

Das Innere der Erde

Beim Wetter sollten wir nicht immer nur nach oben schauen, sondern auch mal nach unten, um uns daran zu erinnern, worauf eigentlich unsere Füße stehen. Und damit Willkommen beim UKW-Wetter. ...

Die Erde ist rund und aufgebaut wie eine gigantische Mozartkugel mit mehreren Schichten. Im Kern herrschen enorme Temperaturen von mehr als 5000 Grad C. Aber was wissen wir noch über den Aufbau unseres Planeten? Wir bohrten schon öfters hinein. Doch, je tiefer man bohrte, desto schwieriger wurde es. Die tiefste Bohrung, deren Ergebnisse vorliegen und deren Material sorgsam aufbewahrt wird, liegt bei über 9 km Tiefe. Es war eine technische Meisterleistung. Immer wieder kam der Bohrer zum Stillstand und man musste überlegen, auf welche Weise man doch noch tiefer nach unten vorstoßen könne. Nach 1468 Tagen und 9100 Meter Tiefe war es nicht mehr möglich, noch tiefer zu gelangen. Dort war Schluss. Das liegt daran, dass dort unten das Gestein bei ca. 300 Grad und unter einem Druck von ca. 3000 Bar nicht mehr so beschaffen ist, wie wir es von der Erde kennen. Es wird plastisch und ist dann vergleichbar mit einem Knetgummi. Es wird verformbar und lässt sich vom Bohrer nicht mehr zerkleinern.

Die Bohrungen dienen der Erforschung der oberen Schicht unseres Planeten, der Erdkruste. Welche Flüssigkeiten und Gase liegen in der Tiefe, unter welcher Spannung steht das Gestein? Wie und wo entstehen Erdbeben? Alles Fragen, die mit dem inneren Aufbau der Erde zu tun haben. Nur die Bohrungen sind der direkte Weg, das Erdinnere zu erforschen. Allerdings kommen auch die leistungsvollsten Bohrer nicht weit. Im Vergleich zur Größe unserer Erde ist dies nur ein Kratzen an der Oberfläche. Das Zentrum unserer Erde liegt nämlich in einer Tiefe von 6371 Kilometern. Weitere Erkenntnisse lassen sich nur durch indirekte Beobachtungen ge-

winnen, sozusagen durch das Horchen an der Erdoberfläche. Sobald es irgendwo auf der Erde ein Erdbeben gibt, geht ein Ruck durch das Erdinnere. Die Erdbebenwellen, die sog. seismischen Wellen, breiten sich durch den gesamten Erdkörper aus. So kann die Seismologie wichtige Erkenntnisse über die Struktur, die Temperatur und das Material im Erdinneren gewinnen. Seismometer registrieren die kleinste Bewegung des Untergrunds. Vergleichbar mit der Ultraschalluntersuchung bei einem Menschen. So breiten sich die Erdbebenwellen in kalten Schichten schneller aus als in warmen. Dadurch können die Forscher Rückschlüsse auf die Temperaturverhältnisse im Innern ziehen. Auch von der Dichte des Materials ist die Geschwindigkeit abhängig. Dies liefert Hinweise auf die chemische Zusammensetzung. Wellen können auch an Gesteinsschichten gebrochen oder gespiegelt werden.

Die Forschungen seit Mitte des vorigen Jahrhunderts haben das sog. Schalenmodell der Erde ergeben. Es besagt, dass der innere Aufbau der Erde aus Erdkern, Mantel und Kruste besteht. Die Erde ist wie ein großer Pfirsich. Sein Kern könnten wir vergleichen mit unserem Erdkern, um den Kern herum gibt es den Mantel, das Fruchtfleisch, und außen drauf ist diese ganz dünne Haut vom Pfirsich. Die entspricht unserer Erdkruste. Dieser Vergleich ist deshalb recht gut, weil auch die Dimensionen dabei gut wegkommen. Die hauchdünne Pelle kann man vergleichen mit unserer 30 km dicken Erdkruste. Die einen sagen Pfirsich, die anderen sagen Zwiebel. Je nach Dichte oder Festigkeit des Materials unterteilt man die Hauptschichten noch weiter.

Der Erdkern im Innern besteht aus einer äußeren flüssigen Schale, welche den Erdkern umschließt. Diese innere Schale ist sehr klein. Sie macht nur 1 % des gesamten Volumens der Erde aus. Die Temperatur ist hier mit ca. 5000 Grad sehr hoch, aber dennoch ist der Kern dabei nicht flüssig, sondern fest. Der Grund dafür ist, dass hier

nicht nur die höchste Temperatur, sondern auch der höchste Druck herrscht. Unter diesen Bedingungen ist das Material wieder fest. Er besteht aus Eisen. Die mittlere Schale bildet der Erdmantel. Er unterscheidet einen oberen und einen unteren Mantel. Der gesamte Mantel ist etwa 3000 km dick. Er besteht aus Gestein, aus sog. Silikat - Mineralien. Die tiefsten Gesteinsproben sind durch Vulkanausbrüche auf die Erde gekommen, aus einer Tiefe von etwa 200 km. Laborversuche haben ergeben, dass sich die Steine im Mantel je nach der Größe des dort herrschenden Drucks verändern. Die Atome rücken näher zusammen und gelangen in dieser Veränderung nie bis an die Oberfläche. Mit Hilfe einer Hochdruckpresse kommt man nur im Labor zu solchen Ergebnissen. Sicher ist, dass das Gestein in der Erdkruste dünner ist als das im Erdmantel. Es gibt eine kontinentale und eine ozeanische Erdkruste. Dabei ist die Kruste keine starre Schale. Sie besteht aus Bruchstücken. Das sind verschiedene Platten. Ganz Eurasien ist z.B. eine solche Platte. Dann gibt es noch die anatolische Platte, die relativ klein ist. Diese Platten sind gegeneinander beweglich. Das sind die sog. tektonischen Platten, die auf dem heißen Erdmantel schwimmen. Diese driften auseinander oder stoßen aneinander, schieben sich über- oder untereinander wie Eisschollen in einem Fluss.

Diese Plattentektonik liefert eine Erklärung für die gesamte Dynamik der Erdoberfläche. Sie erklärt, wie es zu Spannungen kommt, die sich in Vulkanausbrüchen und Erdbeben entladen. Oder warum Kontinente auseinander driften. Es bewegen sich die Erdkrustenplatten, auch die Ozeanböden. Die Energie dazu stammt nicht aus den Platten der Krusten selbst, sondern aus dem darunter liegenden Mantel. Die Bewegungen an der Oberfläche stammen aus den Konvektionsbewegungen im Erdmantel. Heißes Material steigt auf, kaltes sinkt ab. Die Erde kann sich nur durch jene Konvektion vom heißen Inneren nach außen abkühlen. Dabei stammt die Wärme der Erde noch zum großen Teil aus Zeiten

ihrer Entstehung. Vor 4,6 Milliarden Jahren war sie zunächst nur ein glühender Ball aus geschmolzener Materie. Meteoriten schlugen ein und heizten die junge Erde immer weiter auf. Die Energie ist im Planeten nach wie vor gespeichert. Neue Wärme entsteht zudem durch radioaktive Strahlung, z.B. durch Uran im Innern der Erde.

Der Erdkern heizt den Erdmantel also von unten ein. Diese Wärmeenergie wird dann wieder in Bewegung umgewandelt. Das sind die erwähnten Konvektionsströmungen. Wir kennen sie ja auch schon längst beim Wettergeschehen und von den Meeresströmungen her. Solche Strömungen sind auch im relativ festen Erdmantel möglich, wenn es sich dort auch sehr langsam vollzieht. Durch den enormen Druck bei hohen Temperaturen ist es plastisch. Diese Mantelkonvektion ist auch die Erklärung für das Magnetfeld der Erde. Doch wie diese Ströme im Einzelnen verlaufen, ist bis heute immer noch ein Rätsel. Hier kann man zur weiteren Erhellung nur mit Computermodellen arbeiten. Übrigens ist es durchaus möglich, dass die Plattentektonik und die Mantelkonvektion wichtige Eigenschaften für die Entstehung von Leben auf einem Planeten sind. Das nächste ist, dass die Vorgänge des Erdinneren große Auswirkungen auf das Klima haben können. Die Wechselwirkungen zwischen dem Erdinneren und dem Klima der Erde sind heute schon in manchen Punkten belegt und erklärbar. Beim Wetter sollten wir somit nicht immer nur nach oben schauen, sondern auch mal nach unten, um uns daran zu erinnern, worauf eigentlich unsere Füße stehen.