

Diss ETH 6655

K R U S T E N A U F B A U U N D I S O S T A S I E I N
D E R S C H W E I Z

ABHANDLUNG
ZUR ERLANGUNG
DES TITELS EINES DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN
DER
EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

VORGELEGT VON
EDUARD KISSLING
DIPL. NATW. ETH
GEBOREN DEN 7. AUGUST 1953
VON OLTEN UND WOLFWIL (SO)

ANGENOMMEN AUF ANTRAG VON:
PROF. DR. ST. MUELLER, REFERENT
PROF. DR. H.-G. KAHLE, KORREFERENT
PROF. DR. W. LOWRIE, KORREFERENT

1980

ZUSAMMENFASSUNG

=====

Fuer das Gebiet der Schweiz und ihrer Umgebung existieren seit kurzem eine genaue Schwerekarte (Klingelé et Olivier, 1979, 1980) und eine zusammenfassende Interpretation aller seismischer Daten (Egloff, 1979 und Mueller et al., 1980). Eine kombinierte gravimetrisch-seismische Untersuchung der Krustenstruktur unter den Zentralalpen wirft methodische Probleme auf, fuer welche verschiedene Loesungen vorgeschlagen und diskutiert werden. Waehrend die bisherigen Schwere-Interpretationen der Zentralalpen auf zweidimensionalen Modellen beruhen, wird in dieser Untersuchung vor allem mit 3D - Modellen gearbeitet, um der Tektonik besser Rechnung zu tragen.

Von den oberflaechennahen Koerpern mit anomalen Dichteverhaeltnissen im Gebiet der Schweiz werden die Gesteine der Molasse durch ein dreidimensionales Modell erfasst. Die Molasse-Gesteine haben mit etwa -25 mgal den groessten Schwereeffekt der oberflaechennahen Stoerkoerper in der Schweiz. Mit Hilfe der Schwerekarte und zusaetzlichen Schwere-Profilen koennen auch die Schwereeffekte der quartaeren Sedimente in den Alpentaelern (maximale Schwerewirkung -15 mgal) erfasst werden.

Im Bereich der Suedalpen verursachen die Gesteine der Zone Ivrea - Verbano eine positive Schwereanomalie, welche in ihrer Amplitude die Groessenordnung der Schwereanomalie der Alpenwurzel erreicht. Eine genaue Vermessung der Schwere in der noerdlichen Ivrea - Zone und ihrer Umgebung erlaubt mit Hilfe der geologischen und seismischen Angaben die Bestimmung der dreidimensionalen Form des "Ivrea-Koerpers" an seinem noerdlichen Ende.

Nach Abzug der Schwereeffekte der Molasse-Gesteine und der Gesteine der Zone Ivrea - Verbano koennen die verbleibenden Schwereanomalien im Gebiet der Schweiz und ihrer Umgebung zur

Hauptsache durch die Aenderungen der Krustenmaechtigkeit er-
klaert werden. Die lokalen Schwereabweichungen geben Auskunft
ueber intrakrustale Aenderungen der Dichteverhaeltnisse, welche
mit seismischen Daten ueber den Aufbau der Kruste in Verbindung
gebracht werden.

Ebenso wie bei den Bouguer - Anomalien ist bei den isostati-
schen Anomalien in den Zentralalpen die Beruecksichtigung der
Schwereeffekte der wichtigsten Stoerkoerper (Molasse, Ivrea-
Koerper, Talfuellungen) notwendig. Die isostatischen Anomalien,
welche mit dem Airy - Heiskanen - Modell und mit einem Modell
der elastischen Kruste (Vening Meinesz) berechnet wurden, las-
sen sich regional gut mit den rezenten Hebungsraten korrelieren.

Die Untersuchungen ueber die isostatischen Verhaeltnisse, wie
auch die Modellrechnungen ueber die Aenderung der Krusten-
maechtigkeit deuten auf einen mittleren Dichteunterschied von
 0.35 g/cm^3 zwischen dem oberen Mantel und der unteren Kruste
hin. Die grosse Krustenmaechtigkeit in den Zentralalpen muss
deshalb vor allem auf eine ca. 20 km maechtige Krustenschicht
von erhoeheter Dichte direkt ueber der Moho zurueckgefuehrt
werden.

Abstract

=====

An accurate gravity map of Switzerland and adjacent areas (Klingelé and Olivier, 1979, 1980) as well as a summary interpretation of all available seismic data (Egloff, 1979 and Mueller et al., 1980) have recently been published. A combined gravimetric and seismic investigation of the crustal structure beneath the Central Alps raises numerous methodological problems for which several solutions are offered and discussed here. Until recently all gravity interpretations for the Central Alps were based on two - dimensional models only. In the present investigation three - dimensional models are used to better account for the laterally varying tectonic structure.

The Molasse sediments, which, with about - 25 mgal, have by far the largest gravity effect of all near - surface bodies with anomalous density are accounted for by a three-dimensional model.

The gravity map and additional gravity profiles were used to model the effects of the Quaternary sediments in the Alpine valleys producing maximum anomalies of - 15 mgal.

In the region of the Southern Alps the rocks of the Ivrea-Verbano - Zone cause a positive gravity anomaly of the same order of magnitude as the Alps themselves. A dense gravity survey of the northern Ivrea - Zone and adjacent areas together with geological and seismic data have made it possible to determine the three - dimensional form of the Ivrea body at its northern end.

The gravity anomaly in and around Switzerland remaining after subtracting the effect of the Molasse sediments and of the rocks in the Ivrea - Verbano - Zone are mainly due to crustal thickening. Local gravity deviations are indications of intra-crustal density variations which can be correlated with the crustal structure derived from seismic data.

The main anomalous bodies (Molasse, Ivrea body and valley sediments) must be taken into account when calculating the isostatic anomalies in the Central Alps just as has been done for the Bouguer anomalies. The isostatic anomalies, what were calculated with the Airy - Heiskanen model and with a model for an elastic crust (Vening Meinesz), are in good agreement with recent rates of uplift.

Investigations of the isostatic conditions as well as model calculations for variations in crustal thickness indicate a mean density difference of 0.35 gr/cm³ between the upper mantle and the lower crust.

The great thickness of the crust beneath the Central Alps must therefore be due to a 20 km thick crustal layer of increased density directly above the Moho.