STOR-B 71-0574

werden. Dieser Effekt zeigt sich am $CaCl_2$ bei der Konstruktion mit Verhältnisebenen. Bemerkenswert ist bei dieser Konstruktionsart auch der deutliche Unterschied der aneinanderstoßenden Flächen benachbarter Wirkungsbereiche zu verschiedenen Teilchenarten.

Tab. 2 enthält die Volumina der Wirkungsbereiche für die drei Konstruktionen. Mit der hier angegebenen Stellengenauigkeit addieren sich auch die Volumina der mit Verhältnisebenen konstruierten Wirkungsbereiche zum Volumen der Elementarzelle. Tatsächlich tritt jedoch in diesem Fall ein Restvolumen von 0.0132 Å³ (0.0078 % des Zellvolumens) für die räumlichen Gebiete auf, die keinem der Wirkungsbereiche angehören. Dem Vergleich mit dem Verhältnis der Ionenradien von 1.70 dient die Angabe der dritten Wurzel aus dem Volumenverhältnis in der letzten Spalte der Tab. 2.

Tab. 2. Volumina der Wirkungsbereiche von Ca^{2+} und Cl^- in $CaCl_2$.

Konstruktionsart	Volumen des Wirkungsbereichs V_{Ca}[Å³]	V_{Cl}[Å³]	$\frac{V_{Cl}}{V_{Ca}}$	$\sqrt[3]{\frac{V_{Cl}}{V_{Ca}}}$
Mittelsenkrechten	20.92	31.67	1.514	1.15
Verhältnisebenen	8.50	37.88	4.456	1.65
Potenzebenen	8.80	37.73	4.288	1.62

Schlußbemerkung

Will man das Konzept der Wirkungsbereiche auf Strukturen anorganischer Verbindungen anwenden, dann scheint die Konstruktion der Wirkungsbereiche mit Hilfe von Potenzebenen von den hier aufgeführten Möglichkeiten die geeignetste zu sein. Im Gegensatz zur Konstruktion mit mittelsenkrechten Ebenen gestattet sie die Berücksichtigung unterschiedlicher Teilchengrößen. Außerdem liefert sie im Gegensatz zur Konstruktion nach R. Hoppe (1970) — hier Konstruktion mit Verhältnisebenen genannt — stets eine lückenlose Raumteilung.

Für alle Konstruktionen, in welche die unterschiedlichen Ionen- bzw. Atomradien eingehen, sind selbstverständlich die jeweils gewählten Radien von Bedeutung. Wenn man statt der hier verwendeten Radien z. B. nach L. Pauling (1948) Ionenradien von 0.99 Å für Ca^{2+} und 1.81 Å für Cl^- benutzt, so ergibt die Potenzebenenkonstruktion für $CaCl_2$ topologisch die gleichen Polyeder, jedoch mit anderen Volumina und Flächengrößen. In diesem Fall betragen die Volumina 7.03 bzw. 38.61 Å³ (vgl. Tab. 2). Am Wirkungsbereich des Cl^--Ions werden dabei die größten durch Cl^--Nachbarn erzeugten Flächen größer als die Ca^{2+}-Flächen. „Effektive Koordinationszahlen" (R. Hoppe, 1970) hängen also nicht nur von der Art der Konstruktion, sondern auch von der Wahl der Ionenradien ab.

Literaturverzeichnis

Bever, A. K. van & Nieuwenkamp, W.: Die Kristallstruktur von Calciumchlorid, $CaCl_2$. — Z. Kristallogr. 90, 1935, 374—376.

Frank, F. C. & Kasper, I. S.: Complex alloy structures regarded as sphere packings I. Definition and basic principals. — Acta Crystallogr. 11, 1958, 184—190.

Hellner, E. & Löckenhoff, H.-D.: Tetragonale Deformationen des kubischen I- und F-Gitters. — N. Jb. Miner. Mh. 1970, 391—400.

Hoppe, R.: Die Koordinationszahl — ein „anorganisches Chamäleon". — Angew. Chem. 82, 1970, 7—16.

Laves, F.: Ebenenteilung und Koordinationszahl. — Z. Kristallogr. 78, 1931, 208—241.

Löckenhoff, H.-D. & Hellner, E.: Die Wirkungsbereiche der invarianten kubischen Gitterkomplexe. — N. Jb. Miner. Mh. 1971, 155—174.

Niggli, P.: Die topologische Strukturanalyse. I. — Z. Kristallogr. 65, 1927, 391—415.

— Die topologische Strukturanalyse II. — Z. Kristallogr. 68, 1928, 404—466.

Nowacki, W.: Homogene Raumteilung und Kristallstruktur. — Diss. Zürich, 1935.

Pauling, L.: The nature of the chemical bond. — Cornell University Press, Ithaca, New York (Second Edition) 1948.

Shannon, R. D. & Prewitt, C. T.: Effective Ionic Radii in Oxides and Fluorides. — Acta Crystallogr. B 25, 1969, 925—946.

Bei der Schriftleitung druckfertig eingegangen am 17. März 1971.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. W. Fischer, Dipl.-Min. E. Koch und Prof. Dr. E. Hellner, Mineralog. Institut der Universität, 355 Marburg/Lahn, Deutschhausstraße 10.

Short Communication

An Experimental Determination of the Upper Stability Limit of Muscovite + Quartz in the Range 7—20 kb Water Pressure

By Bernhard Storre and Ekkehard Karotke

With 1 figure in the text:

The breakdown of muscovite in the presence of quartz is a world-wide petrographic observation in high-grade metamorphic terrains. At H_2O pressures up to approx. 5.8 kb the paragenesis muscovite + quartz is stable up to the conditions of reaction

(1) muscovite + quartz ⇌ K-feldspar + Al_2SiO_5 + H_2O

which has been repeatedly investigated experimentally, e. g. by Evans (1965) and Althaus et al. (1970).

If, however, H_2O pressure exceeds 5.8 kb, and no plagioclase is present, then muscovite + quartz + H_2O react to form liquid + sillimanite, or liquid + kyanite, respectively:

(2) muscovite + quartz + H_2O ⇌ liquid + sillimanite,
(6) muscovite + quartz + H_2O ⇌ liquid + kyanite.

In the present study, reactions (2) and (6) were determined experimentally at $P_s = P_{H_2O}$. The experiments were performed in a piston-cylinder apparatus similar to that described by Boyd & England (1960). The temperatures and pressures stated are acurate to at least ± 7° C and ± 0.5 kb, respectively. The starting material was a mixture of muscovite from Arendal/Norway (46.6 wt.-%) and quartz (47.4 wt.-%) with seeds of sillimanite from Custer, South Dakota/USA (the material used by Althaus and kyanite from St. Gotthard/Switzerland (3 wt.-% each). In relation to the solid

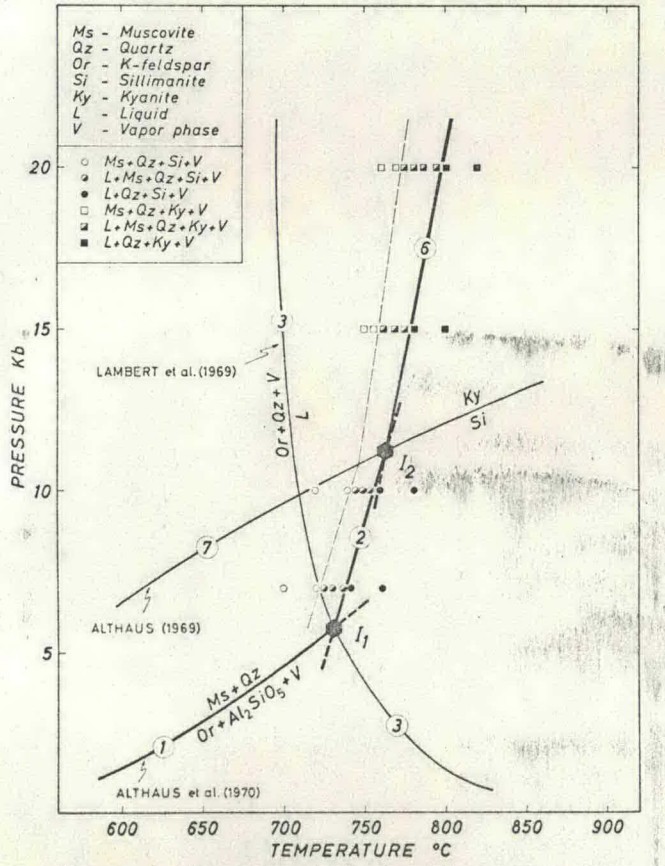

Fig. 1. Pressure-temperature diagram with the experimental results bearing on reactions: (2) muscovite + quartz + H_2O ⇌ liquid + sillimanite and (6) muscovite + quartz + H_2O ⇌ liquid + kyanite. The equilibrium curves of reactions (1), (3), and (7) are added.

substances, 20—30 wt.-% H_2O were present. Thus, H_2O was present always in excess and the liquid formed was saturated. The results of the experiments are illustrated in Fig. 1.

The melting process according to reactions (2) or (6), respectively, takes place at a constant H_2O pressure throughout a temperature interval of about 15—25° C. Within this melting interval, liquid + muscovite + quartz + sillimanite (or kyanite) + vapor phase coexist. The amount of muscovite decreases with increasing temperature and above the heavy curves of reactions (2) and (6) in Fig. 1 no muscovite exists in the presence of quartz. The divariant melting interval observed in reactions (2) and (6) may be explained by the Na_2O content of the muscovite (0.7 %): The composition of the liquid formed within the divariant melting interval varies along part of the cotectic curve of the system $NaAlSi_3O_8$-$KAlSi_3O_8$-SiO_2. Thus, the liquid formed at the beginning of the melting process should be richer in Na than the muscovite in equilibrium with the liquid.

Regarding the Na-free 4-component-system K_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O, the univariant equilibrium curves of reactions (1) and (2) intersect at the invariant point I_1 at approx. 5.8 kb and 730° C. According to the phase rule, the equilibrium curves of the following three additional reactions must run through the invariant point I_1:

(3) K-feldspar + quartz + H_2O ⇌ liquid
(4) muscovite + quartz ⇌ liquid + K-feldspar + sillimanite
(5) K-feldspar + sillimanite + H_2O ⇌ liquid + muscovite.

The equilibrium curve of reaction (3) is also represented in Fig. 1 using the data given by Lambert et al. (1969). Segnit & Kennedy (1961) have worked on reaction (4), but their data, using a piston-anvil apparatus, may not be reliable.

Another invariant point (I_2) results from the intersection of the univariant equilibrium curves of reactions (2) and (6). Additionally, the equilibrium curve of reaction (7) sillimanite ⇌ kyanite must run through that invariant point I_2. The equilibrium conditions for the transformation sillimanite/kyanite which are determined by the intersection point of the experimentally determined equilibrium curves of reactions (2) and (6) at approx. 11.2 kb and 765° C agree with those stated by Althaus (1969) and not with those given by Richardson et al. (1968).

A detailed paper will be published soon. — The authors wish to express their cordial thanks to Prof. H. G. F. Winkler for stimulating discussions and for reviewing the manuscript. This work was supported by grants of the Deutsche Forschungsgemeinschaft given to Prof. Winkler.

References

Althaus, E. (1969): Das System Al_2O_3-SiO_2-H_2O. Experimentelle Untersuchungen und Folgerungen für die Petrogenese der metamorphen Gesteine. — N. Jb. Miner. Abh. 111, 74—161.

Althaus, E.; Karotke, E.; Nitsch, K.-H. & Winkler, H. G. F. (1970): An experimental re-examination of the upper stability limit of muscovite plus quartz. — N. Jb. Miner. Mh., Jg. 1970, 325—336.

Body, F. R. & England, J. L. (1960): Apparatus for phase-equlibrium measurements at pressures up to 50 kilobars and temperatures up to 1750° C. — J. Geophys. Res. **65**, 741—748.

Evans, B. W. (1965): Application of a reaction-rate method to the breakdown equilibria of muscovite and muscovite plus quartz. — Amer. J. Sci. **263**, 647—667.

Lambert, I. B.; Roeertson, J. K. & Wyllie, P. J. (1969): Melting reactions in the system $KAlSi_3O_8$-SiO_2-H_2O to 18,5 kilobars. — Amer. J. Sci. **267**, 609—626.

Richardson, S. W.; Bell, P. M. & Gilbert, M. C. (1968): Kyanite-sillimanite equilibrium between 700° C and 1500° C. — Amer. J. Sci. **266**, 513—541.

Segnit, R. E. & Kennedy, G. C. (1961): Reactions and melting relations in the system muscovite-quartz at high pressures. — Amer. J. Sci. **259**, 280—287.

Manuscript received by the editor March 22, 1971.

Authors' address:

Dr. Bernhard Storre and Dr. Ekkehard Karotke, Mineralogisch-Petrologisches Institut der Universität, 34 Göttingen, Lotzestraße 16—18, Germany.

Personalia

Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Tom F. W. Barth, Oslo, geb. 1899, ist am 7. März 1971 nach längerer Krankheit verstorben.

Prof. Dr. Dr. h. c. Richard Nacken, ehem. Direktor der Mineralogischen Institute Tübingen, Greifswald, Frankfurt, Tübingen, ist am 8. April 1971 kurz vor Vollendung seines 87. Lebensjahres verstorben.

Dr. Ahmed El Goresy hat sich am 1. 7. 1970 für das Fach Mineralogie und Petrographie an der Geowissenschaftlichen Fakultät der Universität Heidelberg habilitiert.

Auszeichnung der Schriften:

═══ doppelte Unterstreichung = fett (z. B. für Titel oder Überschriften)

——— einfache Unterstreichung = gesperrt (z. B. für hervorzuhebende Wörter im Text oder für Unterabschnitts-Titel)

- - - - - - unterbrochene Unterstreichung = Kapitälchen (bei Personennamen)

~~~ geschlängelte Unterstreichung = *kursiv*

{ weniger wichtige Teile des Manuskripts sind vom Autor für Kleindruck vorzumerken = Wellenlinie am Rande.

Die Übersendung eines Manuskripts an einen der Redakteure zur Aufnahme in das „Neue Jahrbuch für Mineralogie" wird als verbindliche Zusicherung des Autors angesehen, daß die Veröffentlichung der Arbeit in dieser Form und in diesem Umfang an einer anderen Stelle nicht erfolgt ist oder erfolgen wird.

3. Abbildungen: Bei Photographien sind weiße Hochglanzabzüge erwünscht. Auf jedem Photo sollte möglichst ein Maßstab eingezeichnet oder mit aufgenommen sein. Sonst ist der Maßstab in der Bildunterschrift anzugeben. Von den Zeichnungen sind die Originalvorlagen, nicht etwa Lichtpausen, für eine gute Reproduktion erforderlich.

   Die Zeichnungen müssen sauber in schwarzer Tusche ausgezogen sein. Etwaige Halbtöne (z. B. Schummerungen mit Farb- oder Bleistift) sind durch Signaturen in Tusche zu ersetzen.

   Bei Beschriftungen, wie auch bei den Zeichnungen selbst, bitten wir, auf die Möglichkeit einer Verkleinerung zu achten. Wenn die Beschriftungen nicht klar und einwandfrei eingetragen werden können, sollen diese nur mit Bleistift angeführt werden; in diesem Fall besorgt der Verlag die saubere Beschriftung. Die vom Verfasser für zweckmäßig gehaltenen Verkleinerungsgrade bitten wir, auf der Rückseite der Abbildungen anzugeben. Im übrigen wird gebeten, Abbildungen (einschließlich der Beschriftung) und Tabellen, die größere Ausmaße haben, dem Format des Satzspiegels anzupassen.

4. Die Unterschriften zu den Abbildungen sollen gemeinsam auf einem besonderen Manuskript-Blatt beigefügt werden.

5. Literaturzitate: Bei den Abkürzungen der Zeitschriften bitten wir die Verfasser, die deutschen Normen für Zeitschriften-Kurztitel, DIN 1502, zu verwenden. Beispiel:

   Ahlfeld, F. & Mosebach, R.: Über Alkaligesteine in der boliv. Ostkordillere. — N. Jb. Miner. Beil.-Bd. 69, 1935, Abt. A, 388—414.
   oder:
   Zurmühl, R.: Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker. 3. Aufl., Berlin, Julius Springer 1961.

   Sämtliche in der Arbeit erwähnten Veröffentlichungen müssen im Literaturverzeichnis genannt werden.

6. Korrekturversand: Die Autoren (bei mehreren Autoren einer Arbeit stets nur der erstgenannte) erhalten nach Annahme ihrer Arbeit a) 2 Fahnenkorrekturabzüge, b) 2 Revisionsabzüge vor dem Reindruck. Zur Beschleunigung des Erscheinens wird gebeten, jeweils einen korrigierten Abzug der Fahnen bzw. der Revision umgehend an den Verlag zurückzusenden. Im Verhinderungsfalle sollte ein Vertreter für die Durchführung der Korrekturen bestimmt werden. Kommt die Revisionskorrektur nicht rechtzeitig zurück, erfolgt der Reindruck der Arbeit lediglich auf Grund des ungeprüften Revisionsabzugs.
~~~