

Historische Anmerkungen

Die Erforschung des Schalenbaus der Erde hat eine lange Geschichte. Der 1798 durch *Cavendish* bestimmte Wert von $5,5 \text{ g/cm}^3$ für die mittlere Dichte der Erde liegt erstaunlich nahe an dem heute gültigen Wert von $5,517 \text{ g/cm}^3$. Die Materie im Inneren der Erde muß also eine wesentlich höhere Dichte haben als die Gesteine der Oberfläche mit Dichten um 2,5 bis $3,0 \text{ g/cm}^3$. An diesen Befund schloß sich ein lang andauernder wissenschaftlicher Disput über die Ursachen der höheren Dichte im Erdinnern an. Damit verbunden war die Frage, in welchem Umfange das Innere des Erdkörpers im flüssigen Zustand vorliege.

Die lange gehegte Vorstellung der Geologen, daß der Erdkörper sich unter einer relativ dünnen Kruste im völlig geschmolzenen Zustand befände, konnte erst 1862 durch *Lord Kelvin* widerlegt werden. Er konnte zeigen, daß ein derartig beschaffener Erdkörper enormen Verformungen durch Gezeitenkräfte ausgesetzt wäre. Lord Kelvin kommt deshalb zu dem Ergebnis: „die Erde ist hart wie Stahl“. Erst das Erdmodell von *Emil Wiechert* als „Eisenkern mit Silikathülle“ aus dem Jahr 1896 entspricht im Prinzip unserer heutigen Kenntnis vom Schalenbau der Erde. Allerdings nahm Wiechert für den Radius des Eisenkerns mit fast 5.000 km einen viel zu hohen Wert an, nach unserem heutigen Kenntnisstand liegt er bei 3.486 km.

Seismische Diskontinuitäten: Die Geophysik zeigt den Schalenbau der Erde

Der Schalenbau der Erde - wie er in **Abb. 3.1 u. 3.2** dargestellt ist - beruht auf der Entdeckung seismischer Diskontinuitäten zu Beginn dieses Jahrhunderts. Dies sind markante Sprünge in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen. *Gutenberg* hat 1912 erstmals die Tiefenlage der Grenze zwischen dem silikatischen Erdmantel und dem Eisen-Nickelkern mit 2.900 km genau ermittelt. Von dem kroatischen Geophysiker *Mohorovicic* war bereits kurz vorher die Diskontinuität an der Grenze zwischen der Erdkruste (in **Abb. 3.2** gelb) und dem Erdmantel (grüne Farbtöne) entdeckt worden, die auch kurz MOHO genannt wird.

Chemische Diskontinuitäten

Die seismischen Diskontinuitäten sind durch Dichtesprünge der Materie bedingt. So steigt an der Kern/Mantel-Grenze die Dichte von Werten um $5,5 \text{ g/cm}^3$ (silikatischer Mantel) auf etwa 10 g/cm^3 (Fe-Ni-Legierung) an. Der Dichtesprung an der MOHO ist durch den Übergang zwischen Gesteinen der Erdkruste zu den dichteren Gesteinen des Erdmantels (Peridotite, die im weiteren Verlauf der Ausstellung noch erläutert werden) bedingt. Die Kern/Mantel- und die Mantel/Kruste-Grenzen stellen somit plötzliche Änderungen in der chemischen Zusammensetzung (chemische Diskontinuitäten) im Erdkörper dar.

Diskontinuitäten durch Phasenumwandlungen

Anders verhält es sich mit einer Reihe weiterer, weniger ausgeprägter seismischer Diskontinuitäten in der sogenannten Übergangszone (400 bis 1.000 km Erdtiefe) des Erdmantels. Dichtesprünge sind hier bei konstanter chemischer Zusammensetzung durch Phasenumwandlungen bedingt. Ein Mineral wandelt sich in einer bestimmten Tiefe in ein neues, dichteres Mineral derselben Zusammensetzung um.

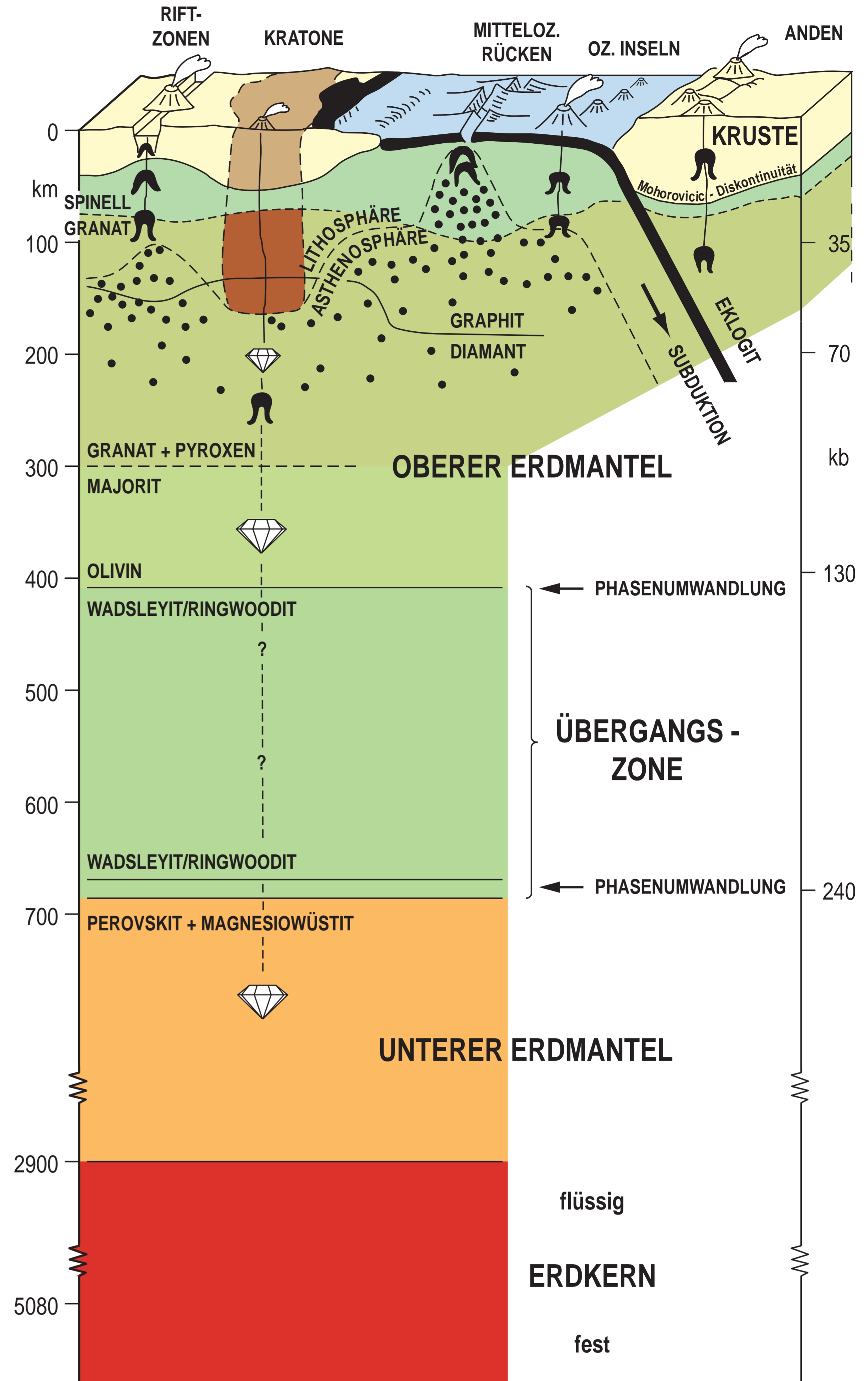
3
-
1

Abbildung 3.2

Wadsleyit und Ringwoodit: Hochdruckmodifikationen des Olivins

So entstehen in Tiefen von über 400 km aus dem Mineral Olivin, das in den Peridotiten des oberen Erdmantels eine dominierende Rolle spielt, die sonst nur aus Meteoriten bekannten Minerale Wadsleyit und Ringwoodit mit dichteren Strukturen.

In Tiefen von etwa 700 km zerfällt der Ringwoodit zu $\text{MgO} + (\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3 \cdot \text{MgSiO}_3$, bei moderaten Drücken als das Mineral Enstatit bekannt, tritt in dieser Tiefe in der Struktur des Perovskits (CaTiO_3) auf. In der Perovskitstruktur sind Mg und Si von einer größeren Zahl von Sauerstoffionen umgeben als im Enstatit. Dieses Verhalten ist in der Kristallchemie als die sogenannte *Druck/Koordinationsregel* bekannt und besagt, daß Kationen sich unter hohen Drücken mit einer höheren Anzahl von Anionen umgeben, d. h. eine höhere Koordinationszahl annehmen.

Vor kurzem wurden einige dieser aus Höchstdruckexperimenten im Labor bekannten Phasen (siehe auch den Ausstellungsteil 6: **Experimentelle Hochdruckforschung**) von einer Forschergruppe in Edinburgh als *Einschlüsse in Diamanten* gefunden. Damit zeichnet sich ab, daß Diamanten aus viel größeren Erdtiefen kommen können, als bisher angenommen wurde (in **Abb. 3.2** durch die **Brilliantenschliff-Symbole** angedeutet, vergl. Kap. 4-2).