



Doctoral Thesis

Die Struktur des oberen Erdmantels in Zentraleuropa aus Dispersionsmessungen an Rayleigh-Wellen

Author(s):

Sprecher, Christian

Publication Date:

1976

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000101332> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**DIE STRUKTUR DES OBEREN ERDMANTELS IN ZENTRALEUROPA
AUS DISPERSIONSMESSUNGEN AN RALEIGH-WELLEN**

**ABHANDLUNG
zur Erlangung
des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH**



vorgelegt von
CHRISTIAN SPRECHER
Dipl. Natw. ETH
geboren am 15. Oktober 1945
von Davos GR

angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. St. Müller, Referent
Prof. Dr. W. Lowrie, Korreferent

1976

6. ZUSAMMENFASSUNG

1973 wurden im Gebiet der Zentral- und Westalpen und im nördlichen Alpenvorland insgesamt 12 langperiodische Vertikalseismographen betrieben. Sie dienten zur Aufzeichnung teleseismischer Rayleigh-Wellen mit dem Ziel, aufgrund der regionalen Phasengeschwindigkeitsdispersion ein S-Geschwindigkeitsmodell des oberen Erdmantels abzuleiten.

Entlang von 14 Profillinien wurden mit der "Zwei-Stationen-Methode" Phasengeschwindigkeiten im Periodenbereich zwischen 20 sec und 100-130 sec gemessen. Die relativ kurzen Stationsabstände machten es erforderlich, die instrumentelle Phasenverzerrung sehr genau zu korrigieren. Einige Verfahren zur Phaseneichung der Aufzeichnungssysteme werden im Abschnitt 3.2 diskutiert. Die numerische Durchführung der Dispersionsanalyse stützt sich weitgehend auf das von KNOPOFF, MUELLER und PILANT (1966) verwendete System von Rechenprogrammen. Ergänzt wurde das System durch ein Programm zur Spektralanalyse im Zeit-Frequenz-Bereich von DZIEWONSKI, BLOCH und LANDISMAN (1969) und durch ein neuentwickeltes Rechenprogramm zur Glättung von Phasenspektren mit ausgleichenden SPLINE-Funktionen. Diese Glättungsmethode ist, wie Versuche zeigten, früher angewandten Verfahren überlegen.

Die Dispersionskurven wurden zunächst unabhängig voneinander in Form von horizontal geschichteten Strukturmodellen interpretiert. Variable Modellparameter waren die mittlere S-Geschwindigkeiten und die Mächtigkeiten von zwei Mantelschichten, die mit der unteren Lithospäre und Asthenospähre identifiziert werden können. Dazu kam in einigen Fällen die mittlere S-Geschwindigkeit der unteren Kruste. Alle übrigen Modellparameter waren als "Randbedingungen" der Inversion fest vorgegeben. Für die einzelnen Stationslinien konnten auf der Grundlage einer zusammenfassenden Darstellung von refraktionsseismischen und gravimetrischen Resultaten individuelle Krustenmodelle abgeleitet werden. Unterhalb etwa 250 km Tiefe wurde die Struktur für alle Modelle einheitlich festgelegt. Die Inversion nach der "Hedgehog"-Methode lieferte im Rahmen dieser Bedingungen für jede Stationslinie einen Satz zulässiger Lösungen, d.h. alle Kombinationen diskretisierter Werte der variablen Modellparameter, welche innerhalb der geschätzten Fehlergrenzen mit den gemessenen Daten verträglich waren.

Ein zweiter Interpretationsschritt, der im Kapitel 5 beschrieben wird, ist als "Trendanalyse" der "Hedgehog"-Lösungen zu verstehen. Im Rahmen der Inversionsresultate wurde versucht, ein möglichst einfaches Gesamtmodell abzuleiten, präziser ausgedrückt, ein Modell mit minimaler und mit zunehmender Tiefe verschwindender lateraler Variation der Strukturparameter. Wie sich zeigte, sind zwei Modelle A und B unter diesem Gesichtspunkt gleichwertig. Sie erlauben die folgenden Aussagen: Die S-Geschwindigkeit der unteren Lithosphäre (β_{ml}) beträgt, über das ganze Untersuchungsgebiet gemittelt, 4.45 ± 0.05 km/sec. Höhere Werte (4.65 ± 0.05 km/sec) erreicht der Parameter β_{ml} im Gebiet nördlich der Ostalpen und östlich des Rheingrabens; tiefere (4.35 ± 0.05 km/sec) im südlichen und südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes. Die Gesamtmächtigkeit der Lithosphäre h_{c+ml} ist mit etwa 80 km am geringsten unter dem Rheingraben, dem französisch-schweizerischen Jura und dem Westrand des Alpenbogens. Im gleichen Gebiet liegt die mittlere S-Geschwindigkeit der Asthenosphäre (Kanalgeschwindigkeit) β_{m2} mit 4.15 ± 0.05 km/sec unter dem für die Alpen und das nordöstliche Vorland repräsentativen Wert. In Richtung auf die Zentralalpen hin verdickt sich die Lithosphäre. Denkbar ist ein Mächtigkeitszuwachs bis auf etwa 160 km in Verbindung mit einer Kanalgeschwindigkeit von 4.25 ± 0.05 km/sec (Modell A) bzw. ein Anwachsen der Mächtigkeit auf etwa 120 km in Verbindung mit einer Kanalgeschwindigkeit von 4.35 ± 0.05 km/sec (Modell B). Im zweiten Fall kann im Süden des Untersuchungsgebietes keine Lithosphären/Asthenosphärengrenze mehr definiert werden, weil dort der Geschwindigkeitskontrast fast völlig verschwindet. Die Untergrenze der Asthenosphäre liegt im Tiefenintervall zwischen 210 km und 250 km. Unter der Annahme einer konstanten Tiefe von nicht mehr als 220 km kann das Modell B ausgeschlossen werden.

Die vorliegende Untersuchung hat ergeben, dass die lateral heterogene Geschwindigkeitsstruktur im Gebiet Alpen, Rhein/Rhonegraben sich bis in größere Tiefen fortsetzt, als bisher vermutet wurde. Die untere Lithosphäre und die Asthenosphäre zeigen auf engem Raum nebeneinander Strukturmerkmale, die für konvergente und divergente Plattengrenzen typisch sind.

7. ABSTRACT

The "two-station method" has been used to measure Rayleigh wave phase velocities across a network covering the central and western Alps and the northern Alpine foreland. The inversion of the phase velocities to obtain upper mantle structure was performed by the "Hedgehog method". An attempt was made to interpret the multiple "Hedgehog" solutions in terms of a comprehensive S velocity model of maximum smoothness. Two models satisfy the smoothness criterion equally well. They suggest the following structural characteristics: The S velocity of the lower lithosphere averages 4.45 ± 0.05 km/sec. It is higher (4.65 ± 0.05 km/sec) in the northeast and lower (4.35 ± 0.05 km/sec) in the southwest and south of the area of investigation. The total lithospheric thickness is about 80 km in the northwest and thickens towards the southeast. Under the central Alps the data can be explained either by a lithosphere about 160 km thick with an average S velocity of 4.25 ± 0.05 km/sec in the asthenosphere (model A) or a lithosphere 120 km thick with an average S velocity of 4.35 ± 0.05 km/sec in the asthenosphere (model B). The lowest velocity in the asthenosphere (4.15 ± 0.05 km/sec) was found in the northwest under the Rhinegraben and the Jura mountains. The data are consistent with a depth of 210-250 km to the base of the asthenosphere under the region covered by the present investigations.