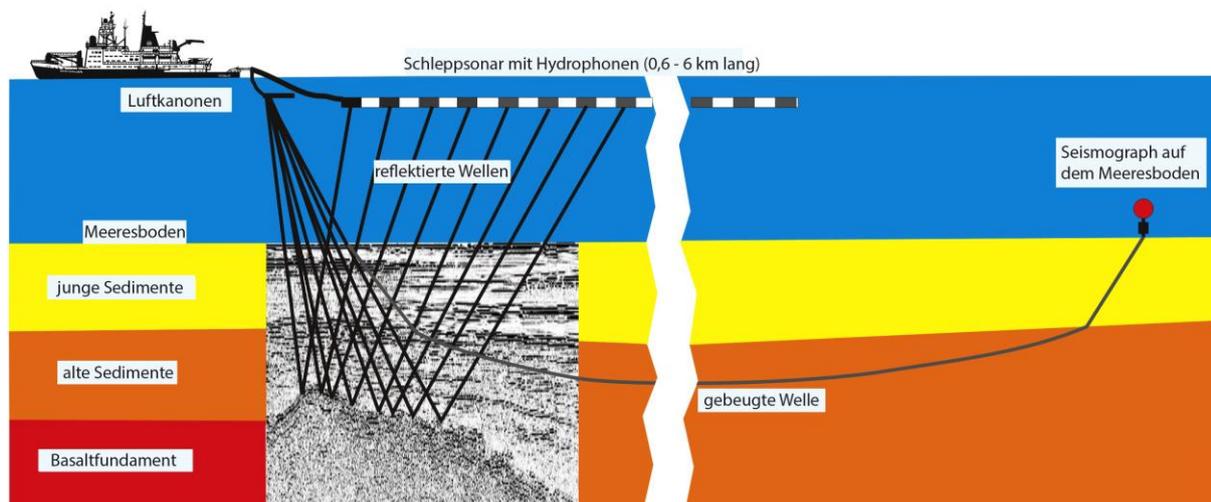


## Refraktionsseismik

WILFRIED JOKAT | REINHARD A. KRAUSE

Ergänzung zu dem Artikel „Und sie bewegen sich doch“, Physik in unserer Zeit **2015**, 46(5), 228.



**Abb. 1 Funktionsprinzipien der marinen Reflektions- und Refraktionsseismik.** Als seismische Quellen sendet hier ein Feld aus Luftkanonen hinter dem Schiff Schallwellen durch das Wasser in den Meeresboden. Die von Strukturen im Untergrund zurück reflektierten Wellen werden von einem langen Schleppsonar aufgenommen, in dem Hydrophone in einer Reihe angeordnet sind. Die Refraktionsseismik erfasst Schallwellen, die sich wesentlich weiter durch den Untergrund ausbreiten, mit Seismometern, die auf dem Meeresboden stehen.

Die entscheidenden Hinweise auf die Existenz einer Kontinentdrift ergaben sich aus der Datierung von Tiefseebasalten, die in Verbindung mit schiffsgestützten geomagnetischen Messungen abgeleitet wurden. Es zeigte sich, dass die Basalte älter wurden, je weiter sie vom mittelozeanischen Rücken entfernt lagerten. Es blieb aber die Frage nach dem Material der tieferen Kruste offen. Bis dahin hatte man nur Oberflächengestein beprobt. Es galt zu klären, wo Kontinente enden und ob die großen Tiefseebecken nicht doch versunkene Kontinente (Atlantistheorie) sind.

Zur Entscheidung dieser Frage war neben dem sehr aufwendigen Abteufen von marinen Tiefbohrungen der Einsatz einer neuen Methode naheliegend, die Refraktionsseismik (Abbildung 1). Seismische Verfahren wurden zwischen 1910 und 1930 entwickelt und verstärkt eingesetzt. Alfred Wegener verwendete die Seismik, um erstmals die Dicke des grönländischen Eisschildes zu bestimmen.



**Abb. 2** Das Messkabel (gelb im Vordergrund) wird zu Wasser gelassen. An dem Gerüst oben hängen die Luftkanonen als seismischen Quellen.

Das Grundprinzip aller seismischen Methoden besteht im Durchstrahlen der Gesteine in der Erdkruste mit Schallwellen. Hierzu benötigt man eine seismische Quelle, zum Beispiel in Form einer Sprengung oder einer Luftkanone (Abbildung 2) und Geräte, welche die Schallwellen in verschiedenen Entfernungen zur Sprengung aufzeichnen (Abbildung 1).



**Abb. 3** Das Bodenregistriergerät (OBS-Ocean Bottom Seismometer) vor (links) und nach (rechts) dem erfolgreichen Abtauchen (alle Fotos: W. Jokat).

Je weiter die Entfernung zwischen Quelle (Sprengung) und Empfänger ist, desto länger benötigen die Schallwellen um zum Aufzeichnungsgerät – einem Datenlogger oder Ozeanboden-Seismometer (Abbildung 3) – zu gelangen. Je weiter die Geräte von der Quelle entfernt sind, desto mehr werden Schallwellen registriert, die aus tiefen Stockwerken der Erdkruste wieder auftauchen. Die Aufzeichnungsgeräte werden in der Regel entlang einer Linie (Profil) aufgestellt, damit man eine Laufzeitkurve erhält, die schrittweise tiefere Horizonte der Erdkruste abbildet. Auf dem Meer übernimmt zum Beispiel ein bis zu 6 km langes Schleppsonar aus Hydrophonen diese Aufgabe (Abbildung 1). Um Kontinente zu durchschallen, benötigt man maximale Entfernungen zwischen Quelle und Aufzeichnungsgerät von 200 km, in den Ozeanbecken maximal 50 km.

### Erkenntnisse

Welche Erkenntnisse wurden nun aus den refraktionsseismischen Experimenten gewonnen? Die Tiefenmodelle zeigen deutliche Unterschiede für die Erdkruste von Kontinenten und Ozeanbecken. Die Kruste unter Kontinenten ist im Mittel 30 km dick, unter den ozeanischen Becken allerdings nur 7 km. Ferner zeigt die Auswertung der Schallwellen, dass die Kontinente aus altem Material, wie Sedimenten, Gneisen, Graniten und anderen kristallinen Gesteinen aufgebaut sind, die sich im Laufe der Erdgeschichte durch verschiedene geologische Prozesse, beispielsweise Subduktion oder Vulkanismus, gebildet haben.

Die Kruste in den ozeanischen Becken besteht dagegen nur aus im Vergleich zum Alter der Kontinente relativ jungen Basalten, die an den mittelozeanischen Rücken schrittweise gebildet wurden. Das heißt, dass die Zusammensetzungen der Erdkruste der Kontinente und die der tiefen Ozeanbecken sich radikal unterscheiden. Die Kontinente bestehen aus leichterem Gesteinsmaterial als die ozeanische Kruste. Mit Hilfe der Seismik wurde also die über Jahrzehnte von Geologen in Abrede gestellte Basisannahme der Wegenerschen Theorie eindrucksvoll bestätigt!

Es ist nach der Lektüre des Artikels im Heft selbsterklärend, dass diese Erkenntnis auch für die Akzeptanz der Plattentektonik entscheidend war. Damit starb endgültig die Atlantis-Legende, die einen versunkenen Kontinent im zentralen Atlantik postulierte. Gefunden wurde hingegen die größte Vulkankette der Erde.