60	—	0,20	—	(Ce,Y) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,48 ZrO <sub>2</sub> 0,41	100,65
110	50,83	1,76	28,70	3,07	0,29	0,34	1,30	12,63	0,36	0,23	—	0,10	—	(Ce,Y) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,11 ZrO <sub>2</sub> 0,15	99,87
111	50,15	1,04	31,27	1,02	0,00	0,00	1,16	12,38	0,40	0,36	—	0,36	0,05	ZrO <sub>2</sub> 1,84	100,03

## Pyroxene G

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		Summe
112	45,05	0,16	5,50	14,90	1,58	15,15	10,72	1,27	0,78	4,39	—	0,13	—		99,63
113	50,26	2,10	—	18,20	0,35	13,30	15,56	—	—	0,80	—	—	—		100,57
114	50,15	1,95	2,15	17,22	0,65	13,08	11,02	0,38	0,12	2,40	—	0,60	0,40		100,12
115	47,11	3,00	3,84	12,20	—	16,65	13,54	0,22	0,03	3,75	—	—	—		100,34
116	42,32	2,25	4,72	25,13	0,22	8,33	12,07	0,61	Sp.	4,42	—	0,12	0,25		100,44
117	50,39	3,27	1,50	21,21	0,41	11,80	10,89	0,28	0,05	0,44	—	0,10	—		100,40
118	48,00	4,9	2,1	14,1	—	14,0	16,2	—	—	0,7	—	—	—		100,00
119	47,55	5,01	0,78	17,56	0,38	11,63	14,12	0,55	0,14	1,86	—	0,22	0,20		100,00
121	44,49	4,35	1,58	23,36	0,42	10,45	12,80	0,64	0,23	1,00	—	—	0,72		100,04
122	48,00	4,31	3,06	17,34	—	9,82	14,84	0,91	0,15	0,91	—	0,07	1,00		100,41
123	42,62	5,24	3,74	31,54	0,78	0,47	12,27	1,02	0,23	1,69	—	0,48	0,22		100,30
124	35,04	9,42	3,20	16,97	0,56	9,53	14,40	—	—	8,97	—	1,72	—	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,06	99,87
125	48,72	9,27	3,77	6,34	0,34	14,67	16,79	0,19	—	—	—	—	0,18		100,27
126	49,00	8,66	2,78	6,52	0,24	14,53	15,64	1,12	0,05	1,27	—	0,06	0,14	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,03 NiO 0,04 S 0,13	100,21
127	48,11	7,55	8,18	5,38	—	12,97	15,10	1,60	0,30	0,97	—	—	—		100,16
128	50,40	11,52	1,66	6,30	—	14,06	14,82	0,31	0,13	1,15	—	—	—		100,35

## Gewichtsprozente der Pyroxenanalysen

## Pyroxene H

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		Summe
129	49,72	0,90	1,72	27,77	0,98	12,69	3,80	0,23	0,12	0,85	—	1,27	0,08		100,13
130	49,37	1,55	1,83	26,44	0,37	15,54	4,60	—	—	0,62	—	—	—		100,32
131	51,40	1,78	1,40	20,68	0,48	19,37	4,07	0,11	—	0,30	—	0,37	0,04		100,00
132	50,28	2,03	2,33	21,70	0,38	14,77	8,02	—	—	0,59	—	—	—		100,10
133	54,47	2,27	0,58	5,37	0,09	33,86	2,11	—	—	0,15	—	0,33		Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,61	99,84
134	52,02	2,64	0,55	21,46	0,16	21,60	1,90	—	—	0,44	—	0,34	0,06		101,17
135	51,30	2,36	2,22	18,83	0,57	16,56	6,96	0,21	0,37	0,72	—	—	1,00		101,10
136	50,58	4,06	1,39	11,07	0,25	22,07	10,01	0,16	0,01	0,55	—	0,16	0,09		100,40
137	50,24	4,52	0,41	21,81	0,43	15,81	4,39	0,18	0,04	0,69	—	1,42	0,04		99,98

## Orthaugite

Nr.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		Summe
1	59,92	0,00	0,00	0,38	—	39,51	0,32	0,00	—	—	—	—	—		100,13
2	49,53	7,39	4,65	1,69	—	32,82	3,07	—	—	—	—	0,62			99,77
3	Pyroxenmittel aus Peridotiten														
4	55,80	4,02	0,76	4,85	—	34,70	—	—	—	—	0,23	—	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,20		100,56
5	57,28	0,90	0,42	6,43	—	34,94	0,13	0,22	0,02	0,05	—	0,13	—		100,51
6	56,64	0,00	1,52	7,02	0,06	34,18	0,14	—	—	0,08	—	0,50	—		100,14
7	55,58	1,65	1,34	7,15	0,21	32,32	0,74	0,03	0,04	Sp. 0,10	—	0,51	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,33		100,00
8	53,46	0,67	1,48	6,68	0,16	33,05	2,31	0,04	0,06	0,08	—	0,54	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,38		98,91
9	55,38	1,70	1,24	7,27	0,21	30,69	1,85	0,48	0,22	—	0,02	0,29	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,65		100,00
10	54,49	1,57	0,00	9,20	0,15	31,92	1,48	—	—	0,10	0,20	0,15	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,64		100,00
													NiO 0,10		
11	Mittel von Enstatiten aus Diabas und Basalt														
12	54,70	1,80	0,50	9,19	0,21	30,20	2,22	0,04	0,03	0,11	0,02	0,51	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,47		100,00
13	53,88	2,16	0,85	12,40	0,21	27,58	2,19	0,07	0,03	0,29	—	0,34	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,00		100,00
14	53,72	1,03	1,59	13,84	—	27,73	1,06	0,03	0,00	0,18	—	0,52	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,30		100,00
15	53,23	2,24	0,83	15,16	0,32	24,60	2,61	0,06	0,01	0,26	—	0,58	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,10		100,00
16	51,81	2,16	4,52	13,96	0,16	24,57	1,95	0,39	0,03	0,76	—	0,19	—		100,50
17	Mittel von Orthaugiten aus Gabbros und Noriten														
18	51,33	0,45	0,83	19,40	0,09	25,04	1,03	0,43	0,18	0,87	—	0,51	0,04		100,20
19	53,24	1,38	1,05	18,70	0,85	23,34	1,23	—	—	0,23	—	0,10			100,12
20	50,30	3,26	3,26	20,09	0,26	20,14	1,41	1,28	0,22	0,53	—	—	—		100,75
21	51,58	1,70	3,15	18,11	0,39	22,01	1,82	—	—	0,45	—	0,40	—		99,61
22	Mittel von Hyperstheneinsprenglingen in Andesiten und Daciten														
23	51,96	0,01	3,91	19,48	0,39	17,10	5,96	—	0,18	0,37	0,51	0,28	0,08		100,23
24	49,42	2,64	3,42	23,15	0,26	18,17	0,94	0,23	0,19	0,54	—	—	—		99,96
25	49,52	3,60	—	26,47	0,46	16,65	1,18	0,12	0,18	0,59	0,30	0,79	0,15	NiO 0,01	100,01
26	49,85	2,82	1,90	27,41	0,63	15,57	0,83	0,13	0,19	0,44	Sp. 0,39	0,08			100,25
27	50,06	1,84	2,06	29,39	0,19	13,63	1,43	—	—	0,32	—	0,69	0,17		99,78
28	45,98	2,95	6,27	28,95	0,30	12,80	0,67	0,03	0,24	0,55	0,17	1,01	0,13		100,05
29	47,68	0,69	1,34	37,37	2,50	6,91	2,48	—	—	—	—	0,55	—		99,52
30	47,40	1,47	0,46	35,39	6,29	7,02	0,88	—	—	0,05	—	0,09	0,63		99,68
31	46,36	0,29	0,20	44,93	1,16	5,09	1,64	—	—	0,16	—	0,03	0,07		99,93

**Charakteristische Werte von Gesteinen,  
in denen Pyroxene auftreten**

**Tabelle 3. Pyroxene A**

Nr.	Q <sub>a</sub>	π	L k'	γ	M mg'	μ	Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
2	43,9 +3,97	42,8 0,31	11,6 0,30	—	—	1,1 0,24	0,87	Cp 0,6 —	212 —	36,5	27,5	18 0,5	18
4	40,2 +2,04	40,7 0,09	19,1 0,60	—	—	— 0,47	0,59	—	214 —	27	37,5	13 —	22,5
9	46,8 +2,37	42,3 0,22	9,7 0,27	0,5	0,5 0,38	— 0,34	0,82	Cp 0,7 —	269 2,2	38	19	18,5 0,6	24,5
12 a	30,2 +0,56	36,5 0,49	31,6 0,20	1,1	—	— 0,46	0,76	Cp 0,6 —	119 2,8	23	45,5	23,5 0,3	8
12 b	33,7 +0,76	41,5 0,26	23,8 0,49	1,0	—	— 0,37	0,47	—	156 3,1	26	38	20 —	16
12 c	37,0 +1,42	40,7 0,32	20,8 0,36	0,9	0,9 0,43	— 0,36	0,46	Cp 0,6 —	165 2,9	28	35,5	22 0,4	14,5
12 d	40,5 +2,55	48,5 0,19	9,6 0,38	0,6	—	— 0,39	0,79	Cp 0,8 —	217 2,2	37	22,5	15,5 0,6	25
12 e	42,7 +3,29	43,7 0,23	12,4 0,40	0,7	0,7 0,56	— 0,35	— 0,56	Cp 0,5 —	220 2,7	34	27	18 0,5	21
12 f	47,3 +7,26	44,9 0,08	7,6 0,46	0,2	—	— 0,12	0,70	Cord. 0,9 —	369 1,2	48,5	5,5	7 —	39
14	24,8 +0,02	36,9 0,01	36,3 0,84	1,1	—	— 0,51	0,61	Cp 0,9 —	130 2,8	18,5	46,5	20 0,5	15

**Pyroxene B**

Nr.	Q <sub>a</sub>	π	L k'	γ	M mg'	μ	Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
17	27,0 +0,52	29,5 0,69	42,1 0,11	0,8	0,6	98 1,7	18,5	38	40 0,3	3,5			
18	11,1 -0,80	36,4 0,16	49,4 0,11	2,8	0,3	80,5 6,0	15	42,5	31,5 0,2	11			
20 a	30,2 -0,32	35,3 0,41	31,1 0,34	0,6	2,8	122 1,5	21	41	29 1,4	9			
20 b	30,8 +0,59	38,1 0,43	27,4 0,34	0,6	3,1	123 1,5	23,5	38,5	28,5 1,6	9,5			
21	24,9 +0,34	30,2 0,30	41,8 0,25	2,9	0,2	112 7,1	16	49,5	26 0,17	8,5			
23 a	26,6 -0,01	40,1 0,31	31,1 0,19	1,1	1,1	119 3,0	22,5	39	26,5 0,6	12			
23 b	26,8 -0,06	41,1 0,37	29,8 0,15	1,2	1,1	116 3,0	24	40	25 0,6	11			
27 a	13,0 -0,23	25,8 0,29	55,4 0,46	2,3	3,5	75 —	11	51	32 —	6			
27 b	14,1 -0,42	30,0 0,38	51,2 0,86	2,6	2,1	77 —	14	55	25 —	6			

**Charakteristische Werte von Gesteinen, in denen  
Pyroxene auftreten**

**Pyroxene B**

Nr.	Q <i>a</i>	$\pi$	L k'	M <i>γ</i>	Mg' mg'	Ru <i>μ</i>	w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
27 c	15,1 -0,46	32,9 0,28	0,13	44,5 0,23	0,53	3,5 0,41	0,33	4,0	84	15	50	26	9
30	16,9 -0,28	31,5 0,35	0,25	47,7 0,25	0,56	3,1 0,44	0,33	0,8	85 6,5	15	51	26,5 0,3	7,5
31	24,9 +0,15	34,3 0,60	0,05	40,1 0,14	0,59	0,6 0,44	0,12	0,1	95 1,2	20,5	50	24,5 --	5
32	28,3 +0,22	38,9 0,44	0,21	32,8 0,24	0,44	— —	—	—	—	—	—	—	—
32 a	30,8 +0,29	42,9 0,56	0,20	22,6 0,24	0,39	2,9 0,30	0,34	0,8	117 6,0	29,5	30	32 0,3	8,5
32 b	24,7 +0,02	36,7 0,36	0,24	35,0 0,21	0,43	2,8 0,34	0,43	0,8	111 7	20,5	45,5	24 0,4	10
32 c	28,0 +0,51	32,9 0,37	0,18	35,7 0,24	0,50	2,4 0,38	0,49	1,0	112 6	20	45	28 0,4	7
33	30,8 +0,71	35,4 0,51	0,07	30,5 0,22	0,39	2,5 0,30	0,30	0,8	121 5	23	41	28,5 0,4	7,5
34 a	21,6 -0,80	41,5 0,03	0,85	34,2 0,44	0,74	0,9 0,42	0,55	1,4 A=0,4	122 2,5	18,5	33,5	30,5 0,7	17,5
34 b	17,3 -1,38	47,4 0,09	0,70	31,2 0,41	0,53	1,0 0,31	0,56	1,2 A=1,9	106 2,4	22	30,5	29,5 0,6	18
38	19,8 +0,06	28,2 0,18	0,58	48,4 0,30	0,60	0,6 0,42	0,27	3,0	96,5 1,2	12	50	29,5 1,3	8,5
39 a	21,3 -0,49	40,7 0,20	0,75	36,1 0,35	0,60	1,0 0,39	0,35	0,9	108 2,4	20	38	28,5 0,4	13,5
39 b	14,7 -1,55	45,6 0,47	0,70	36,8 0,39	0,54	0,7 0,33	0,55	2,2	99 1,7	19	35,5	28 1,1	17
39 c	16,8 -1,39	48,4 0,11	0,73	33,4 0,36	0,51	0,3 0,33	0,41	1,1	104 0,7	22	35	25,5 0,5	17,5
39 d	20,8 +0,11	28,6 0,14	0,80	49,0 0,38	0,71	0,8 0,44	0,38	0,8	104 1,9	12	46	33 0,4	9,0
41	19,4 -1,36	47,6 0,00	0,29	27,2 0,41	0,35	1,0 0,41	0,50	2,8	125 2,7	21	29,5	25,5 1,5	24
42	17,3 +0,11	22,8 0,28	0,45	58,2 0,26	0,67	1,2 0,45	0,35	0,5	86,5 2,5	10	59	25,5 0,3	5,5
43/44	24,8 +0,39	28,6 0,36	0,39	44,2 0,19	0,59	1,7 0,48	0,23	0,7	103 3,9	15,5	54,5	23,5 0,3	6,5
48	20,0 -0,30	36,3 0,20	0,13	41,6 0,30	0,61	1,2 0,43	0,48	0,9	102 2,8	17	45	26,5 0,4	11,5
49 a	25,7 0,45	46,5 0,29	0,44	35,0 0,23	0,42	2,6 0,32	0,33	0,2	123 6,9	27	35	23 0,1	15
49 b	18,3 -0,2	32,3 0,29	0,29	47,2 0,17	0,65	2,0 0,54	0,42	0,2	92 4,4	15,5	57,5	18,5 0,9	8,5
49 c	23,6 -0,42	42,0 0,36	0,39	31,3 0,22	0,54	2,9 0,42	0,34	0,2	107,5 7,0	24	40,5	24,5 0,1	11

**Charakteristische Werte von Gesteinen, in denen  
Pyroxene auftreten**

**Pyroxene B**

Nr.	Q <sub>a</sub>	π	L <sub>k'</sub>	M <sub>mg'</sub>	μ	Ru <sub>w</sub>	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
49 d	21,8 +0,03	32,0 0,43	43,8 0,30	2,1 0,15	96,5 4,8	17,5 55	21 0,1	6,5				
50	13,1 -1,12	41,9 0,29	39,8 0,22	0,7 0,31	4,5 0,38	81 1,6	18,5 40	30 2,0	11,5			
53 a	17,5 +0,16	21,6 0,55	58,5 0,21	1,8 0,21	0,6 0,50	80 3,5	11 61	25 0,2	3			
53 b	18,8 -1,16	46,2 0,15	31,0 0,16	3,4 0,29	0,6 0,38	110 9,2	23 38	22 0,5	17			
54 a	34,8 -1,15	56,8 0,20	8,0 0,36	0,3 0,17	0,1 0,39	195 0,32	42 0,73	13,5 —	28,5			
54 b	30,7 -3,14	59,9 0,10	8,8 0,34	0,4 0,30	0,2 0,38	190 0,26	40,5 0,50	11,5 —	33			
54 c	18,5 -4,28	63,3 0,89	16,6 0,12	0,4 0,36	1,2 0,49	128 0,32	34 0,66	15,5 —	28,5			
55	29,4 +0,14	42,1 0,76	28,3 0,16	0,2 0,49	0,0 0,79	97 0,40	28,5 0,51	45,5 —	4			
56	27,6 +0,24	37,6 0,48	31,8 0,21	2,0 0,10	1,0 0,47	111 0,42	23 0,47	22 47	8			
57	9,7 -0,19	20,9 0,34	66,5 0,26	1,9 0,17	1,0 0,75	67 0,62	8,5 0,33	19,5 68	4			
58	28,3 -9,36	66,3 0,26	5,1 0,36	0,3 0,34	0,0 0,27	196 0,15	44 0,50	6,5 —	41			
59	18,8 -1,40	47,8 0,00	28,0 0,28	1,0 0,33	4,3 0,41	118 Ns 0,1	21,5 2,6	23,5 2,3	21,5			
60 a	28,5 +1,05	11,1 0,76	60,1 0,25	0,3 0,19	0,0 0,71	106 0,57	7 0,43	22,5 —	1			
60 b	25,3 +0,29	32,1 0,40	41,2 0,16	0,9 0,26	0,5 0,59	107 0,44	17,5 0,43	27,5 47,5	7,5			
60 c	24,9 +0,00	37,4 0,46	35,8 0,26	1,9 0,13	0,0 0,45	104 0,39	21,5 0,53	21 49,5	8			
61 a	28,2 -1,09	51,7 0,22	17,0 0,29	1,4 0,11	1,7 0,28	143 0,25	31,5 0,41	18 1,0	20			
61 b	25,8 -0,32	43,2 0,38	28,0 0,39	1,9 0,16	1,1 0,39	118 0,33	24,5 0,34	21,5 0,6	13			
62	14,1 -0,79	38,8 0,27	44,6 0,42	2,2 0,30	0,3 0,67	86 0,46	18,5 0,48	28 46	7,5			
66	19,7 -0,30	35,4 0,20	39,0 0,09	3,6 0,19	2,3 0,70	102 0,55	17 0,35	20,5 1,1	11,5			
67	16,5 -0,07	50,8 0,18	26,3 0,29	— 0,31	Hl 1,6 0,41	98 0,28	25 0,32	21,5 —	23			
68	21,2 -0,89	45,0 0,16	29,7 0,37	1,5 0,33	2,6 0,57	113 0,38	22,5 0,52	27 34,5	16			
69	19,5 -1,30	48,7 0,11	29,9 0,26	0,7 0,38	Cc 1,2 0,28	114 0,47	23,5 1,8	19,5 38,5	18,5			

### Charakteristische Werte von Gesteinen, in denen Pyroxene auftreten

#### Pyroxene B

Nr.	Q <sub>α</sub>	π L k'	M mg'	μ Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
70 a	18,5 -0,34	35,0 0,14 0,34	43,1 0,25 0,59	1,4 0,44 0,36	2,0	109 3,6	21	40	23 1,2	16
70 b	18,8 -0,65	40,4 0,09 0,50	35,9 0,24 0,58	1,9 0,44 0,32	3,0	109 4,9	19	42	23 1,5	16
71 a	12,3 -0,20	24,7 0,27 0,22	61,4 0,08 0,80	1,6 0,58 0,44	0,0	101 2,2	19	47	22,5 0,8	11,5
71 b	18,3 -0,97	44,2 0,24 0,22	34,4 0,30 0,38	1,3 0,27 0,28	1,8	98 3,2	22	39	25,5 0,8	13,5

#### Pyroxene C

Nr.	Q <sub>α</sub>	π L k'	M mg'	μ Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
72	27,8 +0,58	37,6 0,46 0,21	31,4 0,76 0,36	2,1 0,33 0,45	1,1	111 5,2	22,5	48	20 0,5	9,5
73 a	17,1 -2,84	52,2 0,00 0,31	18,7 0,49 0,25	— 0,13 0,00	Ns 5,9 Cc 2,7 Th 3,4	124	25	19	21,5	34,5
73 b	23,8 -4,47	56,7 0,11 0,57	9,4 0,06 0,33	0,6 0,31 0,55	0,6 Cs 7,0 Th 1,9	138 2,0	33	18,5	20 0,4	28,5
74 a	26,6 +0,48	29,8 0,67 0,11	42,5 0,40 0,65	0,8 0,39 0,26	0,3	98 1,7	18,5	38	40 0,25	3,5
74 b	18,6 -0,08	29,3 0,65 0,14	48,6 0,48 0,22	1,6 0,11 0,21	1,4 Cc 0,5	72,5 3,2	16	33,5	47 0,6	3,5

#### Pyroxene D<sub>1</sub>

Nr.	Q <sub>α</sub>	π L k'	M mg'	μ Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
77	35,5 +1,37	29,3 0,76 0,08	35,1 0,27 0,79	0,1 0,58 0,87	—	122 0,2	21,5	42	33,5	3
79 a	22,1 -0,29	38,6 0,51 0,17	37,7 0,20 0,50	1,6 0,40 0,24	—	92 3,6	22	45	26	7
79 b	21,1 -0,05	32,7 0,44 0,29	46,0 0,22 0,69	0,2 0,53 0,79	—	92 0,4	17	51,5	25	6,5
81	30,7 +0,85	29,8 0,55 0,12	38,2 0,23 0,48	1,2 0,37 0,10	Cc 0,1	117 3,0	19	48	27,5	5,5
83	28,2 +0,52	32,2 0,74 0,08	38,6 0,21 0,70	0,7 0,56 0,23	0,3	99 1,5	21	45,5	30,5 0,1	3

**Charakteristische Werte von Gesteinen, in denen  
Pyroxene auftreten**

**Pyroxene D<sub>2</sub>**

Nr.	Q <sub>a</sub>	π L k'	γ M mg'	μ Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
85	36,8 +0,87	50,8 0,00 0,32	10,1 0,31 0,25	0,6 0,18 0,43	0,4 Ns 1,3	236 2,4	35	19,5	9,5 0,4	37
87 a	34,0 +0,35	48,1 0,27 0,08	16,4 0,30 0,04	0,7 0,03 0,21	0,8 Ns 1,3	161 2,0	32	24	25,5 0,5	18,5
87 b	39,0 +2,00	35,9 0,17 0,29	22,7 0,14 0,08	0,9 0,07 0,35	1,5 Ns 1,3	188 3,0	22,5	43	17,5 1,0	17
87 c	34,5 +1,0	40,1 0,36 0,20	23,2 0,02 0,11	0,8 0,11 0,30	1,4 Ns 1,3	147 2,4	26,5	43,5	17,5 0,8	12,5

**Pyroxene E**

Nr.	Q <sub>a</sub>	π L k'	γ M mg'	μ Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
89 a	25,5 0,00	38,3 0,00 0,82	27,9 0,24 0,72	1,6 0,55 0,61	3,9 Ns 2,8	140 4,8	18,5	41	19,5 2,2	21
89 b	14,4 -1,70	48,2 0,00 0,85	31,4 0,36 0,77	1,2 0,49 0,80	3,1 Ns 1,7	125 3,6	16	26,5	40 1,9	17,5
90	28,8 -15,7	67,6 0,03 0,25	3,1 0,00 0,07	0,2 0,07 0,06	Sp 0,3 Ns 0,3	202 0,8	46	8,5	2,5 —	43
91	44,1 +4,40	47,2 0,08 0,21	8,6 0,35 0,52	— 0,34 0,52	0,1 Ns 0,3	268 —	37	16,5	15 0,1	31,5
92	35,6 +1,10	53,3 0,13 0,34	9,3 0,00 0,19	0,7 0,10 0,57	1,1 Ns 0,3	201 2,6	39,5	20,5	11 0,8	29
94	35,3 -1,56	57,7 0,00 0,12	6,1 0,44 0,27	0,3 0,21 0,82	0,3 Ns 0,3	240 1,2	40,5	10	8,5 0,3	41
96	44,6 +3,05	32,8 0,04 0,28	22,4 0,07 0,05	0,2 0,04 0,51	— Ns 0,3	240 0,9	21,5	53	5,5 —	20
97	24,5 -4,24	63,8 0,03 0,34	10,9 0,28 0,12	0,1 0,09 0,56	Hl 0,7 Ns 0,3	167 0,2	37	18	9 —	36

**Pyroxene F**

Nr.	Q <sub>a</sub>	π L k'	γ M mg'	μ Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
101	24,0 -12,5	70,5 0,04 0,36	5,5 0,26 0,07	— 0,06 1,0	— —	176 —	42,5	10	6,5 —	41
106	28,9 -24,3	66,0 0,00 0,19	3,6 0,07 0,07	— 0,06 0,83	Cc 0,5 Ns 1,0	209 —	43,5	9	2 —	45,5
111	29,6 + 1,1	12,3 0,00 0,17	35,6 0,01 0,02	0,4 0,02 0,54	0,6 Ns 21,5	105 1,0	6,5	67,5	2 0,3	24

**Charakteristische Werte von Gesteinen, in denen  
Pyroxene auftreten**

**Pyroxene G**

Nr.	Q <sub>a</sub>	π	L k'	γ	M mg'	μ	Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
112	32,2 +0,66	39,2 0,58	0,15	27,5 0,11	0,8 0,50	0,44	0,18	0,3	120 2,2	26,5	41,5	25 0,2	7
113	31,1 +0,87	30,4 0,51	0,23	37,2 0,19	1,0 0,52	0,42	0,07	0,3	120 2,6	19	50	25 0,2	6
114	26,9 +0,39	32,7 0,60	0,20	38,7 0,19	0,6 0,61	0,50	0,09	1,1	101 1,4	20	47,5	27,5 0,5	5
115	23,6 +0,18	31,7 0,56	0,11	41,5 0,19	3,0 0,61	0,50	0,09	0,2	96 6,9	18,5	51,5	24,5 0,1	5,5
116	22,4 +0,01	33,7 0,41	0,06	41,9 0,15	1,8 0,32	0,27	0,17	0,2	98 4,2	18	54,5	20 0,1	7,5
117	28,8 +0,52	33,7 0,44	0,12	36,3 0,19	0,6 0,39	0,32	0,14	0,6	116 1,6	20	48	24 0,3	8
118	30,6 +0,87	28,9 0,65	0,06	39,3 0,19	0,7 0,48	0,39	0,19	0,5	111 1,7	19	49,5	27,5 0,2	4
120	28,5 +0,32	39,4 0,51	0,03	30,2 0,18	1,8 0,44	0,36	0,19	0,1	113 4,6	25	41,5	25,5 0,1	8
123	28,6 +0,86	23,9 0,29	0,08	44,4 0,17	1,7 0,07	0,06	0,14	1,4	120,5 4,0	12,5	60,5	20 0,7	7
124	21,7 +0,28	25,8 0,63	0,16	48,1 0,29	3,6 0,65	0,36	0,09	0,8	88 7,7	15	48,5	33 0,3	3,5
126	27,3 +0,30	33,3 0,40	0,19	50,4 0,14	1,2 0,58	0,49	0,59	0,8	114 0,4	19	52,5	20,5 —	8
127	29,1 -0,09	44,8 0,48	0,12	25,9 0,20	0,2 0,64	0,52	0,14	—	116 0,4	28	35	27 —	10
128	23,4 -1,20	48,5 0,20	0,14	22,4 0,15	2,3 0,35	0,30	0,27	3,4	121 6,4	26,5	35	20,5 1,9	18

**Pyroxene H**

Nr.	Q <sub>a</sub>	π	L k'	γ	M mg'	μ	Ru w	Cp und Varia	si ti	al	fm	c p	alk
130	30,7 +0,88	27,4 0,90	0,12	41,7 0,11	0,2 0,48	0,43	0,13	—	101 0,5	19	55	25 —	1
132 a	39,5 +1,78	38,7 0,53	0,11	21,4 0,13	0,4 0,45	0,39	0,29	—	155 1,3	29	36,5	25,5 —	9
132 b	44,8 +3,56	38,9 0,47	0,11	15,9 0,10	0,4 0,33	0,30	0,28	—	192 1,5	32	32	24 —	12
133	13,4 -0,60	34,9 0,22	0,22	49,3 0,16	0,9 0,55	0,46	0,45	1,5	81 1,8	15	57,5	18 0,6	9,5
136	24,0 +0,14	33,0 0,63	0,08	42,1 0,12	0,7 0,65	0,65	0,17	0,1	91 1,4	19,5	53,5	22,5 0,02	4,5

**Charakteristische Werte von Gesteinen, in denen  
Orthopyroxene auftreten**

Nr.	Q <sub>a</sub>	L <sub>π</sub>	L <sub>k'</sub>	M <sub>γ</sub>	M <sub>mg'</sub>	Ru <sub>μ</sub>	Ru <sub>w</sub>	Cp und Varia	si	ti	al	fm	c <sub>p</sub>	alk
4	4,3 +0,09	0,75	1,2 —	94,5 0,01	0,91	0,90	0,22	—	51	0,5	98,5	1	—	—
6	4,7 +0,11	1,0	2,0 ?	92,0 0,00	0,90	0,90	0,66	Sp 1,3	59	2	97	1	—	—
20, 24	24,7 -0,06	0,42	38,4 0,05	44,5 0,20	0,59	0,47	0,23	0,7	103 3,9	15,5	54,5	23,5 0,3	6,5	—
23	32,4 +1,00	0,60	32,1 0,24	32,9 0,00	0,70	0,71	0,01	Cc 1,2 Sp 0,7	118 1,1	22	55	17,5 0,1	5,5	—
25	39,3 +2,05	0,42	37,7 0,34	20,7 0,07	0,39	0,36	0,06	0,2	166 6,5	28	40,5	20 0,1	11,5	—

Tabelle 4.

**Magmentyp, Fundort und Mineralzusammensetzung  
der zu den Pyroxenanalysen gehörigen Gesteine**  
**Pyroxene A:**

Nr.

- 2 Quarz-Hypersthene-Diorit, normalquarzdioritisch, Mt. Wati (Ote), West Nile District, Uganda. Quarz 10,0 Vol.-%, Feldspat 49,0 %, Hornblende 14,3 %, Diopsid 1,6 %, Hypersthene 12,0 %, Granat 5,1 %, Erz 6,9 %.
- 4 Pyroxengranit, melaquarzdioritisch, Laveline, Vogesen.
- 9 Quarzlatit, farsunditisch-leukoquarzdioritisch, Carnero, Creek, Del Norte Quadr., Colorado. Nur ungefähres Vergleichsmuttergestein.
- 10 Monchiquit, Hibina Mts., Russland. Hornblende 43,3 %, Pyroxen 13,5 %, Olivin 0,4 %, Zeolith 0,8 %, Grundmasse 42 %.
- 12a Basalt, normalgabbro-dioritisch, Conejos Quadr., Colorado. Plagioklas 62 %, Augit 20 %, Olivin 2 %, Erz 3 %, sekundäre Mineralien 8 %.
- 12b Olivin-Andesit, beringitisch, N. E. Green Mts., Conejos Quadr., Colorado. Mkl. Augit 18 %, Hypersthene 1 %.
- 12c Andesit, normaldioritisch, Sheep Mts., San Juan Region, Colorado.
- 12d Andesit, leukoquarzdioritisch-larvikitisch. Sheep Mts., Saguache Quadr., Colorado.
- 12e Latit, normalquarzdioritisch-leukopeléitisch, Chiquita Peak, NE. Green Mts., Conejos Quadr., Colorado.
- 12f „Andesit“, aplitgranitisch, Cochetopa Quadr., Colorado.
- 14 Syenitischer Lamprophyr, normalshonkinitisch, Two Buttes, Arcansas Valley, Colorado. Feldspatgrundmasse (vorwiegend Orthoklas), Biotit, Augit,  $\pm$  Magnetit-Einsprenglinge.

Nr.

**Pyroxene B:**

- 17 Pyroxenreicher Dolerit, arriégitisch-pyroxenolithisch, Scawt Hill, Antrim Co. Augit, Labrador, Olivin,  $\pm$  Magnetit, Apatit.
- 18 Monchiquit, c-gabbrotheralithisch-ankaratritisch, Turja, Halbinsel Kola. Einsprenglinge: Olivin, Augit; aphanitische Grundmasse.
- 20 Basaltasche, na-miharaitisch-sommaitdioritisch-antrohitisch, Stromboli.
- 21 Pyroxenit, normalgabbrotheralithisch, Finnland. Plagioklas (An 33), Pyroxen,  $\pm$  Leukoxen, ophitische Struktur.
- 23 Vulkanasche, normaltheralithgabbroid, Monte Rossi, Aetna. Grünlicher Augit in aphanitischer Grundmasse.
- 27a Nephelinmonchiquit, pyroxenitisch, Wildcat Peak, Navajo Hopi.
- 27b Monchiquit, hornblenditisch, Hopi Buttes.
- 27c Analcimbasant, ankaratritisch, Hopi Buttes.
- 30 Olivinbasalt, hornblenditisch-issitisch, Tristan da Cunha. Einsprenglinge: Plagioklas 16 %, Olivin 5, Augit 3, Erze 1. Grundmasse: Plagioklas 30, Alkalifeldspat, Anemousit 17, Augit 20, Olivin 2, Erz 6.
- 31 Hyperstheneoliviningabbro (Nr. 4077), gabbroid-eukritisch, Kangerdlugssuaq, Grönland. Plagioklas (An 66) 55 Vol.-%, Klinopyroxen 21, Orthopyroxen (45 Hy) 5, Olivin (36 Fa) 17,5, Erz 1,5.
- 32 Tephrit, belugitisch-turjaitgabbroid, essexitgabbrodioritisch, normalgabbroid, Tenerifa. Plagioklas (An 70—35), basaltischer Augit, Olivin,  $\pm$  Magnetit, Ilmenit, Apatit. Mittelwert, Plagioklas 50—70 Vol.-%, Augit 20—40, Olivin 5—10, Magnetit, Ilmenit 7—12.
- 33 Quarzgabbro (Nr. 1222), miharaitisch, Kangerdlugssuaq, Grönland. Plagioklas (An 56) 55,5 Vol.-%, Klinopyroxen 20,6, Erz 2, Quarz 3.
- 34 Missourit, shonkinitisch-missouritisch-normalsommaitisch, Villa Senni, Italien. Typ A: Leucit 49 Vol.-%, Augit 43, Hauyn 2, Nephelin Sp., Biotit 4, Apatit 1,5, Melanit 0,5. Typ. B: Leucit 40 Vol.-%, Augit 35, Hauyn 5, Nephelin 5, Biotit 5, Magnetit 1,5, Apatit 1,5, Melanit 1.
- 38 Shonkinit, normalmissouritisch, Square Butte, Montana.
- 39 Albaniit, shonkinitisch-missouritisch, normalmissouritisch, Fosse Tavolato, Albanerberge.
- 41 Tinguitgang, normalijolithisch, Two Buttes, Colorado. Hellgrüner Augit, Hornblende, Apatit, Magnetit, Alkalifeldspat, in dunkler, isotroper Grundmasse.
- 42 Olivindolerit, diallagitisch-pyroxenitisch, Fayal d'Agua, Azoren. Einsprenglinge: Olivin, Augit ( $> 50$  Vol.-%); ophitische Grundmasse mit Plagioklas, Augit, Olivin, Magnetit.
- 43/44 Pyroxengranulit, hornblenditisch, Hartmannsdorf, Sachsen. Hypersthen 28,5 Vol.-%, Klinopyroxen 29,5, Plagioklas 32,5, Granat 3,3, Ilmenit 4,4, Orthoklas 0,5, Magnetit 0,4, Apatit 0,9.
- 48 Analcim-Basalt, normalgabbrotheralithisch, The Basin, Colorado.
- 49a—e Essexitporphyrite und Basalte, monzonitdioritisch, Stöf fel, Westerwald.
- 50a—d Nephelindolerit, normalgabbrotheralithisch, Löbauerberg, Lausitz. Einsprenglinge: Augit, Nephelin, Magnetit, Apatit. Grundmasse: Glasmetastesis, Magnesiaglimmer, Sanidin.
- 51 Leucitbasanit, normaltheralithgabbroid, Kraterboden des Vesuv.

Nr.

- 53a **Nephelin-Andesin-Basalt**, hornblenditisch, Haleakala, Maui, Hawaii. Einsprenglinge: Oligoklasandesin, Augit, Olivin. Grundmasse: Augit, Erz, Nephelin, Orthoklas.
- 53b **Pikritbasalt**, hornblenditisch, Haleakala, Maui, Hawaii.
- 54a **Phonolith**, braun, essexitfayaitisch, Kaiserstuhl. Einsprenglinge: Sanidin, Hauyn, Pyroxen, Magnetit. Grundmasse: Sanidin, Hauyn, Aegirinaugitnadeln.
- 54b **Phonolith**, grün, leukosyenitisch, Kaiserstuhl. Analog wie 54a.
- 54c **Gangphonolith**, monmouthitisch, Kaiserstuhl. Einsprenglinge: Sanidin, Biotit, Hornblende, Melanit,  $\pm$  Wollastonit. Grundmasse: Nephelin, Hauyn, Sanidin, Aegirinaugit, zersetzer Sanidin.
- 55 **Diallagabro**, anorthositgabbroid, Val Susa, Piemont. Diallag 33 Vol.%, Zoisit, Epidot 50,5, Albit 13,5, Nebengemengteile 3.
- 56 **Basalt**, normalgabbroid, Mt. Taylor, New Mexico.
- 57 **Nephelinbasalt**, alkalihornblendeperidotitisch, Black Mt., Uvald Co., Texas. Olivin, Augit, Nephelin, Magnetit, Apatit.
- 58 **Tachyt**, dunkel, normalfayaitisch, Gleeser Feld, Laacher Seegebiet. Einsprenglinge: Feldspat, Hauyn, Augit, Hornblende, Biotit, Olivin, Titanit, Apatit. Grundmasse: Glas, Titanitaugit, Olivin, Plagioklas.
- 59 **Theralith**, normaltheralithisch, Comb Creek, Montana. Orthoklas 28 Vol.%, Nephelin 13, Sodalith 9, Augit 36, Magnetit 7, Biotit 4, Olivin 1, Titanit 3.
- 60 **Frischer Eklogit**, diallagitisch, Hurry Inlet, Grönland. Pyroxen 66,2 Vol.%, Granat 24,4, Quarz 7,6, Amphibol 1,3, Rutil 0,5, = 64,6 Gew.%, 27,6, 6,0, 1,2, 0,6.
- 61 **Tachydolerit**, normalessexitisch-monzonitdioritisch-lamproitisch, Kilimanjaro.
- 62 **Nephelin-Leucit-Basalt**, arriégitisch, Bausenberg, Laacherseegebiet. Einsprenglinge: Augit, Olivin,  $\pm$  Biotit. Grundmasse: Augit, Olivin, Leucit, Nephelin, Kalknatronfeldspat, Magnetit, Glas.
- 66 **Analcimbasalt**, melatheralithisch, Mte. Ferru, Sardinien.
- 67 **Hauynophyr**, ijolithisch-essexittheralithisch, Melfi, Italien. Nephelin,  $\pm$  Sanidin, Hauyn, Olivin, Augit.
- 68 **Leucitephrit**, normalsommaitisch, Falkenberg, Böhmen.
- 69 **Monchiquit**, normaltheralithisch-essexitisch, Sta. Cruz, Brasilien. Einsprenglinge: Hornblende, Augit,  $\pm$  Olivin, Magnetit, Apatit. Grundmasse: Glasbasis mit Sphärolithen.
- 70 **Theralith**, normaltheralithisch - melatheralithisch, Smaragdmine, Bo Plo, Siam. a: Magnetit 10,9 %, Olivin 4,4, Pyroxen 44,2, Glasgrundmasse 35,8, Krist.-Grundmasse 4,7. b: Magnetit 7,0, Olivin 4,2, Pyroxen 46,4, Krist.-Grundmasse 42,4.
- 71 **Olivinfourchit**, melatheralithisch, Antarktika. Grundmasse 66 %, Olivineinsprenglinge 22, frühe Pyroxeneinsprenglinge 5,5, späte do. 5,5, Picotit 1.

### Pyroxene C:

- 72 **Doleritischer Gang**, normalgabbrodioritisch essexitgabbroid, Kaersut, Grönland. Titanitaugit 18 Vol.%, Plagioklas 33 (ab 20 $\frac{1}{2}$ , an 12 $\frac{1}{2}$ ),

Nr.

- Nontronit  $\pm$  Biotit 38,8, Ilmenit 4, Chlorit 3, Calcit 1,3, Apatit 1,2, Natrolith 0,3.
- 73 Leucitophyr, kalifoyaitisch, Burgberg bei Rieden, Laachersee. Hauptgemengteile: Alkalifeldspat, Leucit, Nephelin, Nosean, Aegirin, Biotit. Nebengemengteile: Melanit, Magnetit, Titanit,  $\pm$  Calcit, Apatit. Einsprenglinge: Nosean, Leucit, Feldspat, Biotit, Aegirin. Grundmasse: Nephelin, Alkalifeldspat, Aegirin.
- 74a Melilithnephelinoliterit, pyroxenolithisch, Scawt Hill, Co. Antrim. Pyroxen, Plagioklas (an 65 %),  $\pm$  Olivin (< 3 %), Thomsonit, Analcim.
- 74b Titanaugitreiches Melilithgestein, pyroxenolithisch, Scawt Hill, Co. Antrim. Titanaugit, Melilith, Plagioklas (Labrador), Nephelin,  $\pm$  Wollastonit, Thomsonit, grüner Pyroxen.

#### Pyroxene D 1:

- 77 Cyaniteklogit, pyroxengabbroid, Bayern. Hauptgemengteile: Omphacit, Granat, Disthen,  $\pm$  Quarz. Nebengemengteile: Rutil, Eisenerz, Zoisit, Muskowit.
- 78 Eklogit, normalgabbroid, Silden, Nordfjord. Pyroxen 57,7 Vol. %, Granat 34,1, Quarz, Glimmer 7,9, Rutil 0,3 (Granat ebenfalls analysiert).
- 79 Eklogit, normalgabbroid, Burgstein, Oetztal. Hauptgemengteile: Omphacit, Granat, Hornblende. Nebengemengteile: Rutil, Erz, Zoisit, Quarz, Biotit,  $\pm$  Disthen.
- 81 Eklogit, arriégitisch, Glenelg-District, Inverness-shire. Omphacit 56,6 Gew. %, Granat 36,6, Quarz 5,7, Rutil 1,1 (Granatzusammensetzung aus Lichtbrechung ermittelt).
- 83 Disthenreicher Eklogit, arriégitisch, Fay, Frankreich.

#### Pyroxene D 2:

- 85 Syenit, kaligibelitisch, White Mountain, U. S. A. Quarz 1 %, Mikroklinperthit 80,0, Labrador 6,5, Biotit 1,0, Hedenbergit 6,0, Pyroxen 1,0, Akzessorien 4,5.
- 87a Hedenbergitandesinit, essexitakeritisch (Nr. 4136), Kangerdlugssuaq, Ostgrönland. Quarz 26 %, Plagioklas (An 29) 56, Klinopyroxen 15, Erz 2, Apatit 1.
- 87b Hedenbergitgranophyr, mugearitisch (Nr. 3047), Kangerdlugssuaq, Ostgrönland. Quarz 36 %, Plagioklas (An 20) 40, Klinopyroxen 13, Erz 11.
- 87c Basischer Hedenbergitgranophyr (Nr. 4137), mugearitisch, Kangerdlugssuaq, Ostgrönland. Quarz 39 %, Plagioklas (An 42) 28, Klinopyroxen 22, Erz 10, Apatit 1.

#### Pyroxene E:

- 89a Wyomingit, yogoitisch-lamproitisch. Boars Tusk, Leucite Hills, Wyoming. Hauptgemengteile: Phlogopit, Leucit, Diopsid. Nebengemengteil: Apatit.
- 89b Madupit, vesbitisch. Pilote Butte, Leucite Hills, Wyoming. Hauptgemengteile: Diopsid, Phlogopit, Glasgrundmasse mit Leucitzusammensetzung. Nebengemengteile: Perowskit, Magnetit.

Nr.

- 90 **Nephelinsyenit**, normalfoyaitisch. Salem Neck, Essex Co., Mass. Albit 43 %, Nephelin 20 %, Biotit 6 %, Orthoklas 27 %, Cancrinit 1 %, Zirkon, Magnetit etc. 3 %.
- 91 **Hornblendeglimmerdiorit**, leukoquarzdioritisch. Rossie, western Adirondacks, New York. Hauptgemengteile: Hornblende, Biotit, Plagioklas, Pyroxen. Nebengemengteile: Titanit, Apatit, Granat.
- 92 **Augit-Natrongranit**, pulaskitisch-essexitfoyaitisch. Kekequabic Lake, Minnesota.
- 93 **Larvikit**, pulaskitisch-essexitfoyaitisch. Byskoven, Larvik, Norwegen. Feldspat 82 %, Nephelin 2 %, Pyroxen 5 %, Lepidomelan 2,5 %, Barkevikit 2,5 %, Olivin 1,5 %, Eisenerz 3,5 %, Apatit 1 %.
- 94 Helle Schliere in **Syenit**, nordmarkitisch, Kamienny Row, Mariupol. Albit 78 Gew. %, Mikroklin 11, Augit 7, Akzessorien 4.
- 96 **Aegiringranit**, schwach normalevisitisch, Madagaskar; enthält grosse Aegirin- und Riebeckitkristalle.
- 97 **Nephelinsyenit**, normalfoyaitisch, Zwart Koppies, Transvaal.

#### Pyroxene F:

- 100 Gross- bis grobkörniger **Nephelinsyenit**, Laven, Norwegen. Feldspat, Eläolith, Spreustein, Ti-Magnetit, Aegirin, Zirkon, Flusspat.
- 101 **Eläolithsyenit**, kalifoyaitisch, Barreros, Brasilien. Gänge mit eläolithporphyrischer und tinguaitscher Saalbandverdichtung.
- 102 **Nephelinsyenitpegmatit**. Magnet Cove, Arkansas.
- 103 **Nephelinsyenit**. Magnet Cove, Arkansas.
- 104 **Nephelinsyenit**, Arö Skjär, Norwegen.
- 105 Mikroklinreicher **Pegmatit**, reich an Sulfiden. Rainy Creek, Montana.
- 106 **Alkaligneis**, normalfoyaitisch. Cevadaes, Portugal. Albit 45½ Vol. %, Orthoklas 20 %, Nephelin 25,5 %, Aegirin 7 %, Cancrinit 1 %, Magnetit, Zirkon 1 %.
- 111 **Pedrosit**, alkalimafitisch. Alter Pedroso, Portugal. Einsprenglinge: Aegirin. Grundmasse: Osannit, Albit, Analcim, Magnetit.

#### Pyroxene G:

- 112 **Gabbro mit Pigeonit**, c-gabbroid, Pigeon Point, Minnesota.
- 113 **Diabas**, normalgabbroid. Goore Creek, London Co., Virginia. Mit Pyroxen, Plagioklas (Anorthit 53),  $\pm$  Biotit, Apatit, Quarz, Erz.
- 114 **Olivindolerit**, arriégitisch bis normalgabbroid, Co. Antrim, Irland.
- 115 **Basalt**, normalgabbroid bis eukritisch, Hiva Oa, Marquesas Inseln. Pyroxene aus der Grundmasse.
- 116 **Eisenhortonolithgabbro** (Nr. 1907), fe-hornblenditisch, Kangerdlugssuaq, Grönland. Plagioklas (An 50) 56 Vol. %, Klinopyroxen 20, Olivin (Fayalit 64) 16, Erz 8, Apatit Sp.
- 117 **Plateaubasalt**, normalgabbroid, Kolhapur, Indien. Ophitstruktur mit Plagioklas, Augit,  $\pm$  Magnetit, Apatit.
- 118 **Metadolomit**, arriégitisch, Uganda, Ostafrika. Feldspat (An 68) 43,2 Vol. %, Diopsid 22,5, Hypersthen 28,0, Eisenerz 6,3.
- 120 **Gabbro** (Nr. 3662), c-gabbroid, Kangerdlugssuaq, Grönland. Plagioklas (An 45) 60 Vol. %, Klinopyroxen 33, Orthopyroxen 2, Erz 5, Apatit Sp.

## Nr.

- 123 **F a y a l i t f e r r o g a b b r o** (Nr. 1881), hornblenditisch, Kangerdlugs-suaq, Grönland. Quarz 11 Vol.%, Plagioklas (An 32) 29, Klinopyroxen 35, Olivin 17, Erz 8, Apatit 1.
- 124 **I l m e n i t g a b b r o**, issitisch-kalipolzenitisch, Oirotia, Westsibirien. Blau-grüner Plagioklas, dunkler Titanaugit,  $\pm$  Ilmenit, Apatit, Chlorit, Quarz.
- 126 **O l i v i n l a b r a d o r i t b a s a l t**, normalgabbroid-essexitgabbroid, Mount Novrat, Terang.
- 127 **L a b r a d o r f e l s**, belugitisch, Alvaerstroemen, Norwegen. Plagioklas, Granat, Pyroxen,  $\pm$  Biotit, Ilmenit, Magnetit, Apatit, Pyrit.
- 128 **K a e r s u t i t b a s a l t**, mugearitisch (normaltheralitisch), Oki Island, Japan. Einsprenglinge: Plagioklas (zonar, An 68—42), Augite (Hypersthen,  $\beta$ -Hypersthen, diopsidischer Augit [analysiert]), Kaersutit, Ilmenit, Biotit, Apatit, Olivin. Grundmasse: Olivin, Titanaugit, Feldspat, Analcim.

**Pyroxene H:**

- 130 **M e t e o r i t**, eukritisch, Moore Co., North Carolina. Bytownit, Pyroxen, Glasgrundmasse.
- 132a **A n d e s i t**, peléeitisch-belugitisch, Hakone Vulkan, Japan. Einsprenglinge: Plagioklas An 55—88 %, Hypersthen En 61 Fs 39, Augit Wo 35 En 43 Fs 22. Grundmasse: Plagioklas An 42—69, Anorthoklas, Pigeonite Wo 20 En 38 Fs 42. Nebengemengteile: Biotit, Quarz, Ilmenit, Magnetit, Apatit.
- 132b **A n d e s i t**, peléeitisch, Hakone Vulkan, Japan. Einsprenglinge: Plagioklas An 72—98 %, Hypersthen En 60 Fs 40, Augit Wo 34 En 43 Fs 23. Grundmasse: Plagioklas An 39—57, Anorthoklas, Pigeonit Wo 9 En 34 Fs 57. Nebengemengteile: Magnetit, Quarz, Biotit, Apatit, Ilmenit.
- 133 **O l i v i n f o u r c h i t**, kaulaitisch, Antarktika. Einsprenglinge: Olivin (analysiert), Pyroxen. Grundmasse: aphanatisch mit Olivin.
- 135 **D i a b a s**, Foglö, Källsholm, Ålands Inseln. Hauptgemengteile: Plagioklas, Pyroxen. Nebengemengteile: Magnetit, dunkler Glimmer, Hornblende, Quarz. Struktur: ophitisch.
- 136 **H y p e r s t h e n - O l i v i n g a b b r o**, eukritisch - hornblenditisch, Kangerdlugssuaq, Grönland. Plagioklas (An 67) 56 Vol.%, Klinopyroxen 29, Orthopyroxen 3, Olivin 11, Erz 0,7, Apatit Spur.

**Orthaugite:**

- 4 **D u n i t**, peridotitisch, Vuoka Ruopsok, Nord-Schweden. Olivin 79,6 Gew.%, Enstatit 12,3, Hornblende 6,4, Chromit 1,3, Breunnerit 0,4.
- 6 **P e r i d o t i t**, peridotitisch, Loderio. Olivin, Hypersthen (Tremolit, Talk, Serpentinasbest, Chlorit, Magnetit, Karbonat).
- 20, 24 **P y r o x e n g r a n u l i t**, hornblenditisch, Hartmannsdorf, Sachsen. Hypersthen 28,6 Gew.%, Klinopyroxen 29,6, Plagioklas 32,6, Granat 3,3, Ilmenit 4,4, Nebengemengteile 1,6.
- 23 **N o r i t**, normalgabbroid, Arnage, Aberdeenshire. Feldspat, Hypersthen,  $\pm$  Diallag, Hornblende. Nebengemengteile: Apatit, Biotit, Erz.
- 25 **Q u a r z - B i o t i t - N o r i t**, orbitisch, Methlick, Aberdeenshire. Quarz 13,5 Vol.%, Plagioklas (An 57) 58,4, Biotit 12,5, Hypersthen 14,0, Erz 1,6.
- 26 **N o r i t**, Methlick, Aberdeenshire. Plagioklas (An 66), Biotit, Magnetit, Hypersthen.

Tabelle 5.

## Literaturangaben

Nr.

## Pyroxene A:

- 1 E. S. SIMPSON, Contributions to the mineralogy of western Australia. VII. Jour. R. Soc. W. Australia, 18 (1931—32), 67.
- 2 A. W. GROVES, The charnockite series of Uganda, British East Africa. Quart. Jour. Geol. Soc. London, 91 (1935), 150—207.
- 3 J. UHLIG, Über einen manganhaltigen Diopsid aus dem Radautal bei Harzburg. N. Jahrb. f. Min. etc., B. Bd. 39 (1914), 447.  
J. UHLIG, Der Nephrit von Harzburg. N. Jahrb. f. Min., B. Bd. 39 (1914), 466.
- 4 C. I. P. W., Quantitative classification of igneous rocks. Chicago 1903. Tab. XII, Nr. c.
- 5 W. F. FOSHAG, Mineralogy and geology of Cerro Mercado, Durango, Mexico. Proc. U. S. Nat. Mus. 74 (1928), 1—27. Ref.: N. Jahrb. f. Min. etc., Ref. I (1929), 441.
- 6 E. S. LARSEN, J. IRVING, F. A. GONYER, Petrologic results of a study of the minerals from the tertiary volcanic rocks of the San Juan Region, Colorado. Am. Min. 21 (1936), 695.  
W. CROSS and E. S. LARSEN, A brief review of the geology of the San Juan Region of southwestern Colorado. U. S. Geol. Surv. Bull. 843 (1935).
- 7 S. KÔZU and J. UEDA, Thermal expansion of diopside. Proc. Imp. Acad. Tokio 9 (1939), 219.
- 8 F. RODOLICO, Note su alcuni minerali dell'Albania settentrionale. Periodico di Min. 2 (1931), 9.  
E. A. DE LA RUE et L. CHÉTELAT, Observations sur les roches vertes de l'Albanie. Bull. Soc. Géol. France 24 (1924), 43.
- 9 E. S. LARSEN, J. IRVING F. A. GONYER, loc. cit. No. 6.
- 10 N. LUPANOVA, Basaltic hornblende and augite from monchiquite of Hibina Mountains. Trav. Inst. pétrogr. Ac. Sc. d. l'URSS. 1934, S. 53—63. Ref.: N. Jahrb. f. Min., Ref. II (1935), 328.  
C. CLAUSSSEN, Anorthoklas und Titaniteinsprenglinge aus dem Theralith von Bo Ploi, Siam. Z. angew. Min. 3 (1941), 261.
- 11 H. WILLIAMS, Pliocene volcanoes of the Navajo-Hopi Country. Bull. Soc. Geol. Am. 47 (1936), 111.
- 12 E. S. LARSEN, J. IRVING, F. A. GONYER, loc. cit. Nr. 6.  
R. C. WELLS, Analysis of rocks and minerals 1914—37. Bull. U. S. Geol. Surv. No. 878 (1932), 14—19.
- 13 P. J. BEGER, Optische Messungen an einem Titanaugit. Neues Jahrb. f. Min. etc. A, B. Bd. 63 (1932), 155.  
E. A. WÜLFING, Beiträge zur Kenntnis der Pyroxenfamilie. Tscherm. Min. Petr. Mitt. 15 (1896), 43—47. (Lokalitätsangabe Renfrew, New Jersey, fehlerhaft.)
- 14 S. KÔZU and H. S. WASHINGTON, Augite from Stromboli. Am. Jour. Sc. 45 (1918), 463.  
W. CROSS, Powersose (syenitic lamprophyre) from Two Buttes, Colorado. Jour. Geol. 14 (1906), 165.
- 15 P. ESKOLA, On the eclogites of Norway. Vid.-Selsk. Skrifter, I. M.-N. Kl. No. 8 (1921), 28.

Nr.

**Pyroxene B:**

- 16 R. OHASHI, Augite from Nishigatake, Japan. Min. Mag. 19 (1922), 179. Berichtigte Analyse: Min. Abstr. 6 (1937), 185.  
C. CLAUSSEN: Z. angew. Min. 3 (1942), 255.
- 17 C. E. TILLEY and H. F. HARWOOD, The dolerite-chalk contact of Scawt Hill, Co. Antrim. Min. Mag. 22 (1931), 448, 451.
- 18 E. H. KRANCK, On turjaite and ijolite stem of Turja, Kola. Fennia 51 (1929), 55 und 58 (Tab. IX, Nr. 1).
- 19 Beiträge zur Geologie Japans (keine weiteren Literaturangaben).
- 20 S. KÔZU and H. S. WASHINGTON, Augite from Stromboli. Am. Jour. Sc. 14 (1918) 463 ff., 467, 469.
- 21 H. VÄYRYNEN, Petrologie des Nickelerzfeldes Kaulatunturi-Kammkivitunturi in Petsamo. Bull. Comm. Finl., Nr. 116 (1938), 82, 86.
- 22 L. R. WAGER and W. A. DEER, Geological investigations in East Greenland, part: III. Medd. om Grönland, 105 (1939), 152.
- 23 H. S. WASHINGTON and H. E. MERWIN, Note on augite from Vesuvius and Etna. Am. Jour. Sc. 51 (1921), 29, Tab. II, Nr. 2.  
H. S. WASHINGTON, M. AUROUSSEAU, M. G. KEYES, The lavas of Etna. Am. Jour. Sc. 12 (1926), 404.  
S. DI FRANCO, Atti R. Acad. Lincei (6) 11 (1930), S. 212.
- 24 Mittel aus Augitanalysen japanischer Basalte.
- 25 K. SCHLOSSMACHER, Datensammlung gesteinsbildender Mineralien für 1933. Fortschr. der Min. etc. 21 (1937), 368.
- 26 H. KUNO and M. SAWATARI, On the augites from Wadaki, Idu, and from Yoneyama, Etigo, Japan. Jap. Jour. Geol. Geogr. 11 (1933/34), 327, 343.
- 27 H. WILLIAMS, Pliocene volcanoes of Navajo-Hopi Co. Bull. Geol. Soc. Am. 47 (1936), 111.
- 28 W. WAWRYK, Sur l'augite commune et titanifère des teschénites en Pologne. Arch. Min. 11 (1935), 175—182. Ref.: N. Jahrb. Min. etc. 1936, I, S. 71.
- 29 P. I. LEBEDEFF, The titanite-magnetite gabbro mass, Patyn (western Siberia). Trav. Inst. Petrogr. Loewinson-Lessing, Acad. Sci. U. R. S. S. 1935, Nr. 5, S. 57—92. Ref.: Min. Abstr. 6 (1935/37), 321.  
C. CLAUSSEN, Z. angew. Min. 3 (1942), 257.
- 30 J. C. DUNNE, Volcanology of the Tristan da Cunha Group. Diss. Univ. Zürich 1941, S. 44, 62.
- 31 loc. cit. Nr. 22, S. 72, 77, 92.
- 32 W. KUNITZ, Die Rolle des Titans und Zirkoniums in den gesteinsbildenden Silikaten. N. Jahrb. f. Min. etc., B. Bd. 70 A (1936), 385—466.  
P. ESENWEIN, Zur Petrographie der Azoren. Diss. Univ. Zürich 1928, S. 44—46.
- 33 loc. cit. Nr. 22, S. 153 (Nr. VII) und 170.
- 34 H. S. WASHINGTON, The italite locality of Villa Senni. Am. Jour. Sc. 14 (1927), 183.
- 35 N. HARRIS, A petrological study of the Portrush sill and its veins. Proc. R. Irish. Acad. B 43 (1937), 95—134. Ref.: Min. Abstr. 7 (1938—40), 25.
- 36 F. ZAMBONINI, Über einige Mineralien von Canale Monterano in der Provinz Rom. Z. Krist. 40 (1905), 57.
- 37 loc. cit. Nr. 32, S. 409.

Nr.

- 38 S. KÔZU and H. S. WASHINGTON, loc. cit. Nr. 20, S. 467, 469.
- 39 H. S. WASHINGTON and H. E. MERWIN, Augite of the Alban Hills, Italy. Am. Min. 8 (1923), 105.
- 40 A. SCOTT, Augite from Bail Hill, Dumfriesshire. Min. Mag. 17 (1913—1916), 107.
- 41 C. I. P. W.: Quantitative classification of igneous rocks, Chicago 1903. Tab. XII, Nr. j.
- 42 P. ESENWEIN, Zur Petrographie der Azoren. Diss. Univ. Zürich 1928, S. 19, 54.
- 43, 44 H. v. PHILIPSBORN, Zur chemisch-analytischen Erfassung der isomorphen Variation gesteinbildender Minerale. Die Mineralkomponenten des Pyroxengranulits von Hartmannsdorf (Sa.). Chemie der Erde 5 (1930), 245.
- 45 Mittel von Augiten aus Syeniten und Dioriten.
- 46 Mittel von Augiten aus Basalten.
- 47 J. HOLZNER, Beiträge zur Chemie und Optik sanduhrförmiger Titanaugite. Z. Krist. A 87 (1934), 1—42.  
loc. cit. Nr. 32, S. 385 ff.  
H. JUNG, Die chemischen und provinziellen Verhältnisse der jungen Erup-  
tivgesteine Deutschlands und Nordböhmens. Chemie der Erde 3 (1928), 137.
- 48 C. I. P. W.: Quantitative classification of igneous rocks. Chicago 1903.  
F. W. CLARKE, Analysis of rocks. U. S. Geol. Surv. Bull. 168 (1900), 146.
- 49 loc. cit. Nr. 47.  
loc. cit. Nr. 32, S. 409.
- 50 J. STOCK, Die Basaltgesteine des Löbauer Berges. Tscherm. Min. Petr. Mitt. 9 (1888), 466.
- 51a K. MÜLLER, Augit vom Vesuv. II. Zbl. Min. etc. A 1936, S. 121, 122.
- 51b H. S. WASHINGTON and H. E. MERWIN, loc. cit. Nr. 23, S. 29.
- 51c J. JAKOB, Analyse 1933, pers. Mitt.
- 51d M. ALFANI, L'augite pneumatolitica raccolta sulle lave del fondo del cra-  
tere vesuviano nel 1929. Per. di Min. 5 (1934), 89.  
H. S. WASHINGTON, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 99 (1915), 691.
- 52 Älteres Augitmittel aus Andesit und Dacit.
- 53 H. S. WASHINGTON and H. E. MERWIN, Augite of Haleakala, Maui, Hawaiian Islands. Am. Jour. Sc. 3 (1922), 119.  
W. CROSS, Lavas of Hawaii and their relations. U. S. Geol. Surv., Prof. Paper 88 (1915).
- 54 loc. cit. Nr. 32.  
E. DEGER und W. MEIGEN, Chemische Untersuchungen phonolithischer und  
tinguaitischer Gesteine aus dem Kaiserstuhl. Zbl. f. Min. etc. 1924,  
S. 613, 614.
- 55 F. ZAMBONINI, Über den metamorphosierten Gabbro der Rocca Bianca im  
Susa-Tale. N. Jahrb. f. Min. etc. 1906 II, S. 110, 111.
- 56 J. S. DILLER, U. S. Geol. Surv. Bull. 591 (1915), 149.
- 57 loc. cit. Nr. 48, Tab. XII, Nr. n.  
F. W. CROSS, Analyses of rocks (1880—1899). U. S. Geol. Surv. Bull.  
168 (1900), 63.

Nr.

- 58 R. BRAUNS, Die chemische Zusammensetzung von Augit und Biotit, je aus tephritischer Lava und aus Laacher Trachyt. N. Jahrb. f. Min., B. Bd. 57 A (1928), 131—138.  
 R. BRAUNS, Der Laacher Trachyt und seine Beziehung zu anderen Gesteinen des Laacher Segeebietes. Neues Jahrb. Min., B. Bd. 41 A (1917), 481 (Nr. 17).
- 59 J. E. WOLFF, Igneous rocks of Crazy Mountains, Montana. Bull. Geol. Soc. Am. 49 (1938), 1619.
- 60 TH. G. SAHLSTEIN, Petrographie der Eklogiteinschlüsse in den Gneisen des südwestlichen Liverpool-Landes in Ostgrönland. Medd. om Grönland 95 (1935), 11—14, 19.
- 61 H. S. WASHINGTON and H. E. MFERWIN, Augite and hornblende from Kilimanjaro. Am. Min. 7 (1922), 123.  
 L. FINKH, Die Gesteine der Inseln Madeira und Porto Santo. Z. d. deutsch. geol. Ges. 65 (1913), 495, 500.
- 62 R. BRAUNS, Die chemische Zusammensetzung der Basaltlaven des Laacher Segeebietes. N. Jahrb. f. Min. etc., B. Bd. 56 A (1928), 469 (Gestein). loc. cit. Nr. 58, S. 133 (Augit).
- 63 loc. cit. Nr. 28. Ref.: N. Jahrb. f. Min. etc. 1936 I, S. 71.
- 64 B. E. WARREN, J. A. ALLEN, M. F. CONNER, A titaniferous augite from Ice River, British Columbia. Am. Jour Sc. 43 (1917), 75—78.
- 65 loc. cit. Nr. 32, S. 409.
- 66 H. S. WASHINGTON, The analcite basalts of Sardinia. Jour. Geol. 22 (1914), 747.  
 S. Kôzu und H. S. WASHINGTON, loc. cit. Nr. 20.
- 67 loc. cit. Nr. 48, Tab. XII, Nr. m.
- 68 loc. cit. Nr. 48.  
 H. ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, 1898, S. 346.
- 69 M. HUNTER und H. ROSENBUSCH, Über Monchiquit, ein camptonitisches Ganggestein aus der Gefolgschaft der Elaeolithsyenite. Tscherm. Min. Petr. Mitt. 11 (1890), 445 ff.
- 70 O. WEIGEL und E. KRÜGER, Die Saphirlagerstätten von Bo Plo in Siam. Diss. Marburg 1934.  
 C. CLAUSSEN, Anorthoklas- und Titanaugiteinsprenglinge aus dem Theralith von Bo Plo in Siam. Z. angew. Min. 3 (1942), 235.
- 71 C. N. FENNER, Olivine fourchites from Raymond Fosdick Mountains, Antarctica. Bull. Geol. Soc. Am. 49 (1938), 367 ff.

**Pyroxene C:**

- 72 F. K. DRESCHER und H. K. E. KRUEGER, Der Peridotit von Kaersut (Grönland) und sein Ganggefolge als Beispiel einer Sekretionsdifferentiation. Neues Jahrb. f. Min. etc., B. Bd. 57 A (1928), 587—590.
- 73 C. I. P. W., Quantitative classification of igneous rocks. Chicago 1903 Tab. XII, Nr. k.  
 H. ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, 1898, S. 278.  
 R. BRAUNS, Die phonolithischen Gesteine des Laacher Segeebietes und ihre Beziehungen zu andern Gesteinen dieses Gebietes. N. Jahrb. f. Min. etc., B. Bd. 46 A (1922), 47—56.  
 H. ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, 1898, S. 357.

Nr.

- 74 C. E. TILLEY and H. F. HARWOOD, The dolerite-chalk contact of Scawt Hill, Co. Antrim. The production of basic alkali-rocks by the assimilation of limestone by basaltic magma. *Min. Mag.* 22 (1929/31), 439 ff.
- 75 B. E. DIXON and W. Q. KENNEDY, Optically uniaxial titanaugite from Aberdeenshire. *Z. Krist. A* 86 (1933), 112 ff.
- 76 B. MAURITZ, Über einige gesteinsbildende Mineralien aus Ungarn. *Földtani Közleny* 40 (1910), 581—590. Ref.: *N. Jahrb. f. Min. etc.* 1911 II, S. 193.

### Pyroxene D 1:

- 77 C. E. TILLEY, The paragenesis of kyanite eclogites. *Min. Mag.* 24 (1935—1937), 422 ff.
- 78 P. ESKOLA, On the eclogites of Norway. *Vid. Skrift. I, No. 8* (1921), S. 38.
- 79 L. HEZNER, Ein Beitrag zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolite. *Diss. Univ. Zürich* 1903, S. 10/30.
- 80 H. S. WASHINGTON, *Proc. U. S. Nat. Mus.* 1917, S. 290.
- 81 A. R. ALDERMAN, Eclogites from the neighbourhood of Glenelg, Inverness-shire. *Quart. Jour. Geol. Soc. London* 42 (1936), 488 ff.
- 82 loc. cit. Nr. 78, S. 41.
- 83 Y. BRIÈRE, Les éclogites françaises, Leur composition minéralogique et chimique; leur origine. *Bull. Soc. Min. de la France* 43 (1920), 92—127.
- 84 loc. cit. Nr. 78, S. 32.

### Pyroxene D 2:

- 85 R. W. CHAPMAN and CH. R. WILLIAMS, Evolution of the White Mountain magma series. *Am. Min.* 20 (1935), 506 und 512.
- 86 C. Y. HSIEH, with C. C. SUN, Y. C. CHENG and K. CHERN, Geology of the iron deposits in the lower Yangtze region. *Mem. Geol. Surv. China, Ser. A*, 1935, no. 13. Ref.: *Min. Abstr. VI, No. 5*, 1936, S. 230.
- 87 L. R. WAGER and W. A. DEER, Geological investigations in East Greenland. Part. III. *Med. om Grönland* 105 (1939), Nr. 4, S. 77.
- 88 C. DOELTER, *Handbuch der Mineralchemie*, Bd. II<sub>1</sub>, S. 519.

### Pyroxene E:

- 89 F. W. CLARKE, Analysis of rocks and minerals 1880—1899. *U. S. Geol. Survey Bull. No. 168* (1900), S. 85/86.
- 90 H. S. WASHINGTON and H. E. MERWIN, The acmitic pyroxenes. *Am. Min.* 12 (1927), 246—249.
- H. S. WASHINGTON, The petrographical province of Essex County. *Jour. Geol.* 6 (1898), 803.
- 91 W. M. AGAR Contact metamorphism in the western Adirondacks. *Proc. Am. Phil. Soc.* 62 (1923), 95—142.
- C. H. SMYTH, The genetic relation of certain minerals of N. New-York. *Trans. New York Ac. Sc.* 15 (1896), 260—270.
- 92 C. I. P. W., Quantitative classification of igneous rocks. Chicago 1903, Tabelle XII, No. g.; *Am. Geol.* 11 (1893), 385.
- 93 loc. cit., No. 92, Tab. XII, No. h.
- H. ROSENBUSCH, *Elemente der Gesteinslehre*. S. 122/126.

## Nr.

- 94 J. MOROZEWCZ, Der Mariupolit und seine Blutsverwandten. *Tsch. Min. Petr. Mitt.* 40 (1930), 335—399.
- 95 R. BRAUNS, Injizierte metamorphe Schiefer aus dem Laacher Seegebiet. *Centralbl. f. Min. etc.* 1923, S. 457.
- 96 A. LACROIX, *Minéralogie de Madagascar.* Bd. I (1922), S. 516.  
A. LACROIX, *Matériaux pour la minéralogie de Madagascar.* Bd. 5 (1903), S. 235, No. d.
- 97 loc. cit. No. 92, Tab. XII, No. h.  
H. ROSENBUSCH, *Elemente der Gesteinslehre*, S. 122/126.
- 98 E. S. LARSEN und F. W. HUNT, Zwei vanadinhaltige Aegirine von Libby, Montana. *Z. Krist.* 53 (1914), 217.

**Pyroxene F:**

- 99 A. LACROIX, *Minéralogie de Madagascar.* Bd. 1 (1922), 538.
- 100 H. S. WASHINGTON and H. E. MERWIN, The acmitic pyroxenes. *Am. Min.* 12 (1927), 245—249.  
W. C. BRÖGGER, Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite. *Z. f. Krist.* 16 (1890) 121, 318, 329.
- 101 C. I. P. W., Quantitative classification of igneous rocks. Chicago 1903. Tab. XII, No.  
H. ROSENBUSCH, *Elemente der Gesteinslehre*, 1898, S. 122, 126.
- 102 H. S. WASHINGTON and H. E. MERWIN, loc. cit. 100, S. 243/249.  
CLARKE and STEIGER, *Am. Jour. Sci.*, 13 (1902), 36; U. S. Geol. Survey, Bull. 207 (1902), 47.
- 103 Siehe Nr. 102.
- 104 H. S. WASHINGTON and H. E. MERWIN, loc. cit., No. 100, S. 244, 249.  
loc. cit. Nr. 100, Tafel 29.
- 105 E. S. LARSEN und F. W. HUNT, Zwei vanadinhaltige Aegirine von Libby, Montana. *Z. Krist.* 53 (1914), 209.
- 106 A. OSANN, Über einen nephelinreichen Gneis von Cevadaes, Portugal. *N. Jahrb. f. Min.* 1907 II, S. 116, 123.
- 107 loc. cit. Nr. 100, S. 242, 249.
- 108 loc. cit. Nr. 100, S. 241, 249.
- 109 loc. cit. Nr. 100, S. 239, 249.  
PALACHE and WARREN, *Am. Jour. Sci.* 31 (1911), 550.
- 110 loc. cit. No. 100, S. 242, 249.
- 111 C. BURRI, Zur Petrographie der Na-Syenite von Alter Pedroso. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 8 (1928), 391, 412.

**Pyroxene G:**

- 112 A. N. WINCHELL, Mineralogische und petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine von Minnesota. *Am. Geol.* 26 (1900), 151—388.  
F. F. GROUT, Anorthosite and granite as differentiates of a diabase sill on Pigeon Point, Minnesota. *Bull. Geol. Soc. Am.* 39 (1928), 560.
- 113 E. V. SHANNON, The mineralogy and petrology of intrusive triassic diabase at Goose Creek, Loudoun County, Virginia. *Proc. U. S. Nat. Museum* 66 (1924), 1—68.
- 114 N. HARRIS, A petrological study of the Portrush sill and its veins. *Proc. Roy. Irish Acad.* 43 (1937), 95—134. Ref.: *Min. Abstr.* 7 (1938), 25.

Nr.

- 115 T. F. W. BARTH, Pyroxen von Hiva Oa, Marquesas-Inseln, und die Formel titanhaltiger Augite. N. Jahrb. f. Min. etc., Beil-Bd. 64, A (1931), 218.
- 116 L. R. WAGER and W. A. DEER, Geological investigations in East Greenland. Medd. om Grønland, 105 (1939), 77, Tab. VII u. Tab. XXXI.
- 117 C. N. FENNER, The crystallisation of basalt. Am. Jour: Sc. 18 (1929), 225. C. N. FENNER, Deccan traps and other plateau basalts. Bull. Geol. Soc. Am. 33 (1922), 225.
- 118 A. W. GROVES, The charnockite series of Uganda, British East Africa. Quart. Journ. Geol. Soc. London 91 (1935), 150—207.
- 120 loc. cit. No. 116, S. 77, 96, 97.
- 121 Acad. Sci. U. S. S. R. 2 (1926), 999.
- 122 T. C. PHEMISTER, A comparison of the Keweenawan sill rocks of Sudbury and Cobalt, Ontario. Trans. Roy. Soc. Canada 22 (1928), 121—196.
- 123 loc. cit. Nr. 116, S. 77/106.
- 124 P. LEBEDEV und A. LEBEDEV, On the geochemistry of titanium and vanadium in W. Siberia. (The Azhuisk gabbro complex of Oirotia.) Compt. Rend. Acad. Sc. U. S. S. R. 3 (1934), 294—297. Engl. Zus.fassung. S. 298,
- 125 F. W. CLARKE, Analysis of rocks and minerals. U. S. Geol. Survey Bull. No. 419 (1910), 262.
- 126 A. B. EDWARDS, The tertiary volcanic rocks of Central Victoria. Quart. Jour. Geol. Soc. London 94 (1938), 284, 302, Tab. VII, Nr. 3.
- A. G. HALL, Mem. Geol. Surv. Victoria, No. 9 (1910), 22.
- 127 C. F. KOLDERUP, Die Labradorfelse des westlichen Norwegens. II. Bergens Museums Aarbog, No. 12, 1903.
- P. ESKOLA, On the eclogites of Norway. Vid.-Selsk. Skrifter. I. M.-N. Kl., No. 8 (1921), 91, 92.
- 128 T. TOMITA, On kaersutite from Dogo, Oki Islands, Japan. Jour. Shanghai Sc. Inst. I (1934), 89—136.

### Pyroxene H:

- 129 H. H. HESS, Pyroxenes of common mafic magmas, part 2. Am. Min. 26 (1941), 579, Tab. I, Nr. 1.
- 130 E. P. HENDERSON and H. T. DAVIS, Moore County, North Carolina, meteorite, a new eucrite. Am. Min. 21 (1936), 215 ff.
- 131 H. H. HESS, loc. cit. Nr. 129, Tab. I, Nr. 3 a.
- 133 C. N. FENNER, Olivine fourchites from Antarctica. Bull. Geol. Soc. Am. 49 (1938), 375.
- 134 J. G. FAIRCHILD?, U. S. Geol. Surv. Bull. 878 (1937), 100.
- 135 W. WAHL, Die Enstatitaugite. Tscherm. Min. Petr. Mitt. 26 (1907), 19. W. WAHL, Über einen Magnesiumdiopsid führenden Diabas von Källsholm, Skärgård von Foglö, Ålandsinseln. Rösenbusch-Festschrift 1906, S. 399.
- 136 L. R. WAGER and W. A. DEER, Geological investigations in East Greenland. Part III. Medd. om Grønland 105 (1939), 92, 152.
- 137 loc. cit. Nr. 129, Tab. I, Nr. 4.

### Orthaugite:

- 1 H. H. HESS and A. H. PHILLIPS, Optical properties and chemical composition of magnesian orthopyroxenes. Am. Min. 25 (1940), 274.

Nr.

- 2 K. SCHLOSSMACHER, Datensammlung gesteinsbildender Mineralien für 1932. *Fortschr. d. Min. etc.* 20 (1936), 82.
- M. LUKA, Petrographische Notizen aus der Umgebung von Mrežičko, Alšar und Rožden in Südserbien. *Bull. Soc. Sci. Skoplje* 9 (37).
- 3 Mittel aus Pyroxenen von Peridotiten.
- 4 T. DU RIETZ, Peridotites, serpentines and soapstones of Northern Sweden. *Geol. Fören. Förhandl.* 57 (1935), 143.
- 5 H. S. WASHINGTON and H. E. MERWIN, Note on enstatite, hypersthene and actinolite. *Am. Min.* 8 (1923), 64.
- 6 F. DE QUERVAIN, Bronzitfels von Loderio (Bleniotal, Tessin). *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 14 (1934), 447.  
Für Gesteinsanalysen siehe: L. HEZNER, Der Peridotit von Loderio. *Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich* 54 (1909), 244—260. — P. NIGGLI, F. DE QUERVAIN, R. U. WINTERHALTER, Chemismus schweiz. Gesteine, S. 213, Nr. 20.
- 7 loc. cit. Nr. 1, S. 277.
- 8—10 loc. cit. 1, Nr. 3, 4, 6.
- 11 Mittel aus Diabas, Basalt.
- 12—15 loc. cit. 7, Nr. 7, 8, 9, 12 (S. 276).
- 16 loc. cit. Nr. 5, S. 63.
- 17 Mittel aus Gabbros und Noriten.
- 18 H. KUNO, Hypersthene from Odawara-mati, Japan. *Proc. Imp. Acad. Tokio* 14 (1938), 219.
- 19 loc. cit. 18, S. 218.  
H. KUNO, *Jour. Geol. Soc. Japan* 45 (1938), 493.
- 20 H. v. PHILIPSBORN, Zur chemisch-analytischen Erfassung der isomorphen Variation gesteinsbildender Minerale. *Chemie der Erde* 5 (1930), 242.
- 21 E. S. LARSEN, J. IRVING, F. A. GONYER, and E. S. LARSEN, 3rd, Petrologic results of a study of the minerals from the tertiary volcanic rocks of the San Juan Region, Colorado. *Am. Min.* 21 (1936), 679. Gesteinsanalyse siehe bei Diopsid Nr. 6, 9 (Andesit, Sheep Mts.).
- 22 Mittel aus Hyperstheneinsprenglingen in Andesiten und Daciten.
- 23 R. WALLS, A critical review of the data for a revision of the enstatite-hypersthene series. *Min. Mag.* 24 (1935), 166.  
H. H. READ, Quart. Jour. Geol. Soc. London 79 (1923), 454 (Gesteinsanalyse).
- 24 loc. cit. Nr. 20, S. 242.
- 25 loc. cit. Nr. 23, S. 166.  
H. H. READ, Quart. Journ. Geol. Soc. London 91 (1935), 591 (Gesteinsanalyse).
- 26 loc. cit. Nr. 23, S. 166.
- 27 N. F. M. HENRY, Some data on the iron-rich hyperthenes. *Min. Mag.* 24 (1935—37), 222.
- 28 loc. cit. Nr. 23, S. 166.
- 29 loc. cit. Nr. 27, S. 222.  
M. SAXÉN, Om mangan-järnmalmfyndigheten i Vittinki. *Fennia* 45 (1925), 18.
- 30 loc. cit. Nr. 27, S. 222.
- 31 loc. cit. Nr. 27, S. 222.

#### 4. Allgemeine Bemerkungen über die graphischen Darstellungen

Die Darstellung der Figur 1, in der im rechtwinkligen Koordinatensystem  $\gamma$  und  $\mu$  der analysierten Klinopyroxene (vorwiegend magmatischer Gesteine) einander gegenübergestellt sind, lässt vermuten, dass zwischen Klinohypersthen, gewöhnlichen Augiten, diop-

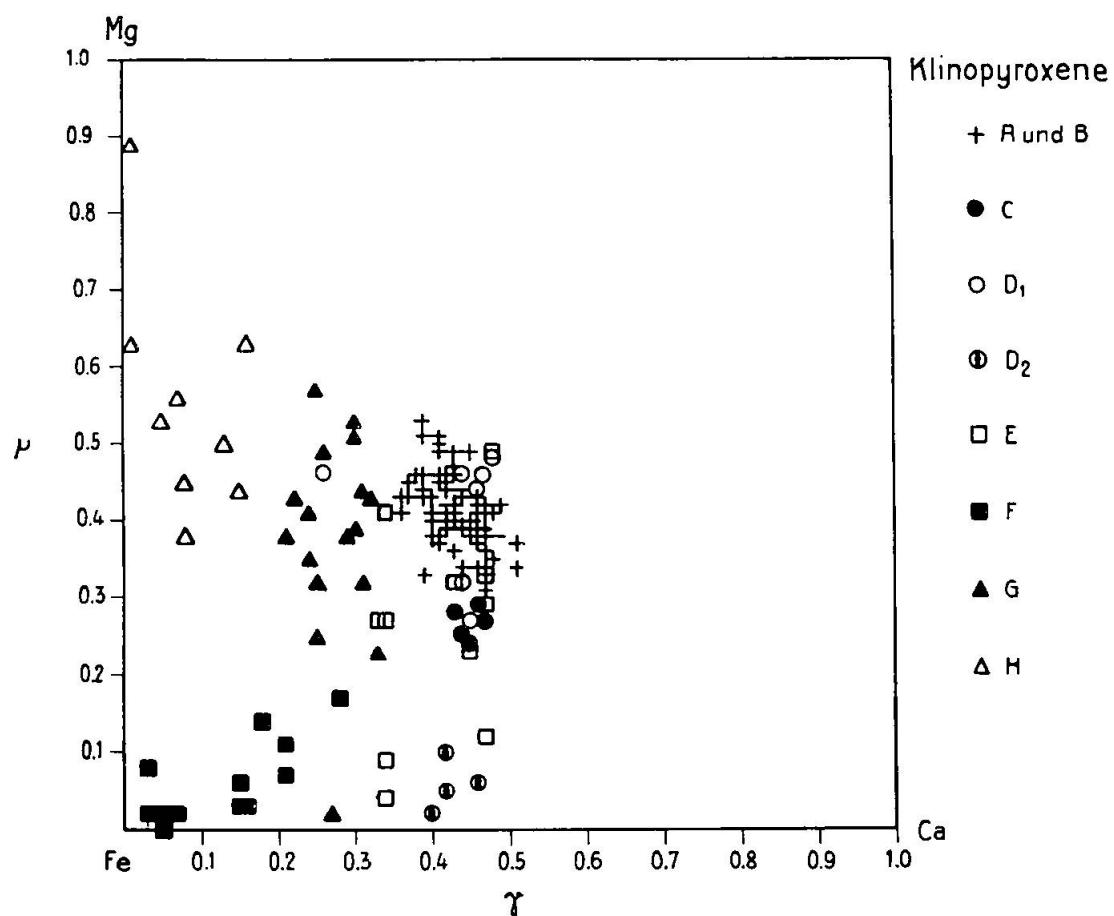


Fig. 1. Die  $\mu$ - und  $\gamma$ -Werte der Klinopyroxene

sidartigen Augiten und hedenbergitartigen Augiten unter magmatischen Bedingungen keine durchgehenden Mischungslücken angenommen werden müssen, dass jedoch Klinopyroxene mit niedrigem  $\mu$  oder niedrigem  $\gamma$  nur unter besonderen Bedingungen auftreten. Klinopyroxene, die gleichzeitig niedriges  $\mu$  und  $\gamma$  besitzen, sind bis jetzt unter den magmatischen Mineralien mit Sicherheit nur als Alkaliaugite bekannt geworden.

In der üblichen Dreiecksprojektion (im Dreieck  $\text{Cs} = \text{Ca}$ ,  $\text{Fs} + \text{Fa} = \text{Fe}$ ,  $\text{Fo} = \text{Mg}$ ) werden die gleichen Verhältnisse durch Fig. 2 veranschaulicht. Aus ihr ist sehr gut die Häufung der Pyroxene bei  $\gamma$  0,40—0,50 und  $\mu$  0,35—0,5 ersichtlich. Die Pyroxene

$D_1$  und  $E$  bilden in dieser Darstellung keine geschlossenen Felder; in beiden Fällen handelt es sich um ausgesprochene Übergangs-

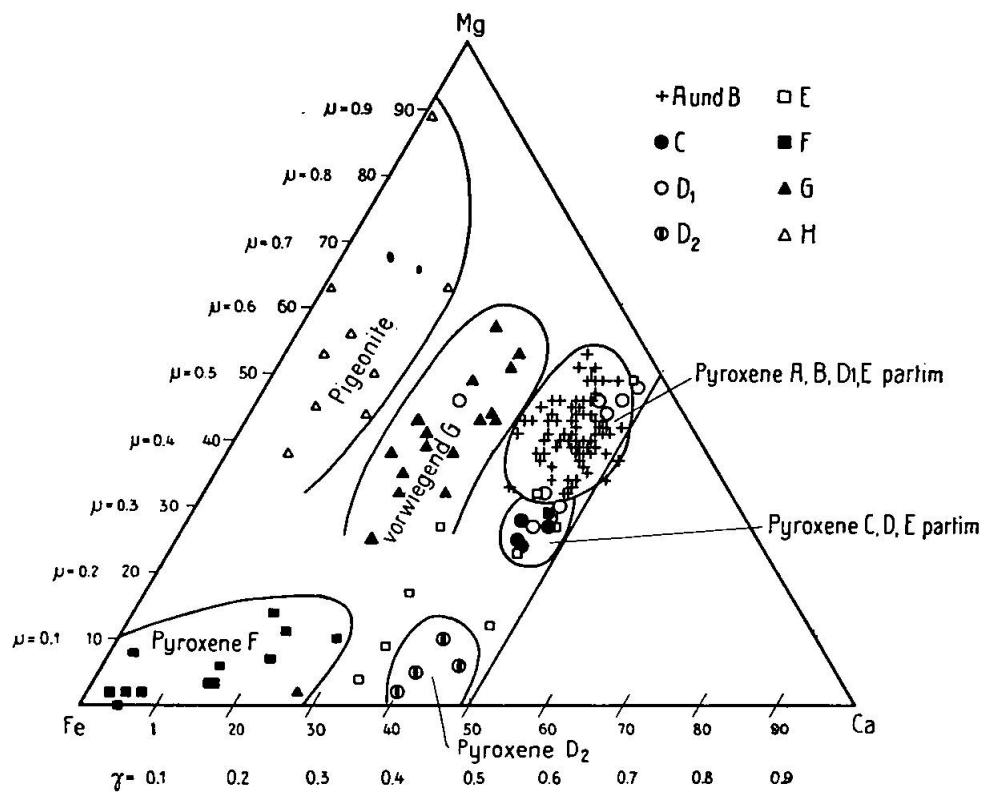


Fig. 2. Analoge Darstellung wie Fig. 1 im Dreieck Cs-Fo-Fs, Fa bzw. Ca-Mg-Fe (ohne an Al gebundenes Ca)

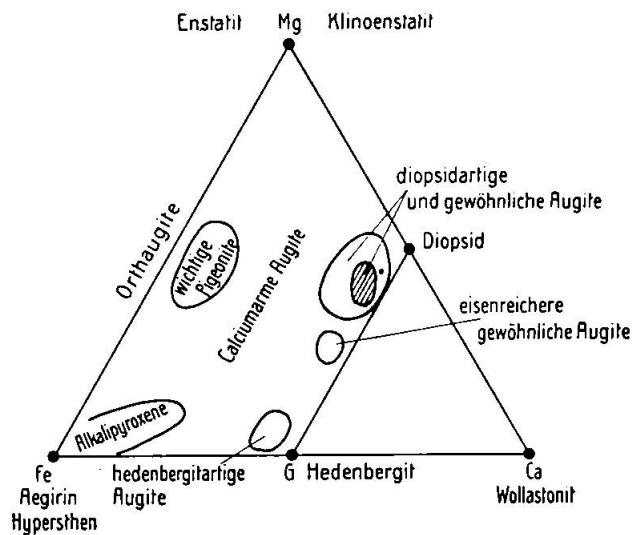


Fig. 3. Haupttypen der Klinopyroxene im Dreieck Ca-Mg-Fe (wie Fig. 2)

gruppen. In Fig. 3 sind einige in sich geschlossene Felder der typischen Pyroxene gesondert gezeichnet. Bei den Alkalipyroxenen  $E$  und  $F$  ist von Interesse, ob sie sich in erster Annäherung als Misch-

kristalle Aegirin → Diopsid bzw. gewöhnlicher Pyroxen, oder Aegirin → Hedenbergit-Diopsid darstellen lassen. An sich müsste bei der erstgenannten Alternative alles Fe in dreiwertiger Form vorliegen.

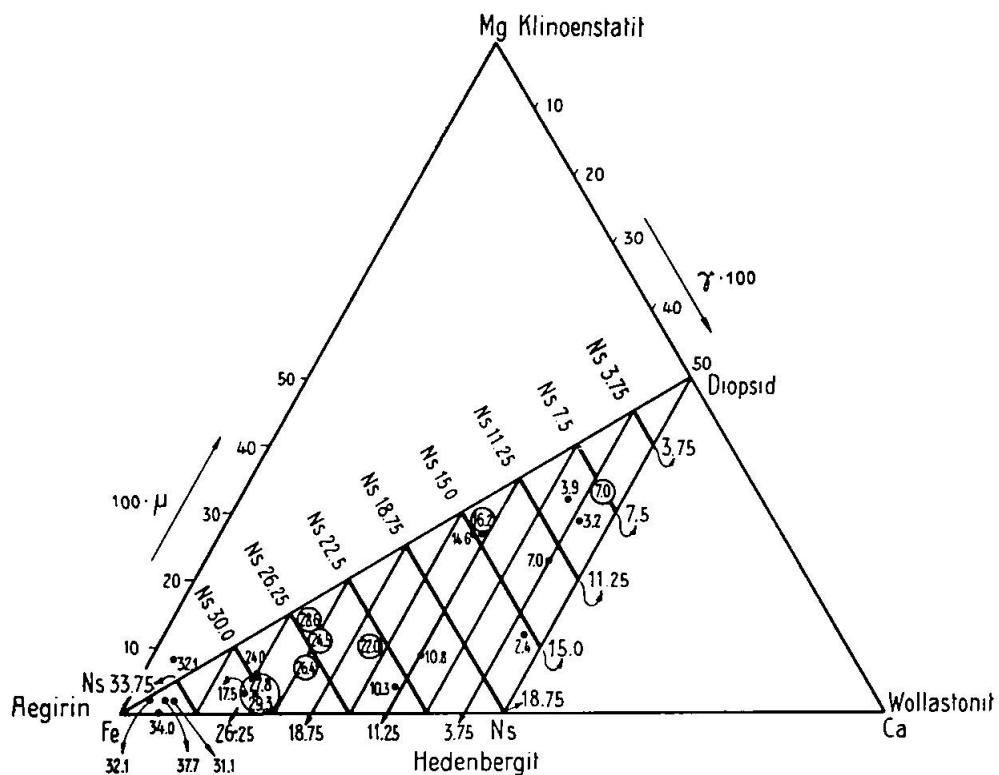


Fig. 4. Die Alkalipyroxene mit dem zugehörigen Ns-Gehalt

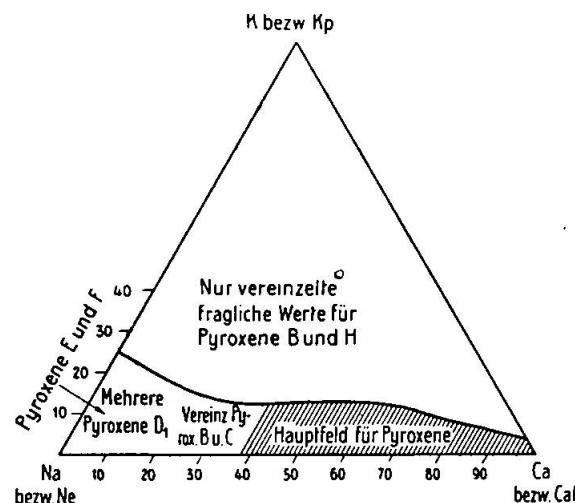


Fig. 5. Das Dreieck Ne-Kp-Cal der Klinopyroxene

In Fig. 4 verlaufen in diesem Falle die Linien gleichen Gehaltes an (Ns + Ks) parallel der Seite Klinoenstatit-Wollastonit (bzw. Fo-Cs) (kräftige Linien), die zweite Alternative verlangt Linien gleichen Gehaltes von (Ns + Ks) parallel der Geraden Diopsid-Heden-

bergit (dünne Linien). Die zu erwartenden und die beobachteten Gehalte an Alkalisilikat sind eingeschrieben. Kreisförmig umrandete Zahlen gehören mehr oder weniger zur ersten Deutung.

Sehr wenig zufriedenstellend sind, soweit es sich nicht um ausgesprochene Alkalipyroxene handelt, die Alkalienbestimmungen. Oft sind bei gewöhnlichen Augiten die Alkalien gar nicht bestimmt oder nicht getrennt worden. Außerdem machen sich Analysenfehler bei den an sich geringen Mengen der vorhandenen Alkalien stark bemerkbar. In Fig. 5. sind daher nur generell die Hauptfelder im Dreieck Cal, Ne, Kp (bzw. an Al gebundenes Ca, Na, K) angegeben worden. In den gewöhnlichen und basaltischen Augiten entspricht der „Feldspatanteil“ vorwiegend Andesin bis Anorthit.

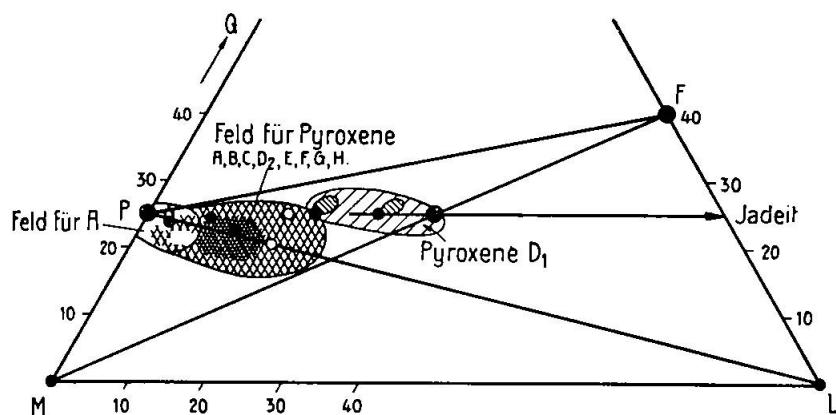


Fig. 6. Das Q-L-M-Dreieck der Klinopyroxene

Fig. 6 schliesslich stellt die Felder der Klinopyroxenzusammensetzungen im Q-L-M-Dreieck dar, mit wenigen eingezeichneten Punkten, die häufigen Mittelwerten oder im Text erwähnten Zielgliedern entsprechen. Die Reihe: Klinoenstatit → (Diopsid, Hedenbergit) → Jadeit → sogenannte Tschermaksche Verbindung würde der Horizontalen bei 25% Q entsprechen. Bereits Seite 544 ist erwähnt worden, dass ein niedrigerer Q-Wert nicht selten ist, so dass sich das Feld diopsidartiger Augit-basaltischer Augit eher von P gegen L hin erstreckt. Bei den Alkalipyroxenen ist es im allgemeinen zweckmässig, im Dreieck Q-L-M die Werte Ns und Ks zu M zu rechnen. Dann fällt die Idealzusammensetzung des Aegirins auf Punkt P. In Fig. 7 ist nach den Analysendaten das Feld der Pyroxene E und F umrandet. Man könnte auch Ns und Ks mit L vereinigen. Dadurch würden die darstellenden Punkte in der Pfeilrichtung zu den Pfeilspitzen wandern. Aegirin würde auf den Punkt A zu liegen kommen. Fig. 8 enthält die Eintragung der Orthaugitanalysen in das Dreieck Mg-Fe-Ca bzw. Fo-(Fa + Fs)-Cs nach  $\mu$ - und  $\gamma$ -Werten. Die den

Punkten beigeschriebenen Zahlen geben  $2V$  an. Links aussen sind die mittleren Brechungsindizes vermerkt und die im Text vorgeschlagene Einteilung. Fig. 9 zeigt das relativ kleine Orthaugitfeld im Dreieck Q-L-M.

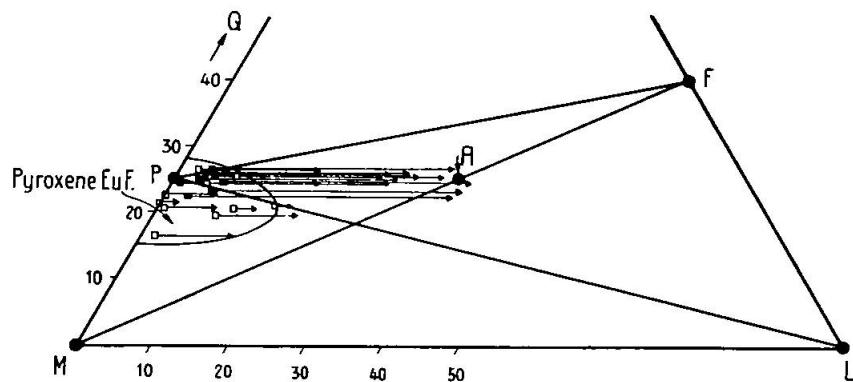


Fig. 7

Das Q-L-M-Dreieck der Alkalipyroxene mit verschiedener Zuordnung von Ns

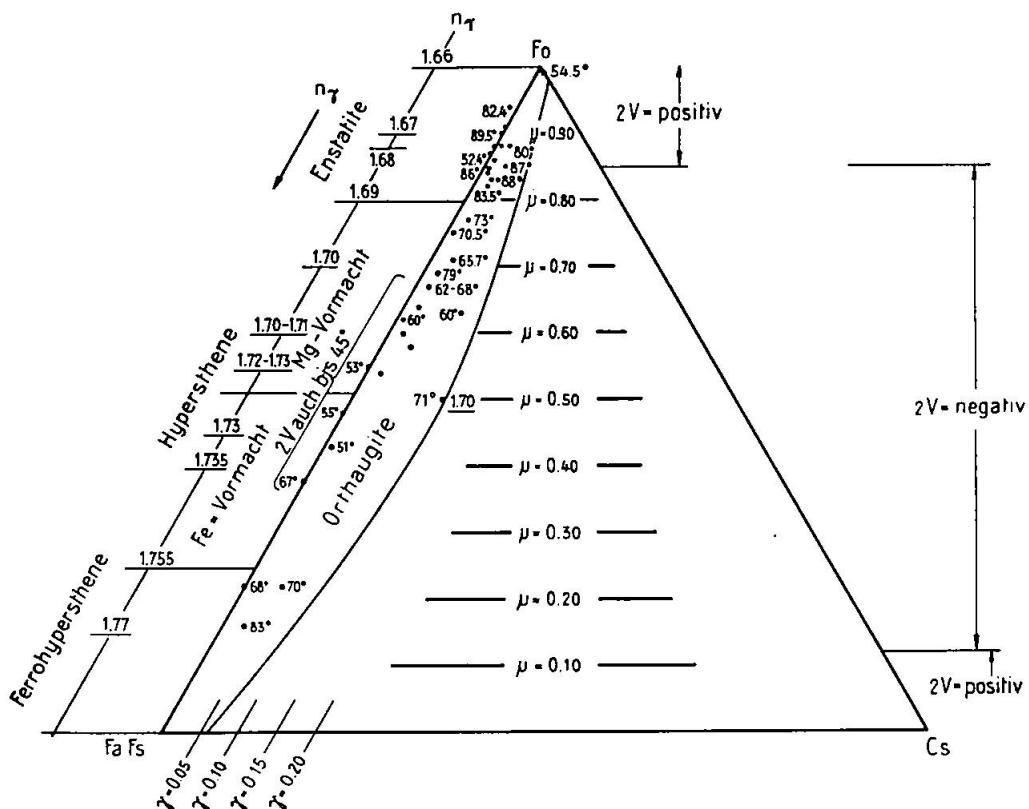


Fig. 8. Das Ca-Mg-Fe-Dreieck der Orthopyroxene

Während in den letzten Jahren die Fragen, ob sich gewöhnliche Pyroxene, Pigeonitaugite, Pigeonite oder Orthopyroxene bilden und ob einerlei oder zweierlei Pyroxene aus Magmen kristallisieren, im Vordergrund des Interesses standen, hat schon

W. WAHL in seiner fundamentalen Arbeit (Tschermaks Min. Petr. Mitt., vol. 26, 1907) die Beziehungen zur Olivinbildung miterörtert. Es lässt sich in der Tat beim Vergleich von Gesteinschemismus und Chemismus der Pyroxene ohne die Berücksichtigung der Bildung der stellvertretenden und begleitenden Mineralien wenig aussagen. Dazu gehören allerdings auch die (OH)-haltigen Hornblenden und Glimmer, deren chemische Verhältnisse vorläufig mehr oder weniger unberücksichtigt bleiben. Es ist jedoch bereits im später erscheinenden zweiten Teil dieses Abschnittes notwendig, wenigstens die Beeinflussung der Kristallisation durch Olivin- oder Melilithbildung (beide an sich wasserfrei) abzuklären. Das kann ge-

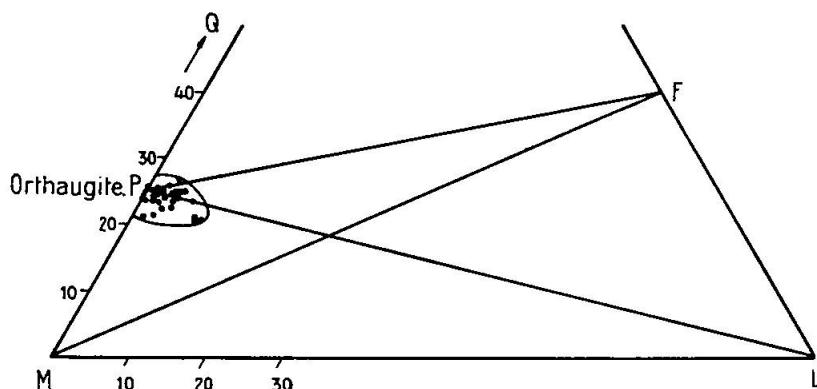


Fig. 9. Die Orthopyroxene im Q-L-M-Dreieck

schehen, weil die normalen Olivine in erster Annäherung lediglich Mg-Fe-Orthosilikate sind und über die Variabilität des Chemismus gesteinsbildender Melilithe sowieso nur Hauptprinzipien bekannt sind. Weiterhin muss man die Erz- und unter Umständen die Melanit-, Titanit-, Perowskit- und Apatitkristallisation in ihren Wirkungsmöglichkeiten abschätzen können.

Das Hauptdreieck LMQ gibt über den Silifizierungsgrad der Magmen oder Mineralien ausgezeichnet Auskunft. Wie in einer früheren Arbeit<sup>8)</sup> erwähnt wurde, sind die Linien PF, PL, MF zu einer ersten Orientierung besonders geeignet. P entspricht der Idealzusammensetzung der tonerdefreien Pyroxene, F der Feldspatzusammensetzung. Rein normativ, ohne Berücksichtigung von Erz, gehört ein Punkt unterhalb der Linie PF einem an  $\text{SiO}_2$  untergesetzten System an. Rechts unterhalb der Linie MF genügt die Orthosilikatbildung generell nicht mehr zur Deckung des  $\text{SiO}_2$ -Mankos. Es sind Feldspatoide zu erwarten.

Da nun jedoch Olivine und Augite der magmatischen Gesteine

<sup>8)</sup> Diese Zeitschrift XXI (1941), 183 ff.

zum weit überwiegenden Teil M enthalten, wird das Nebendreieck Cs, Fs + Fa, Fo für die Beurteilung der Kristallisation der Pyroxene besonders häufig herangezogen werden müssen. Man kann hiebei nicht ständig den Projektionspunkt im Nebendreieck mit dem im Hauptdreieck vergleichen. Es lassen sich jedoch durch beigeschriebene Zahlen die jeweilen zur Beurteilung wichtigsten Charakteristika der Lage des Hauptpunktes im LMQ-Dreieck im Nebendreieck kenntlich machen. Man will besonders zweierlei wissen:

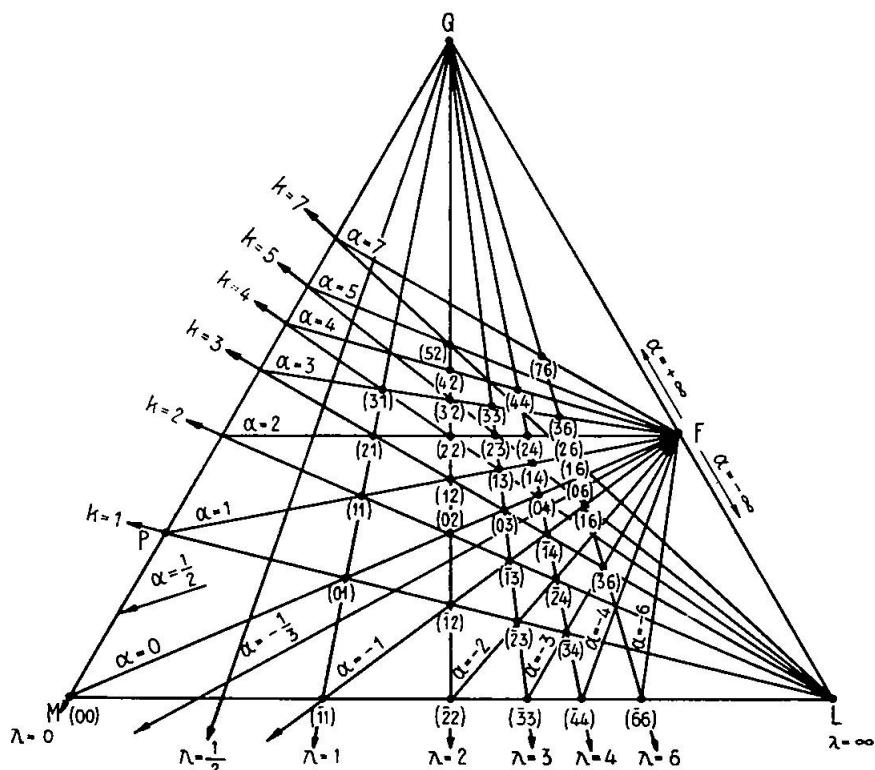


Fig. 10. Die Linien gleicher  $\alpha$ -,  $\lambda$ - und  $\kappa$ -Werte im Q-L-M-Dreieck

1. Die Lage des Punktes gegenüber der Linie PF, d. h. den Sättigungsgrad an  $\text{SiO}_2$ .
  2. Das Mengenverhältnis von M zu L, um beurteilen zu können, ob viel oder wenig M-reiche Silikate zu erwarten sind.

Sehen wir von allen Akzessorien ab, so ist die Gerade  $PF$  der geometrische Ort aller Punkte, für die  $3Q = 2L + M$  ist. Für Punkte der Geraden  $MF$  gilt  $3Q = 2L$  und auf irgend einer von  $F$  ausstrahlenden Geraden ist  $\frac{3Q - 2L}{M} = \text{konstant}$ . Wir nennen  $\alpha = \frac{3Q - 2L}{M}$  den Sättigungskoeffizienten. Er ist für Punkte auf  $PF = 1$ , für Punkte auf  $MF = 0$ , für Punkte oberhalb  $PF$

positiv und grösser als 1, für Punkte unterhalb MF negativ. Es wird  $\alpha = +\infty$  für Punkte  $F \rightarrow Q$  und  $-\infty$  für Punkte  $F \rightarrow L$ .

Den in  $\alpha$  enthaltenen Teilwert  $\frac{2L}{M}$  nennen wir  $\lambda$ . Die geometrischen Örter  $\lambda = \text{konstant}$ , sind von Q ausstrahlende Geraden mit  $\lambda = 0$  für die Dreiecksseite QM,  $\lambda = 2$  für die Höhenlinie und  $\lambda = \infty$  für die Dreieckseite QL. Durch Angabe von  $\alpha$  und  $\lambda$  in Form  $(\alpha \lambda)$  ist (abgesehen von Punkten auf QL) jeder Projektionspunkt des Hauptdreieckes eindeutig bestimmt.

In Fig. 10 sind einige einfache Zahlenwerte eingetragen.  $\lambda$  orientiert über das Verhältnis von L zu M,  $\alpha$  über den Sättigungsgrad an  $\text{SiO}_2$ . Für von L ausgehende Geraden gilt  $\frac{Q}{M} = \text{konstant}$ . Bezeichnen wir  $\frac{3Q}{M}$  mit  $\varkappa$ , so gilt  $\varkappa + \lambda = \alpha$  und die Gerade LP wird zur Geraden  $\varkappa = 1$ . Auf von M ausstrahlende Geraden ist  $\frac{Q}{L}$  oder  $\frac{Q}{Q+L} = \text{konstant}$ . Zur Vereinfachung des Zusammenhangs kann man  $\frac{3Q}{2L} - 1 = \beta$  nennen. Dann ist  $\frac{\alpha}{\lambda} = \beta$  und  $\beta = \text{konstant}$  sind die von M ausgehenden Strahlen mit  $\beta = 0$  für MF,  $\beta = 1$  für ML,  $\beta = +\infty$  für MQ. Es genügt die Kenntnis von  $(\alpha \lambda)$ , daraus ergibt sich  $\varkappa$  zu  $\alpha + \lambda$  und  $\beta$  zu  $\frac{\alpha}{\lambda}$ , wobei  $\varkappa$  und  $\beta$  in einfacher Beziehung zu den Verhältnissen  $Q+M$  und  $Q+L$  stehen.

Fasst man das gleichseitige Dreieck LQM als Teil des ungleichseitigen Dreiecks L-Q-(nicht an Al gebundene Oxyde) auf, so führt die Gerade  $\alpha = -1$  von F zu der Oxydecke ausserhalb des gezeichneten Dreiecks. Im günstigsten Fall (M enthält nur FeSilikate) könnten somit zwischen  $\alpha = +1$  und  $\alpha = -1$  Feldspat + Eisenoxyde ( $\pm$  Olivin) normativ auftreten, ohne dass Feldspatoide vorhanden sein müssen. Der Schnittpunkt der Geraden  $\alpha = -1$  mit der Geraden  $\lambda = 0$  ist der Projektionspunkt für Magnetit und Hämatit.

Um nun beispielsweise im Dreieck Cs-(Fs + Fa)-Fo (bzw. Ca-Fe-Mg) den Einfluss des  $\text{SiO}_2$ -Gehaltes auf die Kristallisationsprodukte zu eliminieren, kann man nur Gesteine mit analogen  $\alpha$ -Werten vergleichen. Andererseits lassen sich zum Studium der Wirkung des Silifizierungsgrades Gesteine von analogem Ca:Fe:Mg-Verhältnis, aber verschiedenen (beigeschriebenen)  $\alpha$ -Werten einander gegenüberstellen usw. Wiederum wird es notwendig sein, einige stark idealisierte, einfache Beziehungen an die Spitze zu stellen.

1. Als M-Silikate treten nur Idealaugite vom Verhältnis  $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Fe}) : \text{Si} = 1:1$  auf. Sollen sich daneben nur Feldspäte bilden, so muss  $\alpha$  überall = 1 sein. Die Aufteilung in idealisierte Orthaugite, Pigeonite, Pigeonitaugite, diopsidartige und hedenbergitartige Augite bleibt vorbehalten.  $\alpha < 1$  würde zu Feldspatoiden an Stelle der Feldspäte (bei genügend vorhandenem L) führen,  $\alpha > 1$  hätte Ausscheidung von freiem  $\text{SiO}_2$  zur Folge.

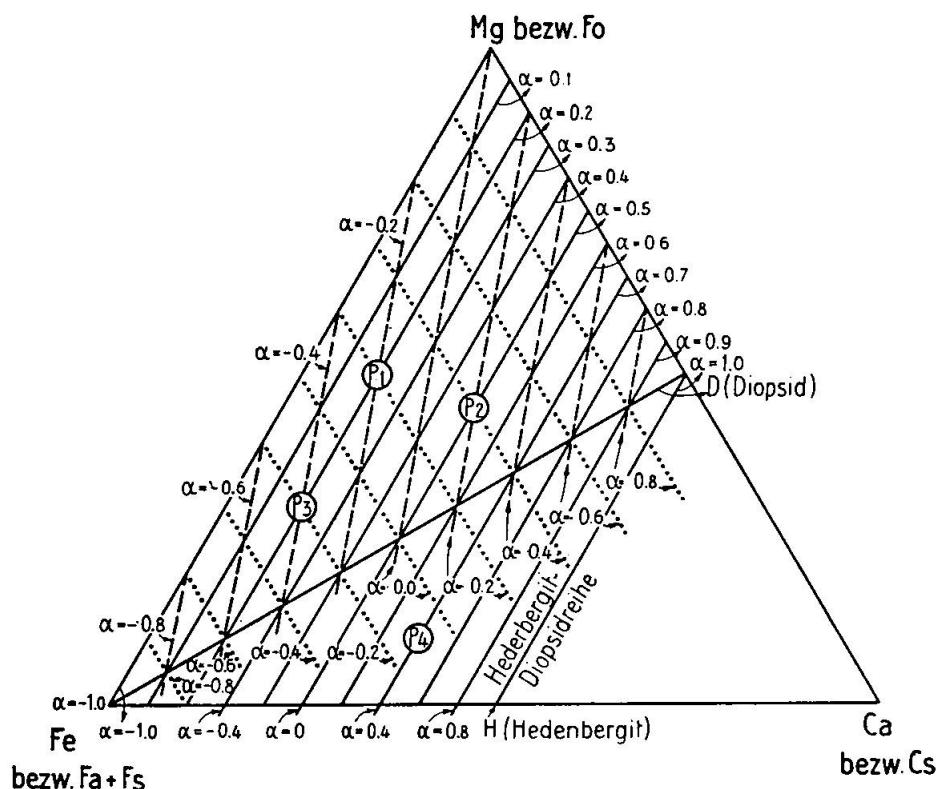


Fig. 11. Linien gleicher  $\alpha$ -Werte bei verschiedenen Mineralkombinationen (siehe Text) im Ca-Mg-Fe-Dreieck

2. Als M-Silikate treten in erster Linie Orthosilikate (Olivine i. w. S.) auf. Monticellit bilde sich ebenso leicht wie Mg-Fe-Olivin, eventuell entsteht auch  $\text{CaFe}(\text{SiO}_4)_2$ . Kontinuierliche Mischkristallserien oder Mischungslücken werden angenommen. Damit nur Orthosilikatbildung neben Feldspatkristallisation stattfindet, muss  $\alpha = 0$  sein. Für  $\alpha > 0$  käme bereits Augitkristallisation in Frage, für  $\alpha < 0$  Feldspatoidbildung.

3. Es stehen einander die reinen Mg-Fe-Silikate als Olivine, die  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})$ -Silikate als Augite gegenüber. Das heisst, vorhandenes Ca führe im Verhältnis  $\text{Ca} : (\text{Mg} + \text{Fe}) = 1:1$  sofort zur Augitbildung von diopsid- bis hedenbergitartigem Charakter. Damit auf diese Weise ein gegebenes

Verhältnis Ca:Mg:Fe in Olivin und diopsid-hedenbergitartigen Augit zerlegbar ist, müsste innerhalb des Trapezes Mg-Fe-D-H jedem Punkt ein bestimmter  $\alpha$ -Wert zukommen. Die Linien gleicher  $\alpha$ -Zahl sind Parallelen zur Seite Mg-Fe des Dreieckes. Sie sind in Figur 11 als durchgehende Geraden in Intervallen von  $1/10$  von  $\alpha = 0$  bis  $\alpha = 1$  gezeichnet, mit der Beschriftung zwischen Mg und D. Vorausgesetzt ist die Koexistenz von Feldspäten.

4. Im Dreieck Fe-Mg-D sollen reiner Mg-Olivin, Eisenoxyde und Diopsid nebeneinander entstehen, so dass Mg im Überschuss über Ca:Mg = 1:1 Mg-Olivin ergibt, alles Fe sich jedoch in einem derartigen Oxydationszustand befindet, dass Magnetit und Hämatit entsteht. Die in Fig. 11 gestrichelten Geraden sind Örter gleicher  $\alpha$ -Zahl, die bei Gegenwart von Feldspat für den Gesamtchemismus resultieren müssen.  $\alpha$  variiert bei gleichzeitiger Feldspatbildung von  $-1$  zu  $+1$ . Bildet sich im Dreieck Fe-D-H neben Augiten der Diopsid-Hedenbergitreihe nur Eisenerz, so sind Örter gleicher  $\alpha$ -Zahl wieder Parallelen zu HD. Die zugehörigen  $\alpha$ -Werte sind in Beispielen unterhalb FeH in Figur 11 vermerkt.

5. Olivin fehle völlig. Es bilden sich nur Eisenerze neben Augiten der Klinoenstatit-Diopsidreihe. Die Linien gleicher  $\alpha$ -Zahlen verlaufen Mg-D parallel (punktiertere Geraden). Auf der Geraden Fe-D kommen ihnen die gleichen  $\alpha$ -Werte von  $-1$  bis  $+1$  zu, welche die in gleichen Punkten austechenden gestrichelten Linien charakterisieren, sofern daneben Feldspatbildung stattfindet. Höheres  $\alpha$  kann bereits zur Quarzbildung überleiten.

Es wird zweckmässig sein, einige Beispiel zu diskutieren:

I. Punkt  $P_1$  (Fig. 11) = 10 % Cs, 50 % Fo, 40 % (Fs + Fa).

Fall 1. Nur Idealpyroxene neben Feldspat.  $\alpha = 1$ ;  $\alpha > 1$  quarzführend.  $\alpha < 1$  neben Feldspat noch Feldspatoide. Der Pyroxen könnte z. B. sein: ein Pigeonit oder ein Gemenge von Hypersthen und diopsidartigem Augit.

Fall 2. Nur Olivin (sei es als calciumführender Mischkristall oder Gemenge von gewöhnlichem Mg-Fe-Olivin mit Monticellit).  $\alpha$  wäre 0 bei gleichzeitiger Feldspatführung. Mit  $\alpha$  zwischen 0 und 1 würden neben Feldspäten Gemenge von Olivin mit Pyroxenen erwartet werden dürfen, wobei wiederum verschiedene Aufteilungsmöglichkeiten in Frage kommen. Es könnte jedoch auch der gesamte

Unterschuss des  $\text{SiO}_2$  gegenüber  $\alpha = 1$  in Feldspatoiden stecken, so dass trotz einem  $\alpha$ -Wert zwischen 0 und 1 nur Pyroxene auskristallisieren.

Fall 3. Die restlose Aufteilung in calciumfreie Olivine und diopsidartige bis hedenbergitartige Pyroxene verlangt (neben der Feldspatbildung) einen  $\alpha$ -Wert von 0,2. Die Aufteilung könnte noch eine sehr verschiedenartige sein, z. B. 80% Ol mit  $\text{Fo}_{50}\text{Fa}_{50}$  neben 20% Di mit  $\text{Wo}_{50}\text{En}_{50}$  oder 80% Ol mit ungefähr  $\text{Fo}_{62,5}\text{Fa}_{37,5}$  neben 20% Hed mit  $\text{Wo}_{50}\text{Hy}_{50}$ . Es wäre aber auch Mg-reicherer Olivin neben Hypersthen und diopsid-hedenbergitartigem Augit denkbar (bei grösserem  $\alpha$ ) usw. Das  $\alpha = 0,2$  lässt an sich (man beachte das oben unter Fall 2 Gesagte) also sehr verschiedene Deutungen zu, selbst wenn Erzbildung unberücksichtigt bleibt.

Fall 4 und 5. Die Aufteilung in Eisenoxyde (Magnetit, Hämatit; mit vorherrschend Rutil: eventuell auch Ilmenit oder Titanmagnetit) Forsterit und Diopsid verlangt nebst einer gewissen Verteilung von  $\text{FeO}$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ein  $\alpha$  von  $-0,2$ , während mit  $\alpha = +0,2$  auch die Paragenese Eisenerz-Klinoenstatit-Diopsid denkbar wäre.

II. Für  $P_2$  (Fig. 11) würden die Extremfälle beanspruchen:

- a)  $\alpha = 0$  nur Olivine (inklusive monticellitartige Verbindungen)
- b)  $\alpha = 0,2$  Eisenerz + Forsterit + Diopsid
- c)  $\alpha = 0,4$  Eisenerz + Pyroxene
- d)  $\alpha = 0,5$  Olivin + diopsid-hedenbergitartige Pyroxene
- e)  $\alpha = 1$  nur Pyroxene.

III. In gleicher Reihenfolge lauten für  $P_3$  die  $\alpha$ -Werte:

	a	b	c	d	e
$\alpha = 0$		-0,4	-0,2	0,2	1

IV. Für  $P_4$  würden beispielsweise bei  $\alpha = 0,7$  Olivin + diopsid-hedenbergitartige Pyroxene möglich sein, bei  $\alpha = 0,4$  Eisenerz + diopsid-hedenbergitartiger Pyroxen usw.

Enthalten die Gesteine Apatit, ohne dass  $\text{P}_2\text{O}_5$  bestimmt oder  $\text{Cp}$  abgezogen wurde, so wird der darstellende Punkt im Dreieck Ca-Fe-Mg etwas zu Ca-reich eingezeichnet, und Gleiches gilt bei Anwesenheit von Titanit (da  $\text{TiO}_2 + \text{CaSiO}_3 = \text{Titanit}$  gilt). In beiden Fällen ist auch die  $\alpha$ -Zahl nicht genau richtig bestimmt worden.

Generell gilt nun aber noch folgendes. Aus den Analysentabellen und den Figuren 6, 7, 9 leiten wir ab, dass  $\alpha = \frac{3Q - 2L}{M}$

der Pyroxene nicht, wie es die Idealformeln verlangen, 1 ist, sondern meist einen Wert  $< 1$  aufweist. Für die Orthaugite, die Pigeonite, meist auch für diopsid- und hedenbergitartige Augite ist die Abweichung gegenüber 1 im allgemeinen nicht sehr gross.  $\alpha = 0,7$  bis 1 ist häufig. Ähnliches gilt auch für die Alkaliaugite, wenn Ns und Ks zu M gerechnet werden.  $\alpha$  ist oft 0,8 bis 1. Aber bereits bei den Pigeonitaugiten, besonders jedoch bei den tonerde- und titanreicheren gewöhnlichen oder basaltischen Augiten sinkt  $\alpha$  beträchtlich tiefer. Bis zu einem L von ca. 10 herrschen noch  $\alpha$ -Werte 0,6 bis 0,8 vor, bei grösserem L ist  $\alpha$  0,4 bis 0,6 nicht selten, ja es gibt vereinzelt Fälle (z. B. titanreiche Augite, wenn Ru unberücksichtigt bleibt) mit  $\alpha < 0,4$ . Würde Ru zu Q gerechnet, so müsste  $\alpha$  etwas weniger tief sinken. Die zum Jadeit führenden Pyroxene, die hauptsächlich in Eklogiten beheimatet sind, leiten zu  $\alpha = -\infty$  über, doch sind bis zum Idealomphacit (Punkt (02) der Fig. 10) nur  $\alpha$ -Werte von 1 bis 0 anzutreffen.

Zusammenfassend können wir sagen, dass Pyroxene normaler Eruptivgesteine  $\alpha$ -Werte von 1 bis ca. 0,4, seltener  $< 0,4$  aufweisen. Damit aber werden die aus Idealzusammensetzungen abgeleiteten, in Figur 11 eingetragenen Beziehungen empfindlich gestört. Es können nun neben Feldspatbildung und ohne Kristallisation von Olivin oder Erz bis mindestens zu  $\alpha = 0,4$  hinunter Pyroxene die einzigen dunklen Gemengteile sein. Für die Olivine ist  $\alpha$  wenig von 0 verschieden, aber bei den Erzen ist auch an die Bildung der Spinelle zu denken, wodurch neue Komplikationen entstehen.

Ausserdem ist kaum je einer der 5 hervorgehobenen Fälle in seiner extremen Form verwirklicht. Die Pyroxene sind, wie die Analysenzusammenstellung zeigt, selten in völlig calciumfreie Mg-Fe-Pyroxene und diopsid-hedenbergitartige Varianten aufgespalten. Die Olivine können etwas Ca-haltig sein, nur ausnahmsweise tritt jedoch Monticellit auf. Nie wird bei niedrigem  $\alpha$  Fe vollständig in Erze und Augite eingehen, die Olivine sind im wesentlichen selbst Mischkristalle von Fo und Fa. Für viele Gesteine gilt zudem nicht, dass bei  $\alpha_{\text{Gestein}} < \alpha_{\text{Pyroxene}}$  Olivin und Erz entstehen, die Alumosilikate jedoch Feldspäte bleiben. Das  $\text{SiO}_2$ -Manko kann zu Feldspatoidkristallisation Veranlassung geben. Pyroxene neben Feldspatoiden treten dann an Stelle der Kombination Pyroxen-Olivin. Auch mannigfache Verteilungen des  $\text{SiO}_2$ -Mankos auf Olivine, Erze und Feldspatoide werden beobachtet. Es besteht somit im ausgedehnten Masse die Möglichkeit der **Gesteins heteromorphie**. Berücksichtigung der Bildung (OH)-haltiger Mineralien, wie Hornblenden,

würde sie vergrössern. Die Aufgabe der Gesteinskunde ist es, zu versuchen, auf Grund sorgfältiger Beobachtungen abzuleiten, welches unter bestimmten Bedingungen die in Erscheinung tretenden Varianten sind. Der genaue Vergleich von Chemismus der Gesteine mit Mineralchemismus, Mineralbestand, Struktur und Bildungsweise der Gesteine ist anzustreben.

Damit später mit Leichtigkeit auch andere als die erwähnten Gesteine beispielhaft herangezogen werden können, müssen vorerst noch zwischen den üblich gebildeten Molekularwerten und den hier verwendeten Grössen die Beziehungen hergestellt werden. Man berechnet aus den Molekularwerten (NIGGLI-Werte) zunächst am besten folgende Hilfsgrössen, wobei, da es sich nur um Überschlagsrechnungen handeln wird, der p-Wert normalerweise ausser Betracht fällt. Auch  $\alpha$  ist nicht berücksichtigt.

$$x = al + alk; y = al - alk; z = 50 - al; s = si + 100 + x.$$

Für alle Gesteine mit  $al < alk + c$ , jedoch  $al > alk$  (Normalfall) gilt dann:

$$\text{Normalfall: } L = \frac{3x}{s} \cdot 100; M = \frac{3z}{s} \cdot 100; Q = \frac{si - z + y - x}{s} \cdot 100;$$

$$\pi = \frac{y}{x}; \gamma = \frac{2z - fm}{2z}$$

Aus  $\pi$  und  $\gamma$  und  $mg$  lassen sich die Eintragungen in die Nebendreiecke vollziehen:

$$\alpha = \frac{si - z + y - 3x}{z} = \frac{si - 50 - 4alk - al}{50 - al}$$

$$\lambda = \frac{2x}{z} \quad z = \frac{si - z + y - x}{z}.$$

Hat man die sogenannte Quarzzahl  $qz$  bereits bestimmt, so ist:

$$\alpha = \frac{qz + z}{z} \text{ und } Q = \frac{qz + z + 2x}{s} \quad x = \frac{qz + z + 2x}{z}$$

Oft ist es zum raschen Vergleich erwünscht zu wissen, wie sich einige Spezialbedingungen im Dreieck LMQ in den Molekularwerten ausdrücken. Es gelten:

Für alle Punkte der Geraden

$$LM: si = 50 + 2alk - al$$

$$LP: si = 100 + 2alk - 2al$$

$$MF: si = 50 + 4alk + al$$

$$PF: si = 100 + 4alk$$

$$\begin{aligned}
 \lambda = 1: \quad 2 \text{ alk} + 3 \text{ al} &= 50 \\
 \lambda = 2: \quad 2 \text{ alk} + 4 \text{ al} &= 100 \\
 \lambda = 3: \quad 2 \text{ alk} + 5 \text{ al} &= 150 \\
 Q = 50 : \quad si &= 200 + 5 \text{ alk} - \text{ al} \\
 Q = 33,3: \quad si &= 125 + 3\frac{1}{2} \text{ alk} - \text{ al} \\
 Q = 25 : \quad si &= 100 + 3 \text{ alk} - \text{ al}
 \end{aligned}$$

Für einzelne Punkte im LMQ-Dreieck (siehe Figur 10) müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

Für Punkt (12), d. h.  $L=M=Q$ , gilt:  $si = 6 \text{ alk} + 4 \text{ al}$ , bei  $\text{alk} + 2 \text{ al} = 50$ .

Für Punkt (01) gilt:  $si = 6 \text{ alk} + 4 \text{ al}$ , bei  $2 \text{ alk} + 3 \text{ al} = 50$ .

Der geometrische Ort für  $si = 6 \text{ alk} + 4 \text{ al}$  ist die Gerade  $(01) \rightarrow (12) \rightarrow (23)$ ; für (23) würde noch gelten:  $\frac{2}{3} \text{ alk} + \frac{5}{3} \text{ al} = 50$ .

In Punkt (02) muss  $si = 100 + 3 \text{ alk} - \text{ al} = 5 \text{ alk} + 3 \text{ al}$  und  $\text{alk} + 2 \text{ al} = 50$ .

Alle oben genannten Beziehungen gelten nur für den Normalfall  $\text{alk} \leq \text{al} \leq \text{alk} + c$ . Für Alkalien- oder Tonerdeüberschuss lassen sich ähnliche Beziehungen aufstellen.

**Alkalienüberschuss:** Es ist  $\text{alk} > \text{al}$ . Dadurch wird  $\pi$  stets = 0 und  $k'$  unterscheidet sich von  $k$ . (Man bildet zunächst  $K_p$ , so dass neben  $Ne$  noch  $Ns$  entsteht, nur selten tritt  $K_s$  bei der Berechnung auf.) Man erhält:

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{3(x+y)}{s} \cdot 100 = \frac{6 \text{ al}}{s} \cdot 100; \quad M = \frac{3\left(z - \frac{y}{2}\right)}{s} \cdot 100 = \frac{150 + \frac{3 \text{ alk}}{2} - 3 \text{ al} - 3 \frac{\text{ al}}{2}}{s} \cdot 100; \\
 Q &= \frac{si - z - x - \frac{y}{2}}{s} \cdot 100 = \frac{si - 50 - \frac{x}{2}}{s} \cdot 100 = \frac{si - 50 - \frac{\text{ al}}{2} - \frac{\text{ alk}}{2}}{s} \cdot 100; \\
 \alpha &= \frac{si - 50 - \frac{\text{ alk}}{2} - \frac{9 \text{ al}}{2}}{50 - \frac{3 \text{ al}}{2} + \frac{\text{ alk}}{2}}
 \end{aligned}$$

**Tonerdeüberschuss:**  $\text{al} > \text{alk} + c$ , jedoch  $\text{al} < \text{alk} + c + fm$ . Es muss  $Sp$  gebildet werden,  $Cs$  fehlt, d. h.  $\gamma = 0$ . Bezieht sich  $mg'$  nur auf die Orthosilikatbildung, so ist es nicht gleich  $mg$ , da ein Teil von  $Mg$  (eventuell auch von  $Fe$ ) zur Spinellbildung verbraucht wird. Man erhält:

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{6 \text{ alk} + 3 c}{s} \cdot 100; \quad M = \frac{150 - 3 \text{ alk} - 3 c}{s} \cdot 100; \quad Q = \frac{si - 50 - 2 \text{ alk} + \text{ al}}{s} \cdot 100; \\
 \alpha &= \frac{si - 50 - 6 \text{ alk} - 2 c + \text{ al}}{50 - \text{ alk} - c}
 \end{aligned}$$

Werden von einer Analyse nur die Basiswerte gegeben, so lassen sich daraus die Molekularwerte berechnen. Bezeichnen wir  $2(L + \text{Cal} + 2M + \frac{9}{5}Cp)$  mit S, so gilt zum Beispiel für den Normalfall (weder Alkalien- noch Tonerdeüberschuss):

$$al = \frac{L + \text{Cal}}{S} \cdot 100, \quad fm = \frac{4(\text{Fo} + \text{Fa} + \text{Fs})}{S} \cdot 100, \quad c = \frac{4\text{Cs} + 2(\text{Cal} + \frac{9}{5}Cp)}{S} \cdot 100,$$

$$alk = \frac{\text{Ne} + \text{Kp}}{S} \cdot 100, \quad si = \frac{2(\text{Kp} + \text{Ne} + M + 3Q)}{S} \cdot 100, \quad ti = \frac{6\text{Ru}}{S} \cdot 100,$$

$$p = \frac{\frac{6}{5}Cp}{S} \cdot 100.$$

Daraus ergeben sich übrigens für den Normalfall noch einige interessante Beziehungen. In isofalen Gesteinen muss  $\text{Ne} + \text{Kp} + 2\text{Cal} = 4(\text{Fo} + \text{Fa} + \text{Fs})$  sein, bzw.  $L + \text{Cal} + \text{Cs} = 4M$ . Ist  $L > 4M$ , so ist unter allen Umständen  $al > fm$ . In Gesteinen mit  $alk = c$  ist  $\text{Ne} + \text{Kp} = 4\text{Cs} + 2\text{Cal} + \frac{18}{5}Cp$ . Ist  $si = 100$ , so wird  $3Q = 2\text{Cal} + M + \frac{9}{5}Cp$ , bei  $si = 200$  muss zugleich  $3Q = L + 3\text{Cal} + 3M + \frac{18}{5}Cp$  sein.

Mit diesen grundsätzlichen Bemerkungen soll der erste Abschnitt des Artikels: „Die Pyroxene der magmatischen Gesteine“ abgeschlossen werden. Das wichtigste, unmittelbar zur Verfügung stehende chemisch-analytische Material ist verarbeitet und dargestellt worden. Der zweite Teil wird, unter Heranziehung weiterer allgemeiner Ergebnisse der Chemie und Mineralogie der magmatischen Gesteine, die Kristallisationsverhältnisse und die Abhängigkeit der Pyroxenkristallisation von den chemischen und physikalischen Bedingungen der magmatischen Erstarrung zu erörtern haben.