

Abb. 6. Gefüllte Lamellen nach $(10\bar{1}3)$ und $(0\bar{1}13)$ im Quarz aus einem Gneis-Einschluß in der Kristallinbreccie von Appetshofen (S 289).

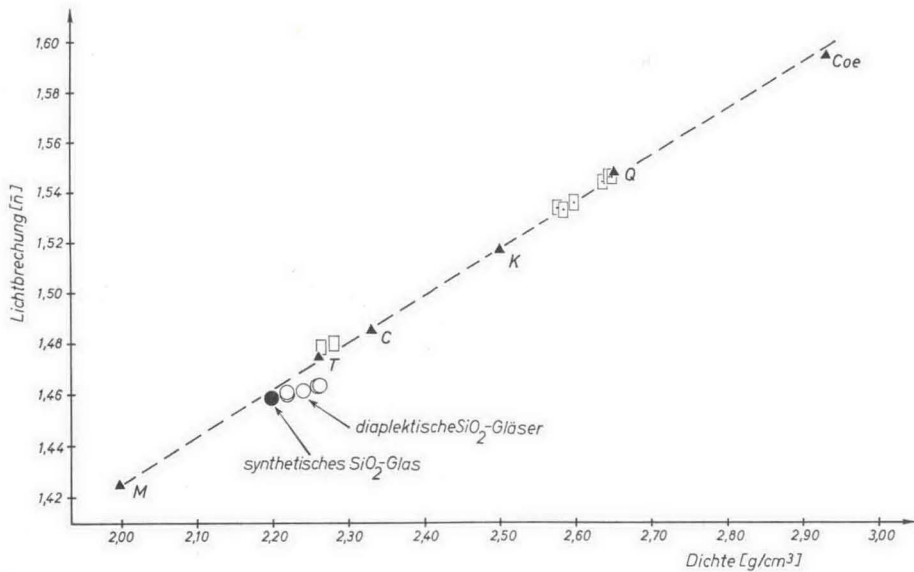


Abb. 7. Dichte und Lichtbrechung von diaplektischen Quarzen (Rechtecke) und Quarzgläser (Kreise).

M = Melanophlogit. T = Tridymit. C = Cristobalit. K = Keatit. Q = Quarz.
Coe = Coesit.

scheinlich durch Übergänge mit den Homogenen Lamellen (Abb. 5) verbunden, planaren Elementen, welche unter dem Mikroskop eine Breite von wenigen μ haben und sich durch niedrigere Lichtbrechung und Doppelbrechung vom umgebenden Quarz unterscheiden. Schließlich kommen selten auch noch Gefüllte Lamellen (Abb. 6) vor, das sind ebene Lamellen, die mit feinkörnigem kristallinem Material, wahrscheinlich Stishovit gefüllt sind.

Alle Arten planarer Elemente verlaufen parallel zu niedrig indizierten Ebenen des Quarzgitters. Am häufigsten sind solche nach (10 $\bar{1}$ 3). Bei höheren Spitzendrücken der Stoßwellen (nach den Experimenten bei Drücken über ca. 200 kbar) treten neben ihnen besonders häufig planare Elemente nach (10 $\bar{1}$ 2) auf. Weniger häufig sind Orientierungen nach (0001), (10 $\bar{1}$ 1), (11 $\bar{2}$ 2), 11 $\bar{2}$ 1), (21 $\bar{3}$ 1), (51 $\bar{6}$ 1), (10 $\bar{1}$ 0). Mit zunehmendem Spitzendruck der Stoßwelle vermehrt sich die Zahl der verschiedenen Systeme planarer Elemente, die ein einzelnes Korn durchsetzen, und vermindert sich der Abstand benachbarter Ebenen eines Systems. Im Mittel findet man in den Quarzkörnern stoßwellenbeanspruchter Riesgesteine 3 bis 10 Systeme nebeneinander. Maximal wurden 18 Systeme in einem Korn beobachtet. Die Abstände der einzelnen Ebenen eines Systems liegen meist zwischen 20 und 5 μ . Bei den höchstbeanspruchten Quarzen sind die Abstände so klein, daß man sie unter dem Mikroskop nicht mehr messen kann.

Alle Quarzkörner mit planaren Elementen haben geringere Lichtbrechung, Doppelbrechung und Dichte als normaler Quarz. Die gemessenen Werte überdecken den Bereich zwischen normalem Quarz und Quarzglas. Dichte und Lichtbrechung sind umso niedriger, je höher der Spitzendruck der einwirkenden Stoßwelle war und somit ein mindestens qualitativer Gradmesser für die Höhe der Stoßwellenmetamorphose (Abb. 7).

Spitzendrücke zwischen etwa 400 kbar und etwa 500 kbar: Quarzkörner dieser Belastungsstufe sind vollständig in diaplektisches Glas umgewandelt, ein SiO₂-Glas, das nicht durch Schmelzung, sondern durch eine Umwandlung im festen Zustand entstanden ist. Es bewahrt deshalb alle Formen des ursprünglichen Kornes, enthält keine Blasen und keine Fließstrukturen (Abb. 8). Das diaplektische Quarzglas ist von dem normalen, durch Schmelzen entstandenen Glas durch eine deutlich höhere Lichtbrechung und höhere Dichte unterschieden (ENGELHARDT et al. 1967).

Diaplektische Quarzgläser enthalten bis zu etwa 50 % Coesit, der direkt unter dem Mikroskop (Abb. 9) oder nach entsprechender chemischer Anreicherung mit verdünnter Flußsäure röntgenographisch nachweisbar ist. In manchen Proben kommt jedoch in sehr viel geringerer Konzentration die SiO₂-Modifikation Stishovit vor (vgl. STÖFFLER und ARNDT 1969).

Spitzendrücke über etwa 500 kbar: In Experimenten mit so hohen Spitzendrücken entsteht aus Quarz normales geschmolzenes Quarzglas, weil die bei der Kompression durch die Stoßwelle entstehende Temperatur auch nach der Entlastung (Resttemperatur) die Schmelztemperatur des Quarzes übertrifft (vgl. WACKERLE 1962). Die so gebildeten SiO₂-Gläser enthalten Blasen und zeigen typische Fließgefüge (Abb. 10). Derartige normale Quarzgläser kommen in den Grundgebirgseinschlüssen des höchsten Metamorphosegrades vor.

Nach dem augenblicklichen Stande des Wissens stellen wir uns die Wirkung der Stoßwellen auf Quarz etwa folgendermaßen vor: Unterhalb 100 kbar reagiert der Quarz im wesentlichen spröde und bricht parallel zu den oben genannten Ebenen. Oberhalb etwa 100 kbar beginnt die plastische Deformation der Quarzkörner durch Gleitung parallel zu den Ebenen der planaren Elemente. Gleichzeitig mit der Gleitung setzt eine teilweise Umwandlung in eine Hochdruckphase, wahrscheinlich Stishovit oder eine ähnlich dichte, aber noch nicht vollkommen geordnete Phase ein. Dies geschieht vorzugsweise entlang der Gleitebenen in dünnen lamellaren Zonen, welche jetzt als planare Elemente sichtbar sind. Die Menge der in der Stoßwelle gebildeten Hochdruckphase nimmt mit dem Spitzendruck zu. Bei etwa 400 kbar ist sie vollständig. Unter günstigen Bedingungen kann ein geringer Anteil des Stishovit die Druckentlastung überleben. Im allgemeinen bricht jedoch während der Druckentlastung und Abkühlung die dichte Phase zu diaplektischem Glas zusammen (vgl. auch McQUEEN et al. 1963). Wenn die Umwandlung zur Hochdruckphase vollständig war (d. h. oberhalb etwa 400 kbar), ist aller Quarz verschwunden und es bleibt nur diaplektisches Glas mit etwas, wahrscheinlich während der Entlastung gebildetem Coesit übrig (vgl. hierzu STÖFFLER und ARNDT 1969). War die Umwandlung nicht vollständig (Drücke zwischen 100 und 400 kbar), so ist das Endprodukt „Quarz“ mit planaren Elementen, d. h. Quarz mit mehr oder weniger dünnen Lamellen aus Glas, so daß die am Gesamtkorn gemessenen mittleren Werte von Lichtbrechung und Dichte entsprechend erniedrigt sind.