
Dichteberechnung aus Gravimetermessungen

E. Hoffer, L. Schönviszky

ELGI Budapest

Bei allen gravimetrischen Bearbeitungen und Interpretationen tritt das Problem der möglichst genauen Bestimmung der Dichte der Gesteine unter der Oberfläche auf. Da in den meisten Fällen keine Bohrkerne zur Verfügung stehen, wodurch die Gesteinsdichten mit einfachen physikalischen Messungen bestimmt werden könnten, bleibt die Berechnung aus den gravimetrischen Meßergebnissen. Diese Berechnung kann theoretisch in all jenen Fällen durchgeführt werden, in denen zwischen zwei gravimetrischen Stationen Höhenunterschiede auftreten, und wenn man annehmen kann, daß die Gesteinsdichten unter beiden Stationen annähernd gleich sind. Unter dieser Annahme folgt aber auch, daß die Werte der entsprechenden Bouguer-Anomalien gleich und somit unabhängig von der Meereshöhe sind.

Für die Berechnung der Bouguer-Anomalie gilt bekanntlich:

$$g_B = g + (0,3086 - 0,0419 \sigma) h - g_0 + \sigma T \quad .$$

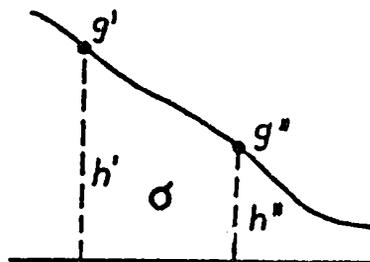


Abbildung 1: Schwereprofilausschnitt

Darin bedeuten:

ξ_B	berechnete Bougueranomalie (mGal)
g	gemessener und korrigierter Schwerewert (mGal)
g_0	Normalschwere (mGal)
h	Stationshöhe über dem Meeresspiegel (m)
σ	Gesteinsdichte (t/m^3)
σT	topographische Reduktion (mGal)

Werden zwei benachbarte Stationen (Abb. 1) betrachtet, so folgt vorerst aus der Bedingung $\xi'_B = \xi''_B$

$$g' + (0,3086 - 0,0419 \sigma) h' - g'_0 + \sigma T' = g'' + (0,3086 - 0,0419 \sigma) h'' - g''_0 + \sigma T''$$

und weiters die explizite Form:

$$\sigma = \frac{\Delta g - \Delta g_0 + 0,3086 \Delta h}{0,0419 \Delta h - \Delta T},$$

wobei die jeweiligen Differenzen Δj in der Form $(j' - j'')$ einzuführen sind.

Mit Hilfe obiger Gleichung kann zwischen jeweils zwei Profilpunkte die Dichte einfach berechnet werden. Tritt im Laufe der Berechnung ein irreales Ergebnis, etwa eine negative Dichte auf, dann wurden für eine Meßstation höchstwahrscheinlich fehlerhafte Grunddaten eingeführt. Dies können

- fehlerhaft gemessene oder korrigierte Schwerewerte
- fehlerhafte Normalschweren
- fehlerhafte Stationshöhen
- fehlerhafte topographische Reduktionen

sein.

In der Praxis in Ungarn betrachten wir die berechneten Dichten bereits als unwahrscheinlich, wenn sie kleiner als 1 und größer als 4 t/m³ sind. Auf diese Weise können fehlerhafte Meßpunkte eliminiert werden. Diese Methode ist besonders gut bei solchen gravimetrischen Messungen anwendbar, welche in einem regelmäßigem Netz durchgeführt werden.

In diesem Fall kann man nämlich die Dichte über vier Nachbarpunkte rechnen und daraus einen Mittelwert bilden. Weicht ein Ergebnis vom berechneten Mittelwert wesentlich ($\pm 1,0$ t/m³) ab, so wird es verworfen. Wenn alle vier berechneten Dichten stark variieren, dann läßt dies auf fehlerhafte Daten der Meßstation selbst schließen. Aus den Durchschnittswerten kann man eine Isodichtenkarte konstruieren. Diese Dichtenkarte muß nicht unbedingt mit der auf die Oberfläche bezogenen geologischen Karte übereinstimmen, weil sich die Dichten im Falle stark gegliederter Topographie auf unterschiedliche Tiefen beziehen.

Die Methode der gravimetrischen Dichteberechnung wurde zum erstenmal im Rahmen eines Kohlenforschungsprogrammes in Nordungarn angewendet. Aus den gravimetrischen Messungen wurde die Bouguer-Anomalien-Karte mit dem für das Gebiet charakteristischen Dichtewert $\sigma = 2,0$ (t/m³) gerechnet. Die Bouguer-Anomalien-Karte kann allerdings für die Interpretation nur in beschränktem Maße angewendet werden (Abb. 2). Sie zeigt nämlich vor allem die topographischen Verhältnisse des Grundgebirges mit größerer Dichte, wenn man annimmt, daß die Dichte des Grundgebirges und der aufgelagerten Sedimente annähernd konstant ist.

Am westlichen Rand des Geländes ist eine Bruchlinie in Richtung NNO-SSW sehr auffallend. Diese Verwerfung ruft eine Anomalie in einer Größe von 14 - 16 mGal hervor. Nach den Modellberechnungen sinkt das Grundgebirge nach Westen von 300 m bis 1000 m unter der Annahme, daß die Dichtedifferenz zwischen dem Grundgebirge und den Sedimenten 0,4 - 0,5 (t/m³) ist. Die Bouguer-Anomalien-Karte zeigt ein wechselvolles Bild östlich von der Verwerfung. Auf Grund der Bohrungen und anderer geophysikalischer Daten zeigen die Änderungen wahrscheinlich nicht nur die Tiefenveränderung des Grundgebirges sondern auch die Wirkung des Deckengebirges von veränderlicher Dichte. Deswegen wurde über einen Teil des

Geländes mit stark wechselnder Topographie auch eine Dichtekarte nach der obigen Methode berechnet, um vor allem die Dichteverhältnisse der Formation in der Oberflächennähe zu bestimmen. Zwischen den Dichtewerten und den spezifischen Widerstandswerten der geoelektrischen Messungen wurde keine Korrelation gefunden. Dagegen kann eine Korrelation zwischen den aus Bohrungen abgeleiteten Gesteinsdichten bzw. den geologischen Formationen an der Oberfläche und den Anomalien der Dichtekarte nachgewiesen werden. So kann z.B. (Abb. 3) eine Korrelation zwischen dem Andesittuff und den kleinen Dichtewerten bzw. dem Ton und Silt und den großen Dichtewerten festgestellt werden. Die Dichtenverteilungskarte kann daher unter gewissen Bedingungen für den Nachweis des vermutlichen Kohlenvorkommens benutzt werden. Die negative Zone in dem nordöstlichen Teil befindet sich mehr oder weniger an der Stelle des Vorkommens der abgebauten Kohleflöze. Die in den südlichen Teilen des Geländes befindlichen Bohrungen fallen in eine negative Zone und durchquerten verhältnismäßig dicke Kohleflöze.

Ein anderes Forschungsgebiet befindet sich im Matra-Gebirge. Die gravimetrischen Messungen führten zu einer Bouguer-Anomalien-Karte, in der die Wirkung der Tiefformationen und die Störung der Topographie gemeinsam auftraten. Deshalb mußten wir unsere Ergebnisse durch eine nachträgliche Berechnung auf eine gemeinsame Ebene beziehen. Die Transformation wurde mit der Methode "Analytische Fortsetzung nach oben" durchgeführt. Mit Hilfe dieser Methode wurde die Anomalien-Karte auf eine horizontale Ebene in einer Meereshöhe von 1100 m durchgerechnet. So haben wir eine Karte bekommen, welche durch die herkömmliche Betrachtung interpretierbar ist. Diese Karte enthält aber noch immer die Einwirkung der Inhomogenität der Dichte in der Oberflächennähe. Die scheinbaren Dichtewerte wurden mit Hilfe der angegebenen Methode berechnet und auf einer Karte die Abweichung vom Durchschnittswert $\sigma = 2,4 \text{ (t/m}^3\text{)}$ dargestellt. Die positiven Anomalien zeigen daher die Lage von oberflächennahen Gestein mit einem scheinbaren Dichtewert größer als $2,4 \text{ t/m}^3$.

Geeignete Software steht für die Dichteberechnung zu unserer Verfügung. Damit und durch die Anwendung der gravimetrischen Datenbank und durch ihren ständigen Ausbau ist die Dichteberechnung und die Darstellung der Ergebnisse mit Rechenmaschinen möglich

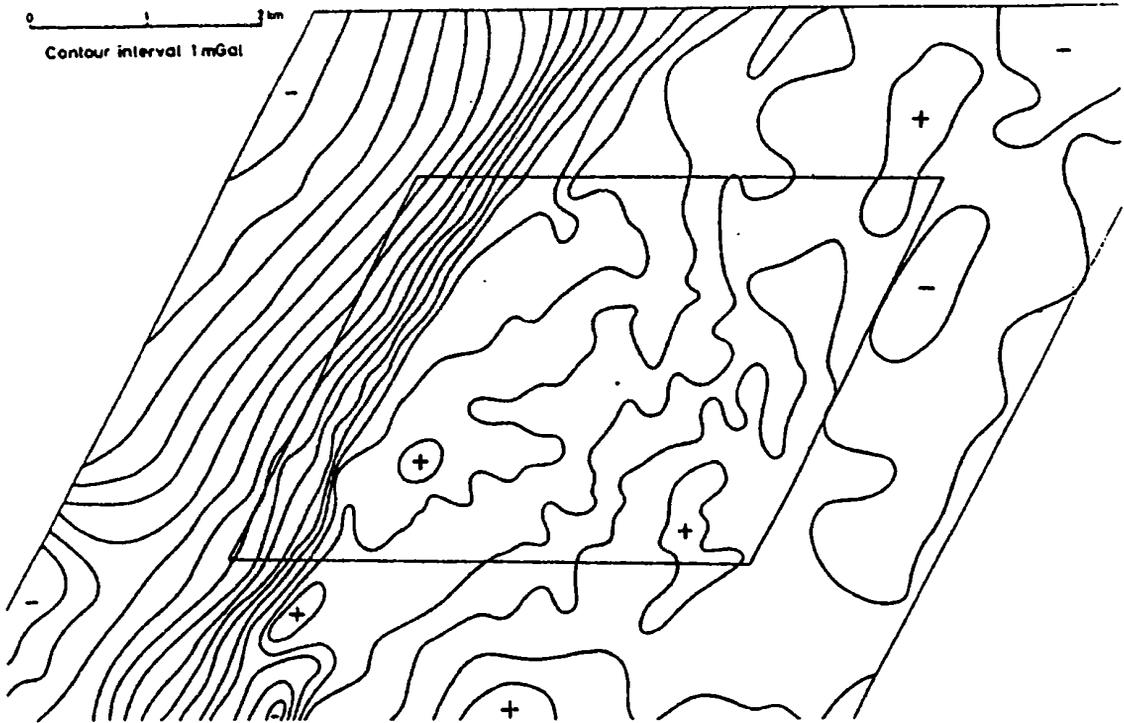


Abbildung 2: Bougueranomalienkarte



Abbildung 3: Isodichtenkarte mit Oberflächengeologie