



Abb. 1. Vereinfachtes Schema der Zonen der Stoßwellenmetamorphose (Stufen I–IV, vgl. Tabelle 1) kristalliner Gesteine beim Einschlag eines großen Meteoriten. Zeichnung in Anlehnung an die Berechnungen von DAVID (1966) für das Nördlinger Ries. Druck- und Temperaturangaben nach den im Text angegebenen experimentellen Untersuchungen an Quarz und Feldspat.

Temperaturbeanspruchung ausgebildet, in welchen die Minerale der Gesteine unterschiedliche Veränderungen durch Druck und Temperatur erfahren. Es handelt sich dabei um mechanische Deformationen und Phasenumwandlungen, die über Höchstdruck- und Schmelzphasen bis zum gasförmigen Zustand führen (Abb. 1).

Kenntnis über die Art und den Mechanismus dieser Veränderungen der primären Gesteine durch die dynamische Druckbeanspruchung erhalten wir in erster Linie aus mikroskopischen, röntgenographischen und physikalischen Untersuchungen der Bestandteile der Kraterauswurfsmassen.

Im Nördlinger Ries zeigen insbesondere die Einschlüsse kristalliner Gesteine, die dem variszischen Grundgebirge entstammen, innerhalb der Auswurfbreccien (Suevit, Bunte Breccie, Kristallin-Breccie) Zeichen einer charakteristischen sog. Stoßwellenmetamorphose. Die einzelnen Fragmente des kristallinen Grundgebirges lassen sich auf Grund ihres Beanspruchungsgrades Stufen oder Zonen einer progressiven Stoßwellenmetamorphose zuordnen. Diese Stufen sind durch den Umwandlungsgrad der wichtigsten gesteinsbildenden Minerale charakterisiert, insbesondere der Gerüstsilikate Quarz, und Feldspat (STÖFFLER 1965, 1966). Der Vergleich mit experimentellen Untersuchungen über das Verhalten gesteinsbildender Minerale gegenüber Stoßwellen, bei welchen im Gegensatz zur Natur Druck und Temperaturbedingungen relativ genau berechnet werden können, erlaubt eine Zuordnung der Stufen der Stoßwellenmetamorphose zu bestimmten Druck/Temperaturwerten (ENGELHARDT und STÖFFLER 1966, STÖFFLER 1967, Tabelle 1). Ein ähnliches Schema der progressiven Stoßwellenmetamorphose hat CHAO (1966 b, 1967, 1968) entworfen, welches auf einer Einteilung in 7 Stufen beruht, nach denen die einzelnen Mineralien, nicht das Gesamtgestein, klassifiziert werden. Bei den Stoßwellenexperimenten, welche der Korrelierung bestimmter

mechanischer Deformationserscheinungen und Phasenumwandlungen zu bestimmten p-T-Werten zugrunde liegen, handelt es sich im wesentlichen um zwei Arten:

1. Experimente zur Bestimmung des thermodynamischen Zustandsverhaltens der Minerale bei dynamischer Kompression und Expansion, d. h. die Messung der sog. Rankine-Hugoniot-Beziehungen und/oder der Entspannungsdiabaten (WACKERLE 1962, McQUEEN, FRITZ und MARSH 1963, AHRENS und GREGSON 1964, AHRENS und ROSENBERG 1966, AHRENS, PETERSEN und ROSENBERG 1968, AHRENS, ANDERSON und RINGWOOD 1968).
2. Experimente mit nachfolgender mineralogischer Untersuchung des beanspruchten Materials (recovery experiments): DE CARLI und JAMIESON 1959, DE CARLI und MILTON 1963, 1965, SHORT 1966, MÜLLER und DEFORNEAUX 1968, HÖRZ 1968, MÜLLER und HORNEMANN 1969).

## 1.2. Stufen der Stoßwellenmetamorphose (s. Tabelle 1)

Tabelle 1

Schematische Darstellung der Stufen einer progressiven Stoßwellenmetamorphose quarz- und feldspatführender Kristallingesteine mit Angabe von Druck- und Temperaturgrenzen (im wesentlichen nach STÖFFLER 1966, 1967 und ENGELHARDT und STÖFFLER 1966). Druck- und Temperaturwerte nach den im Text angegebenen experimentellen Untersuchungen an Quarz und Feldspat; Werte für die Obergrenze der Stufe IV nach DAVID (1966).

Stufe	Druck in der Stoßfront in kilobar	Resttemperatur nach der Druckentlastung in °C	Kennzeichen der Stoßwellenmetamorphose an Hand der Indikatorminerale Quarz und Feldspat	Erscheinungsform des Gesteins im Kraterauswurf
I	~ 100	~ 100	Diaplektische Kristalle mit planaren, kristallographisch orientierten Deformationsstrukturen (isotrope Lamellen) und erniedrigter Dichte, Licht- und Doppelbrechung. Stishovit in Quarz	Primärgefüge erhalten, jedoch starke Kataklyse
II	~ 350	~ 250	Diaplektische Gläser pseudomorph nach primären Kornformen. Coesit und Stishovit in diaplektischem Quarzglas	Primärgefüge erhalten, jedoch matt-trübe Erscheinung der Tektosilikate
III	~ 500	~ 1200	Normales Feldspatglas mit Blasen und Fließstrukturen. Diaplektisches Quarzglas. Coesit (und teilweise Spuren von Stishovit) in diaplektischem Quarzglas	Primärgefüge durch partielle Schmelzung teilweise verwischt, poröse bis hochporöse Textur
IV	~ 600	~ 2000	Totale Aufschmelzung aller Mineralphasen und Vermischung der Schmelzen. Reste von isolierten Quarz- und Feldspatgläsern mit Blasen und Fließstrukturen	Primärgefüge völlig zerstört, aerodynamisch geformte Glasbomben
	~ 1000	~ 5000	Verdampfung	