

Zeitschrift:	Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band:	15 (1935)
Heft:	1
Artikel:	Chemische und röntgenographische Untersuchungen an Amphibolen. II. Mitteilung, Über die Verbreitung des Analysenmankos
Autor:	Jakob, J.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-15332

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: 02.01.2026

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

Chemische und röntgenographische Untersuchungen an Amphibolen

II. Mitteilung: Über die Verbreitung des Analysenmankos.

Von *J. Jakob* in Zürich

In einer ersten Mitteilung¹⁾, die gemeinsam mit E. BRANDENBERGER veröffentlicht wurde, ist erstmals gezeigt worden, dass die herkömmliche chemische Analyse von Hornblenden offenbar nur in seltenen Fällen eine Analysensumme von etwa 100,00 Gewichtsprozenten erreicht. Diese Untersuchungen wurden jedoch blos an sechs Hornblenden durchgeführt, die allerdings den verschiedensten Gegenenden entstammten und die verschiedensten Entstehungsbedingungen repräsentieren. Von diesen sechs Analysen ergab nur eine die Summe von ungefähr 100 Prozenten, die übrigen zeigten ein mehr oder weniger grosses Manko, das maximal 3,35 % ausmachte. Dieser Fehlbetrag wurde in dieser ersten Mitteilung als überschüssiger Sauerstoff, oder als molekularer Sauerstoff, gewertet und in der Analyse aufgeführt.

Der wirkliche Beweis dafür, dass es sich in diesen Fehlbeträgen um nichts anderes als Sauerstoff handelt, wurde in der ersten Arbeit nicht erbracht. Auch heute ist es noch nicht möglich, die Qualität dieses Analysenmankos nachzuweisen. Über die seither in dieser Richtung durchgeführten zahlreichen Experimente soll in einer späteren Arbeit eingehend berichtet werden; vielleicht gelingt es bis dann, diese Frage zu lösen.

In dieser zweiten Mitteilung soll an Hand von 15 weiteren Analysen gezeigt werden, dass das Auftreten eines Fehlbetrages in der Analyse, den wir vorderhand weiter als Sauerstoff betrachten, offenbar unabhängig ist vom Chemismus der betreffenden Hornblende. Kein Kation darf für das Auftreten dieses Fehlbetrages verantwortlich gemacht werden. Hingegen hat es sich gezeigt, dass genannter Fehl-

¹⁾ Diese Mitteilung XI (1931) 140—162.

betrag nie bei asbestartigen Hornblenden auftritt, eine Feststellung, die von nicht geringer Bedeutung sein dürfte.

Das Material zu diesen neueren Untersuchungen wurde derart ausgesucht, dass wir nach Möglichkeit inbezug auf den Chemismus alle extremen Verhältnisse haben. Es wurde besonders Wert darauf gelegt, sehr eisenarme und gleichzeitig tonerdefreie Hornblenden zu finden. Dann war es auch wünschenswert, sehr eisenarme und dennoch tonerdereiche Glieder zu haben, die in den hellen Pargasiten vorliegen.

a) TREMOLITE:

Es gelangten drei eisenarme und zugleich tonerdefreie Amphibole zur Untersuchung, nämlich

Nr. 7. Tremolit, aus dem Dolomit des Campo lungo.

Nr. 8. Tremolit, vom gleichen Handstück wie Nr. 7, aber ein anderer Kristall.

Nr. 9. Tremolit, vom Fichtelgebirge, nähere Lokalität unbekannt.

	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9
SiO ₂	56,35	57,12	55,53
TiO ₂	0,00	0,00	0,05
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,08
Fe ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00
FeO	0,47	0,30	0,30
MnO	0,02	0,02	0,02
MgO	24,97	24,66	24,40
CaO	13,85	12,65	12,93
Na ₂ O	1,84	1,00	0,72
K ₂ O	0,49	0,21	0,55
+ H ₂ O	0,94	1,50	3,38
- H ₂ O	0,00	0,00	0,00
O ₂	1,07	2,54	2,04
	100,00	100,00	100,00

Diese Analysen wurden jeweilen an einem Kristall ausgeführt. Es ergibt sich aus diesen Beispielen die Tatsache, dass der Sauerstoffüberschuss nicht bedingt ist durch einen Gehalt an Sesquioxiden und auch nicht durch das Vorhandensein von Eisen. Der geringe Gehalt an FeO kann sicher nicht Ursache eines so grossen Sauerstoffüberschusses sein.

Die Analysen Nr. 7 und 8 zeigen ferner recht deutlich, dass die einzelnen Kristalle an einem Handstück in ihrem Chemismus oft beträchtlich voneinander abweichen. Jedes Kristallindividuum hat seine

besondere Eigenart, und in dieser Eigenart ist es bestrebt, weiterzuwachsen.

b) STRAHLSTEINE:

Diese Amphibole führen neben etwas FeO auch immer noch wesentliche Mengen Sesquioxyde, sie gelten aber immer noch als tonerdearm.

- Nr. 10. Strahlstein, aus einem Talkstrahlsteinschiefer vom Greiner, im Tirol.
- Nr. 11. Strahlstein, von Hospental, Gotthard, am Gurschenbach auf 1625 m Höhe. Von Dr. E. AMBÜHL.
- Nr. 12. Strahlstein, aus dem Serpentin zwischen Binn und Dever, Binnental, Wallis. Von Dr. H. BADER. Diese Kristalle sind umgeben von Nestern aus sehr feinem Strahlsteinasbest.
- Nr. 13. Strahlstein, vom Geisspfadpass, Binnental, Wallis. Es sind dies kleine, aber kompakte Kristalle, eingebettet in Asbest
Nr. 18. Von Dr. H. BADER.

Die Analyse Nr. 12 wurde an einem Kristall ausgeführt. Den übrigen drei Analysen haben wegen der Kleinheit der Kristalle mehrere Individuen zugrunde gelegen.

	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Nr. 13
SiO ₂	55,93	53,31	57,00	57,46
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	1,60	2,64	0,58	0,00
Cr ₂ O ₃	0,39	0,15	0,00	0,00
Fe ₂ O ₃	2,56	3,14	0,74	1,74
FeO	3,35	5,52	1,21	1,11
MnO	0,16	0,25	0,03	0,15
MgO	21,28	19,45	22,82	23,81
CaO	12,65	10,79	13,24	13,39
Na ₂ O	0,83	0,98	2,69	0,91
K ₂ O	0,18	1,19	0,84	0,57
+ H ₂ O	1,11	1,36	0,94	0,40
- H ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00
O ₂	0,00	1,22	0,00	0,46
	100,04	100,00	100,09	100,00

Die Analysen Nr. 10 und 12 zeigen den fraglichen Sauerstoffüberschuss nicht, wohl aber die Analysen Nr. 11 und 13.

c) PARGASITE:

Diese Amphibole sind gekennzeichnet durch einen hohen Gehalt an Tonerde, gegenüber sehr wenig Alkalien, etwas Fluor und wenig

Eisen. Herr Prof. Dr. H. HAUSEN in Åbo, Finland, hatte die grosse Freundlichkeit, mir für diese Untersuchungen drei Mineralproben zur Verfügung zu stellen, wofür ihm hierorts der beste Dank ausgesprochen sei. Diese drei Proben stammen alle aus den bekannten Lagerstätten auf Pargas bei Åbo.

- Nr. 14. Grosser grüner Kristall von Simonby, Pargas. Dichte: 3,103.
 Nr. 15. Grosser grüner Kristall von Simonby, Pargas. Dichte: 3,069.
 Nr. 16. Grosser schwarzer Kristall. Dichte: 3,187.

	Nr. 14	Nr. 15	Nr. 16
SiO ₄	40,63	42,02	41,35
TiO ₂	0,49	0,10	1,90
Al ₂ O ₃	15,07	13,28	13,00
Fe ₂ O ₃	0,67	0,65	1,08
FeO	0,88	0,57	8,00
MnO	0,03	0,03	0,03
MgO	18,50	19,74	13,82
CaO	15,13	14,95	12,61
Na ₂ O	1,40	1,90	1,88
K ₂ O	1,94	1,62	2,23
+ H ₂ O	1,47	1,47	0,89
- H ₂ O	0,00	0,00	0,00
F ₂	0,59	0,56	1,12
O ₂	3,45	3,35	2,56
	100,25	100,24	100,47
F ₂ = O	0,25	0,24	0,47
	100,00	100,00	100,00

Alle drei Pargasite zeigen diesen Sauerstoffüberschuss, die Analysen Nr. 14 und 15 sogar den höchsten Betrag, der bis jetzt festgestellt werden konnte. Der Osannit Nr. 1 zeigte seinerzeit den Betrag von 3,35. Selbst tonerdereiche und alkaliarme Amphibole mit viel oder wenig Eisen zeigen also diesen Fehlbetrag in der Analyse, den wir für einen Überschuss an Sauerstoff halten. Merkwürdigerweise ist diese Erscheinung bisher von den Analytikern noch nicht festgestellt worden.

d) GEWÖHNLICHE HORNBLENDE:

Zu den früheren Analysen Nr. 4, 5 und 6 kommt hier nur eine neue hinzu. Es handelt sich hier um eine Hornblende (Dichte: 3,150) aus einem Pyroxenhornblendit (Auswürfling) von Wimbo, Lower Chindwin, Upper Burma. Diese Analyse wurde seinerzeit für Herrn Prof. Dr. C. BURRI ausgeführt.

	Nr. 17		
SiO_2	40,55	CaO	12,77
TiO_2	2,69	Na_2O	2,00
Al_2O_3	12,04	K_2O	2,10
Fe_2O_3	6,56	$+\text{H}_2\text{O}$	0,59
FeO	3,80	$-\text{H}_2\text{O}$	0,00
MnO	0,07	O_2	1,68
MgO	15,15		
			100,00

Dieser Fehlbetrag in der Analyse tritt also auch bei Hornblenden auf, die liquidmagmatischer Entstehung sind, wie das ja schon mit Analyse Nr. 6 bewiesen wurde.

e) ASBESTARTIGE AMPHIBOLE:

Besonders interessant ist das Verhalten der Hornblendeasbeste, bis jetzt wurden ein Strahlsteinasbest und drei Glaukophanasbeste untersucht. Diese Proben entstammen folgenden Lokalitäten:

- Nr. 18. Strahlsteinasbest vom Geisspfadpass, Binnental, Wallis. Es handelt sich um denselben Asbest, in welchem sich die Kristalle der Analyse Nr. 13 befanden. Von Dr. H. BADER.
- Nr. 19. Glaukophanasbest, äusserst feinfaserig. Banded Iron Stone. Kuruman, British Bechuanaland. Geschenk von Herrn EGENBERGER, Nr. 192 614 unserer Sammlung.
- Nr. 20. Glaukophanasbest von Chile. Geschenk der ETERNIT A.-G. in Niederurnen.
- Nr. 21. Glaukophanasbest, sogenannter Kap-Asbest. Geschenk der ETERNIT A.-G. in Niederurnen.

	Nr. 18	Nr. 19	Nr. 20	Nr. 21
SiO_2	57,79	52,02	55,09	52,32
TiO_2	0,10	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	0,00	0,00	0,18	0,00
Fe_2O_3	0,00	21,46	17,25	23,37
FeO	2,36	14,07	3,98	14,28
MnO	0,02	0,01	0,02	0,01
MgO	24,05	3,68	12,82	1,79
CaO	13,08	0,55	0,87	0,00
Na_2O	0,96	5,12	6,60	4,95
K_2O	0,47	0,90	2,27	1,41
$+\text{H}_2\text{O}$	1,19	1,40	1,00	1,67
$-\text{H}_2\text{O}$	0,00	0,80	0,00	0,32
	100,02	100,01	100,08	100,12

Keine von diesen Analysen asbestartiger Hornblenden zeigt den sonst so häufigen Fehlbetrag, den wir als Sauerstoffüberschuss bezeichnen.

f) SCHLUSSFOLGERUNGEN:

In der eingangs erwähnten früheren Arbeit wurde festgestellt, dass die chemischen Analysen der Amphibole, wenn man deren Komponenten in der üblichen Oxydform schreibt, selten die Summe von 100 Gewichtsprozenten erreichen. Es bleibt in den meisten Fällen ein beträchtliches Manko, das nach den bisherigen Erfahrungen maximal etwa 3,50 Gewichtsprozente ausmacht. Dieser Fehlbetrag wurde bisher als überschüssiger oder molekularer Sauerstoff gewertet, denn nach gründlicher Diskussion über die Qualität des noch zu bestimmenden Elementes unter Berücksichtigung aller gemachten Erfahrungen, ergibt sich als wahrscheinlichste Annahme die, dass es sich nur um Sauerstoff handeln kann. Dieser überschüssige Sauerstoff konnte jedoch bis jetzt noch nicht qualitativ nachgewiesen werden; eingehende Untersuchungen in dieser Hinsicht sind im Gange.

Um festzustellen, ob dieser Fehlbetrag der Hornblendeanalysen irgendwie durch den Chemismus der jeweiligen Hornblende bedingt sein könnte, wurden bis jetzt insgesamt 21 Analysen durchgeführt. Das Resultat ist, dass dieser Fehlbetrag offensichtlich in keiner Weise vom Vorhandensein irgendwelcher spezieller Kationen abhängig sein kann; die in chemischer Beziehung extremsten Hornblenden zeigen ihn.

Es gibt nur eine Sorte von Amphibolen, die diesen Fehlbetrag bis jetzt nicht zeigen, das sind die asbestartigen Hornblenden. Das Auftreten oder Nichtauftreten eines Fehlbetrages in der Analyse hängt somit nicht vom Chemismus, sondern von der Morphologie ab.

Von besonderem Interesse dürfte folgende Feststellung sein. In Nr. 12 haben wir den Fall, dass die Analyse keinen Fehlbetrag aufweist. Diese Hornblende war eingebettet in Asbest, welch letzterer jedoch nicht analysiert wurde. Einen ähnlichen Fall haben wir in Nr. 13 und 18. Die kompakte Hornblende Nr. 13 war eingebettet in den Asbest Nr. 18. Die Hornblende Nr. 13 zeigt zwar einen Fehlbetrag, aber nur einen sehr kleinen von 0,46 Gew.%. Die Analyse wurde aber an einem Kristallgemenge ausgeführt, so ist es wohl möglich, dass der analytisch festgestellte Fehlbetrag durch einige Kristalle mit grossem Fehlbetrag verursacht worden ist. Die Verhältnisse scheinen nun so zu liegen, dass Hornblenden, die sich mehr oder weniger gleichzeitig mit dem Asbest bilden, offenbar wie der Asbest keinen Fehlbetrag aufweisen, oder dann nur einen kleinen. Wir kommen daher zu folgendem Schlusse:

1. Hornblenden können sich in Form von kompakten, das heisst, „dreidimensionalen“ Kristallen oder in Form von feinfaserigem Asbest, das heisst, „eindimensionalen“ Kristallen, bilden.
2. Wenn die chemischen Verhältnisse derart liegen, dass sich kein Fehlbetrag in der Analyse zeigen wird, dann können sich sowohl kompakte Kristalle als auch Asbest bilden. Ja, es können beide Typen nebeneinander auftreten.
3. Liegen aber die chemischen Verhältnisse so, dass ein Fehlbetrag auftreten wird, dann werden sich nur kompakte Kristalle bilden können.

Dieses Verhalten können wir uns erklären, wenn wir annehmen, dass der jeweilige Fehlbetrag der Analyse Sauerstoff bedeutet. Wir können die Antwort dann in der folgenden Weise formulieren:

Asbestartige, also feinfaserige Hornblende mit Sauerstoffüberschuss kann sich nicht bilden, weil diese „eindimensionalen“ Kristallgebilde auseinanderfallen würden. Hornblendestrukturen mit Sauerstoffüberschuss sind nicht in „eindimensionalen“, wohl aber in „dreidimensionalen“ Gebilden möglich. In „dreidimensionalen“ Gebilden können derart labile Verkettungen durch weitergehende Bindungen stabilisiert werden.

Eingegangen: 26. April 1935.