

Neuere seismologische Erkenntnisse über die Untergrenze der Lithosphäre (Methode und Beispiel Tibet)*

Newer seismological results about the lower boundary of the lithosphere (Method and the Tibetan example)

RAINER KIND (Potsdam)

Key words: P und S Receiver Functions, Topographie der Lithosphären-Asthenosphären Grenze, LAB, Kontinent-Kontinent Kollision in Tibet

Zusammenfassung

Lithosphäre und Asthenosphäre sind keine seismologischen Definitionen wie sonst die meisten Regionen im Inneren der Erde (Kruste, Mantel, äußerer und innerer Kern). Sie wurden als elastische und plastische Sphären postuliert zur Erklärung der postglazialen Hebungen des Skandinavischen Schildes. Seismisch wurde hauptsächlich aus Dispersionsbeobachtungen von Oberflächenwellen im oberen Erdmantel eine weit verbreitete Zone reduzierter Geschwindigkeit entdeckt, die mit der Asthenosphäre gleichgesetzt wurde. Die Grenze zwischen Lithosphäre und Asthenosphäre (die LAB, Lithosphere-Asthenosphere Boundary) wurde bisher kaum mit hochauflösenden Raumwellen beobachtet und wurde deshalb als breite Übergangszone interpretiert. Diese Erklärung stimmt gut mit den erwarteten Viskositätsunterschieden in Lithosphäre und Asthenosphäre überein, die stark temperaturabhängig sind und deshalb keine scharfe Grenzfläche erwarten lassen.

Neue seismologische Methoden, die so genannten P und S Receiver Functions, erlauben es jetzt mit erhöhter Auflösung die LAB zu beobachten. Das Prinzip dieser Methode besteht darin, dass eine starke von unten einfallende teleseismische Phase (meist die P oder die S Phase) an der LAB eine schwache konvertierte Welle erzeugt. Durch Summation vieler seismischer Spuren kann damit die LAB sichtbar gemacht werden. In verschiedenen tektonisch interessanten Gegenden der Erde konnte damit bereits mit bisher unerreichter Auflösung die Topographie der LAB abgebildet werden. Am Beispiel Tibet werden Ergebnisse dieser neuen Methode diskutiert. Unter dem südlichen Tibet ist die nach Norden abtauchende indische LAB bis etwa 250 km Tiefe zu verfolgen. Unter einer Linie Tien Shan, westliches Tarim Becken und Karakoram taucht die asiatische LAB nach Süden ab, in Übereinstimmung mit der beobachteten Seismizität. Unter den östlichen Rand von Tibet an der Grenze zum Sichuan Becken ist keine Subduktion beobachtet. Hier kommt es zu einer Verdickung der schwachen tibetanischen Lithosphäre bei der Kollision mit der stabilen Lithosphäre des Sichuan Beckens.

Summary

Lithosphere and asthenosphere are not seismologically defined as most other regions in the interior of the Earth (crust, mantle, outer and inner core). They have been postulated as elastic and plastic spheres to explain the postglacial uplift of the Scandinavian Shield. A widespread seismic low velocity zone in the uppermost mantle, detected mainly from observations of surface waves, has been equated with the asthenosphere. The lithosphere-asthenosphere boundary (LAB) has up to now barely been observed with

* Überarbeiteter Vortrag gehalten im Kolloquium der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin zum 120. Geburtstag von Serge v. Bubnoff „Zu Grundproblemen der Geologie“ am 8.10.2008 im Museum für Naturkunde, Berlin.

high resolution body waves and has therefore been interpreted as broad transition zone. This explanation agrees well with the expected differences in viscosity between lithosphere and asthenosphere, which depend strongly on temperature and no sharp boundary is therefore expected.

New seismic techniques, so called P and S receiver functions, now permit higher resolution of the LAB. The principle of the method is that a strong teleseismic phase, P or S, which is incident on a seismic discontinuity from below, will produce a weak converted phase. The LAB can be made visible by summing many such converted phases. The LAB has been imaged in various regions in the world with this technique with so far unmatched resolution. Tibet is used as an example to discuss application of this technique. Below southern Tibet a north dipping LAB is observed down to about 250 km depth. The Asian LAB is south dipping along a line Tien Shan, western Tarim basin and Karakoram, which is in agreement with the local seismicity. There is in contrast no subduction observed beneath the eastern edge of the Tibetan Plateau and the Sichuan Basin. Here we observe thickening of the soft Tibetan lithosphere during collision with the stable Sichuan lithosphere.