

Editorial

Blick ins Erdinnere



Unser Lebensraum auf der Oberfläche der Erde, der durch endogene und exogene Prozesse im Laufe von Milliarden von Jahren seine heutige Ausformung erhielt, ist Teil eines gewaltigen Wirkungsmechanismus. Der maßgebliche Antrieb für diese Prozesse sind die Energie- und Stoffumsätze im Inneren unseres Planeten. Der „Blick ins Erdinnere“ ist also keine abstrakte Fragestellung, sondern eröffnet die Sicht auf die Entwicklung des Planeten, in der die Evolution des Lebens und damit auch des Menschen ein wichtiges Teilkapitel darstellt.

Wissenschaftliches Bohren erreicht heute Tiefen von etwa zehn Kilometern. Bei einem Äquatordurchmesser von 13 000 Kilometern entspricht das weniger als einem Tausendstel des Erdkörpers. Diese stets als „Nadelstich“ apostrophierten Forschungsbohrungen sind jedoch ein unerlässliches Werkzeug der Geowissenschaften: die Erkenntnisse aus Forschungsbohrungen waren die Grundlage für die Entwicklung der Theorie der Plattentektonik.

Und sie verwiesen bereits auf Prozesse im tiefen Erdinneren: die entdeckten magnetischen Streifenmuster und das datierbare Alter in den Bohrkernen aus Ozeanböden offenbaren Konvektionsprozesse im Erdmantel und im äußeren Erdkern. Heute wissen wir, dass mächtige Aufströmungen im Erdmantel (Plumes) von der Kern-Mantel-Grenze erfolgen, dass sie mehrmals in der Erdgeschichte die großen Urkontinente aufspalteten und auch die Ursache für große Massensterbensereignisse waren. Anders formuliert: die Evolution wurde und wird maßgeblich durch Prozesse gesteuert, die am Erdkern ihren Ursprung haben.

Äußerer Erdkern und Erdmantel stehen ganz offensichtlich in enger stofflicher wie energetischer Wechselwirkung. Die vertikalen Flüsse im Erdmantel reichen nach neueren Erkenntnissen von der Kern-Mantel-Grenze bis zur Oberfläche. Umgekehrt ist davon auszugehen, dass die Subduktion der Erdkruste bis in den unteren Mantel reicht. Damit verbunden ist ein erhöhter Wärmefluss aus dem äußeren Erdkern in dieses kühlere Mantelmaterial, woraus sich wiederum Rückwirkungen auf den Konvektionsprozess im äußeren Erdkern ergeben. Die Plattentektonik als generalisierende Theorie umfasst also den gesamten Erdkörper.

Auch die Bedingungen für das Entstehen von Leben sind seit einigen Jahren erneut im Fokus wissenschaftlichen Interesses. Die ersten Spuren von Leben lassen sich bereits vor rund drei Milliarden Jahren datieren. Aber erst mit dem Kambrium entwickelte sich explosionsartig eine unglaubliche Vielfalt an Lebensformen. Auch hier gilt, dass die Betrachtung der oberflächennahen Vorgänge offenbar durch den Blick in die Tiefe ergänzt werden muss: Bis in mehrere Kilometer Tiefe findet sich im Gestein mikrobielles

Leben, das einen ganz anderen Metabolismus besitzt als das Leben an der Oberfläche. Nicht Wasser, Licht und Sauerstoff sind hier die wesentlichen Bestimmungsgrößen: Die tiefe Biosphäre nutzt sedimentiertes organisches Material oder Geofluide, wie z. B. Kohlendioxid, Wasserstoff und Stickstoff für ihren Stoffwechsel, existiert unter hohen Drücken und Temperaturen und weist z.T. extrem langsame Regenerationsraten auf. Es ist bis heute eine ungeklärte Frage, wo und wie das Leben auf der Erde seinen Anfang nahm, in abgeschnürten flachen Randmeertümpeln, in der Tiefsee an Schwarzen Rauchern oder aber im tiefen Untergrund.

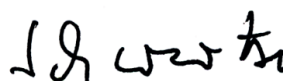
Die Vorgänge in den Tiefen des Systems Erde entziehen sich zum größten Teil direkter Beobachtung. Die geophysikalische Erfassung dieser Prozesse bietet ein Fenster in das Erdinnere. Die Kenntnisse vom inneren Aufbau unseres Planeten verdanken wir geophysikalischen Methoden wie der seismischen Tomographie und der magnetotellurischen Durchleuchtung des Erdkörpers. Die Gewinnung der dazu nötigen Daten ist im Regelfall mit einem hohen logistischen Aufwand verbunden, der meistens nur durch Verbundforschung gewährleistet werden kann.

Ihren wahren Stellenwert erweisen diese riesigen Datenmengen im Verbund mit geodynamischer Modellierung. Die Fortschritte in den (Geo)Wissenschaften beruhen wohl zu etwa gleichen Teilen auf einer verfeinerten Gewinnung hochauflösender Daten sowie auf verbesserten Möglichkeiten der – insbesondere numerischen – Modellbildung. Aber auch der technische Fortschritt im Labor ist Teil dieser Erfolgsgeschichte. Viele Überlegungen bei der Dateninterpretation oder der numerischen Modellierung beruhen auf Annahmen über die Gesteinseigenschaften in Kruste, Mantel und Kern. Die Verifizierung dieser Annahmen geschieht im Labor, wo Drücke und Temperaturen nachgestellt werden können, denen das Gestein in der Tiefe ausgesetzt ist. Die Untersuchung dieser physikochemischen Vorgänge bis hin zur atomaren Ebene erfolgt im Labor mit einer Vielzahl von Verfahren. Die Ergebnisse dieser Forschung fließen wieder zurück in die Makroebene der Konvektions- und Tektonikprozesse: so lässt sich beispielsweise die Anisotropie der Ausbreitung von Erdbebenwellen im Erdmantel mit der Ausrichtung des Minerals Ferroperiklas erklären.

System Erde: Vom Erdkern bis zum All erweist sich unser Planet als fein abgestimmter Prozesskontext. Der menschliche Lebensraum – das „human habitat“ – ist letztlich das Resultat komplexer Vorgänge, die tief unter unseren Füßen stattfinden.



Prof. Dr. Dr. h.c. Reinhard F. Hüttl
Wissenschaftlicher Vorstand



Dr. Stefan Schwartze
Administrativer Vorstand