



Doctoral Thesis

Zur seismischen und petrographischen Charakterisierung einiger Molassegesteine, einschliesslich der Beschreibung von Methoden der Korngrössenbestimmung in Festmaterial

Author(s):

Röthlisberger, Hans

Publication Date:

1957

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000099632> →

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](#).

PROM. NR. 2581

**Zur seismischen und petrographischen Charakterisierung
einiger Molassegesteine,
einschließlich der Beschreibung von Methoden der
Korngrößenbestimmung in Festmaterial**

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN ZÜRICH
ZUR ERLANGUNG
DER WÜRDE EINES DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN
GENEHMIGTE
PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON
HANS RÖTHLISBERGER
VON LANGNAU I./E.

REFERENT: HERR PROF. DR. F. GASSMANN
KORREFERENT: HERR PROF. DR. F. DE QUERVAIN

ZÜRICH 1957

ASCHMANN & SCHELLER AG. BUCHDRUCKEREI ZUR FROSCHAU

Zusammenfassung

Die systematische Zusammenstellung der Methoden zur Bestimmung der Gesteinselastizität führt zur Erkenntnis, daß zwischen Methoden unterschieden werden kann, bei denen die Elastizität als charakterisierende Konstante des Gesteins gilt und solchen, bei denen sich die Elastizität als komplexe Erscheinung an einem kompliziert aufgebauten Material dartut. Im ersten Sinn ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit elastischer Longitudinalwellen (v_1 -Werte = v -Werte) an anstehenden Gesteinen gemessen worden. Die Erschütterungen wurden durch Sprengung (meist an der Oberfläche) erzeugt und mit Tauchspulmikrophonen und Piezokristall-Beschleunigungsmessern in Distanzen von fünf bis wenigen hundert Metern aufgenommen und nach der nötigen Verstärkung auf einer rotierenden Trommel registriert. Bei der höchsten Umlaufgeschwindigkeit der Trommel ergab sich die Geschwindigkeit von 3 m/sec für den 1 m langen Registrierstreifen. An einigen Gesteinen sind zwecks relativer Vergleiche Longitudinal-, Torsions- und Biegeschwingungen von Stäben im Labor untersucht worden. Die verwendeten Methoden zu einer möglichst umfassenden petrographischen Charakterisierung werden beschrieben, wobei der Ermittlung der Korngröße von Konglomeraten besonders Rechnung getragen ist, da z. T. neue Wege beschritten worden sind. (Das verwendete Verfahren zur künstlichen Verwitterung der Gesteinsproben ist im petrographischen Teil beschrieben, während die theoretische Entwicklung der Verfahren zur Korngrößenbestimmung in einem Schnitt im Schlußkapitel behandelt ist.)

Es werden nur Messungen an Sandsteinen und Konglomeraten der schweizerischen Molasse mitgeteilt, und zwar von Aufschlüssen bei Ostermundigen, Bäch, Sorbach bei Eggwil, Ob. Frittenbach bei Langnau i. E., Goldau und Bergholz bei Ebmatingen. Vorgängig der tabellarischen Zusammenstellung der Meßresultate auf S. 51—52 sind die Aufschlüsse eingehend beschrieben. Die Resultate werden von verschiedenen Gesichtspunkten aus gesichtet. Die Frage der Definitionen für statistische Homogenität bzw. beschränkte Inhomogenität ist gestreift und durch die Ermittlung von Streuungen bei wechselnder Probengröße veranschaulicht. Bei sehr homogen erscheinenden Gesteinen sind an Elementen von 10 m Längserstreckung Streuungen von mindestens 7% in den v -Werten ermittelt worden. Mit $v_1 = 2,22$ km/sec und $v_2 = 1,27$ km/sec sind am gelben Ostermundiger Sandstein Werte gemessen worden, die für Bausandstein niedrig sind und durch die hohe Porosität von 18 bis 20% erklärt werden mögen. Dagegen zeigt der Bächer Sandstein, der 7% Porosität aufweist und merklich alpin disloziert worden ist, den erstaunlich hohen v -Wert von 4,48 km/sec. In Ostermundigen sind an Material, das sich nur in der Färbung unterscheidet, über dem Grundwasserspiegel v -Werte von durchschnittlich 2,22 km/sec, darunter solche von 3,05 km/sec, gefunden worden. Erklärungsmöglichkeiten nach der Theorie von GASSMANN (1951 a) sind diskutiert. Die Konglomerate zeigen eine erstaunlich große Variabilität von sehr niedrigen v -Werten bis zu solchen um 5 km/sec. Erstere sind leicht verständlich im Zusammenhang mit typischen Zerfallserscheinungen an Konglomeraten. Die Erklärung letzterer ist mit BRUGGEMANS (1937) Theorie mit geringem Erfolg versucht worden. Hierzu ist u. a. $\sqrt{\frac{E}{\rho}}$ an Stäben von dichtem Quarzit im Labor mit etwa $5 \cdot 10^5$ cm/sec bestimmt worden. In bezug auf günstige Meßorte wurde

herausgefunden, daß sich außer frischen Aufschlüssen in Steinbrüchen usw. die Felssohlen von Bach-
tobeln gut eignen.

Im letzten Kapitel sind die theoretischen Grundlagen zu verschiedenen Verfahren der Korngrößen-
bestimmung in einem Schnitt gegeben, die alle auf der Vergleichung mit Kugelgemischen beruhen.
Es wird erkannt, daß bei starker Verschiedenheit der Korngrößen die passende Meßmethode darin
besteht, mit Hilfe eines Rasters eine Auswahl von geschnittenen Körnern auszuscheiden. Für die Be-
rechnung ist es von Vorteil, statt der Durchmesser Sehnen zu messen, weil dann die Abelsche Integral-
gleichung durch eine durch einfache Differentiation lösbare Gleichung ersetzt wird. Es werden be-
sonders einfache numerische und graphische Verfahren mitgeteilt, die von der gemessenen Schnitt-
streckenstatistik zur volumprozentischen Kugelgrößenverteilung führen.

Summary

The elasticity of rocks may be measured by numerous methods. Only some of them give simple
results which contribute a few characteristic figures to the description of the rock. With this end in view
the velocity of propagation of longitudinal elastic waves (v_1 — values = v-values) have been determined
on a number of rocks in situ. The elastic waves were produced by small charges of explosive, fired at
the rock-surface, and were picked up in distances from 5 to a few 100 meters. After having been
appropriately amplified, the signals were registered on a rotating cylinder of 1 m circumference, the
highest speed of the photographic recording paper being 3 m/sec. On some rocks the longitudinal,
torsional and bending-vibrations of rectangular and circular columns were measured. The methods by
which the petrology of the rocks was investigated are also described. Where new procedures were
applied, as for instance for the determination of grain size in conglomerates, a more detailed descrip-
tion is given. (The procedure applied for the disintegration of rock samples is described in the petro-
logical part, the theoretical treatment of grain-size determination in rock sections in the last chapter.)

The only measurements quoted refer to some sandstones and conglomerates of the Swiss molassic
series (Cantons of Berne, Schwyz and Zurich). The outcrops are described in detail and the results of
petrological and seismic investigations are stated in tables I—III on p. 51—52. They are discussed from
different aspects. The problem of *statistic homogeneity* or *limited inhomogeneity* is briefly referred to
and illustrated by the varying spread obtained on samples of various size. In highly homogeneous rocks
a spread in the v-values of over 7% has been found in profiles of 10 m length. The yellow sandstone
from Ostermundigen shows $v_1 = 2.22$ km/sec and $v_t = 1.27$ km/sec. These values are small for a sand-
stone used for building purposes. The high porosity of 18—20% may be an explanation. On the contrary,
the sandstone from Bäch, showing 7% porosity and considerable signs of dislocation due to the Alpine
orogenesis, shows the astonishingly high v-value of 4.48 km/sec. Two types of Ostermundigen sand-
stone, different in colour only, show a mean v-value of 2.22 km/sec above and 3.05 km/sec below
the groundwater level. An explanation based on the theory of GASSMANN (1951a) is discussed.
The conglomerates show an extremely great variability from very low v-values up to such as high as
5 km/sec. The low values can be understood easily in consideration of the typical disintegration by
weathering. An attempt to explain the high values by BRUGGEMANs (1937) theory met with little success.

For the purpose of this investigation the value of $\int \frac{E}{\rho}$ was determined on cylindrical cores of dense
quartzite (density 2.63 gr/cm³) and was found to be $5 \cdot 10^5$ cm/sec. It was found that beside quarries
and other artificially produced fresh rock surfaces the in-situ rocks in creek-bottoms provided
suitable outcrops.

In the last chapter the theory of different procedures for the determination of grain size in sections is given, all of them basing on distributions of spheres. It is concluded that when a great variety of grain sizes has to be dealt with, the only way of measuring large and small grains in a single operation is to restrict the measurements to a selection of grains, e. g. to such designated by a lattice of points laid on to the section. The calculations of grain-size distribution from sectional measurements is much easier when chords are measured instead of diameters; Abel's integral equation is then replaced by an equation which can easily be solved by simple differentiation. Especially simple numerical and graphic procedures are described by which the measured distribution of chords can be transformed into the size distribution (volume percentages) of spheres. An english paper od these methods has appeared in RÖTHLISBERGER (1955c).