



Dilatometermessungen sind im Allgemeinen statische Belastungsversuche des anstehenden Gebirges zur Bestimmung seiner Spannungs-Verformungs-Eigenschaften. Die Versuche werden mit Hilfe einer zylindrischen, radial dehnbaren Sonde an beliebigen Stellen innerhalb einer Bohrung (\varnothing 101 mm) durchgeführt. Der Sondendurchmesser beträgt 95 mm.

Die Vorteile eines solchen in situ Verfahrens bestehen in der Möglichkeit, die Eigenschaften des Baugrundes in nahezu ungestörtem Zustand zu erfassen, wohingegen durch Laborversuche meist nur die Maximalwerte an ausgesuchten Proben gemessen werden.

Das Messsystem (s. Abb. 1) setzt sich aus der eigentlichen Sonde mit drei jeweils 120° zueinander versetzten Wegaufnehmern, einer Kabeltrommel zur Aufnahme der kombinierten Mess- und Druckleitung, einer Druckversorgung sowie der Messelektronik zusammen.

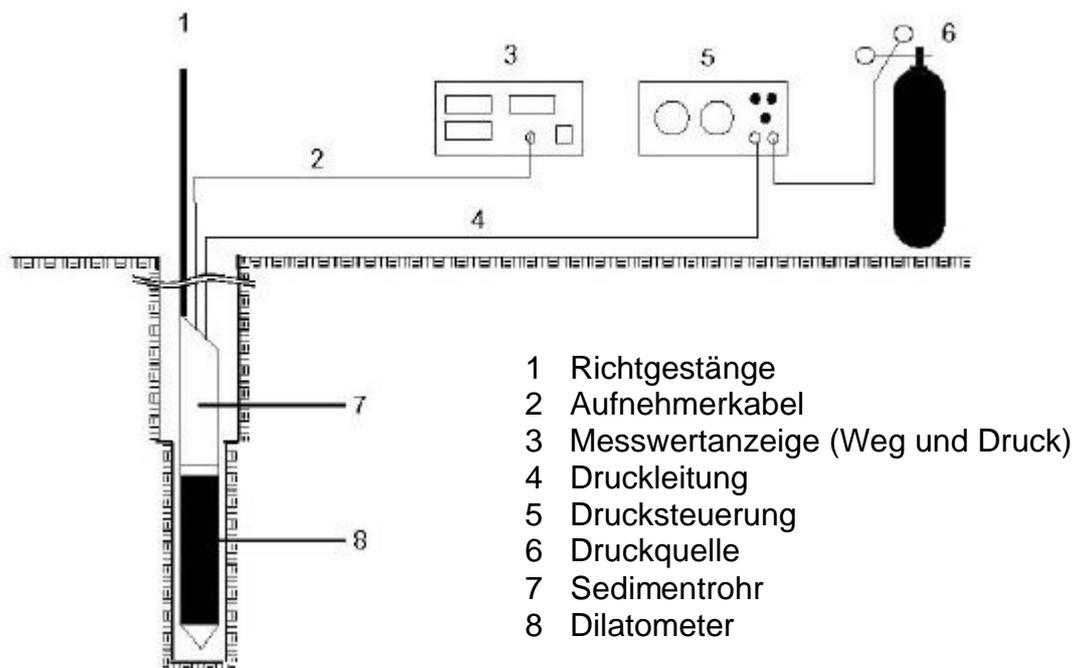


Abb. 1 Schematische Darstellung der Dilatometerausrüstung



Mit der Versuchseinrichtung kann damit auf pneumatischem Wege ein Druck von 100 bar und mehr auf die Bohrlochwand aufgebracht werden. Der Druck in der Sonde wird entweder mit einem Feinmessmanometer Klasse 0.6 oder einem elektrischen Druckaufnehmer kontrolliert. Die mit Wegaufnehmern gemessenen Verformungswerte werden elektrisch auf eine Messbrücke übertragen. Durch den relativ großen Messweg von 25 mm (Ablesegenauigkeit $\pm 0,001$ mm) ist eine Verwendung der Sonde sowohl in steifen Böden als auch im Fels möglich. Für spezielle Aufgabenstellungen kann die Sonde mit einem Gestänge orientiert ins Bohrloch eingebracht werden.

Im Einzelnen besteht die Messausrüstung aus folgenden Komponenten:

- ⇒ Dilatometersonde (\varnothing 95 mm)
- ⇒ Kalibrierrohr aus Aluminium (\varnothing Innen 100 mm; Länge 1500 mm)
- ⇒ Sedimentrohr, kurz (Länge 1000 mm)
- ⇒ Sedimentrohr, lang (Länge 2100 mm)
- ⇒ Wirbel zur Ankopplung des Stahlseiles an das Sumpfrohr
- ⇒ Richtgestänge (in Schüssen von 3 m)
- ⇒ Druckleitung
- ⇒ Aufnehmerkabel
- ⇒ Haspel zum Auftrommeln der gebündelten Messleitungen
- ⇒ 10 m Verbindungsleitung (Druckminderer/Druckmesseinrichtung)
- ⇒ Messwertanzeige (Weg und Druck)
- ⇒ Drucksteuerung
- ⇒ 50 l Stickstoff-Druckflasche
- ⇒ Druckminderer (p_v max 300 bar; p_n max 150 bar; Q_n 150 m³/h)
- ⇒ Automatische Datenerfassung

Die Belastung der Bohrlochwand beim Versuch wird in mehreren Lastzyklen vorgenommen, wobei die Verformungen des Bohrlochs bei jeder einzelnen Laststufe abgelesen und in der jeweiligen Endstufe des Lastzyklus' bis zum Abklingen verfolgt werden. Danach wird wiederum stufenweise bis auf einen geringen Restdruck entlastet, wobei gleichzeitig die Rückverformung bis zum Stillstand gemessen wird. Für den nächst höheren und die weiteren Lastzyklen wird anschließend in gleicher Weise verfahren.



Die so gewonnenen Messergebnisse werden in Diagrammform dargestellt, wobei daraus bereits eine erste Beurteilung des Verformungsverhaltens möglich ist.

Zur weiteren Berechnung der Belastungs- und Entlastungsmoduli ist die Formel für dickwandige Rohre nach LAMÉ gebräuchlich:

$$\text{Be- und Entlastungsmodul } E = (1 + \nu) \frac{d}{\Delta d} \Delta p \quad [\text{MPa}]$$

- ν = Poissonzahl
- d = Anfangsdurchmesser der Bohrung [mm]
- Δp = Druckdifferenz [MPa]
- Δd = Verformung [mm]

Die in der Berechnungsformel enthaltene Poissonzahl kann durch Laborversuche bestimmt oder einer geeigneten Tabelle entnommen werden.

Alle Moduli werden als Sekantenmodul berechnet, d. h. als Differenz zweier Koordinatenpaare auf der Arbeitslinie. Der Belastungsmodul entspricht somit der Steigung des ansteigenden Abschnittes der Arbeitslinie und kann ab dem zweiten Versuchszyklus in einen Erst- und Wiederbelastungsmodul unterteilt werden. Der Entlastungsmodul entspricht der Steigung des abfallenden Abschnitts der Arbeitslinie zwischen den Punkten mit maximaler Belastung und minimaler Belastung des betreffenden Entlastungszyklus'.

Aus den Messergebnissen lassen sich die Belastungsmoduli und Entlastungsmoduli für Drücke zwischen 0,5 MPa und 10 MPa ableiten. Da jeder Versuch mit drei Wegaufnehmern gleichzeitig gemessen wird, kann bereits mit einer geringen Versuchsanzahl eine geeignete statistische Auswertung vorgenommen oder die Anisotropie des Gesteinskörpers bezüglich seiner Moduli beurteilt werden.



Bestellhinweise

Pos.	Bezeichnung
16.3.1	Ettlinger Dilatometer EDI 95 für pneumatischen Betrieb in Bohrlöchern von 101 mm Ø, für max. Druck von 10 MPa mit 3 Stück Potentiometer-Wegaufnehmern, Messbereich 20 mm, zur simultanen Messung der Gebirgsbewegung in 3 Richtungen, komplett mit Gummimanschette sowie Anschlüsse für Versorgungsleitungen und Sumpfrohr mit Anschlussmöglichkeit für Richtgestänge.
16.3.2	Automatische Datenerfassung mittels Laptop, online Darstellung aller Messwerte sowie grafische Darstellung von ausgewählten Messwerten. Ausgabe der Daten auf Festplatte, Diskette und/oder Drucker. 12 V Anschluss und 12 V Spannungsausgang für Laptop. Ohne Laptop, ohne Drucker.
16.3.3	Luftmengendosiereinrichtung mit Feinmessmanometer 0 - 100 bar, Klasse 0,6.
16.3.4.1	Elektrokabel mit druckwasserdichtem Stecker (sondenseitig) und Stecker für Anzeigegerät, Länge 50 m.
16.3.4.2	Länge 100 m.
16.3.5.1	Hochdruckschlauch für pneumatischen Betrieb, NW 8, 180 bar, beidseitig mit Anschlussverschraubung, Länge 50 m.
16.3.5.2	Länge 100 m.
16.3.6	Schlauch- und Kabeltrommel für max. 100 m Leitung, rollbare stabile Baustellenausführung.
16.3.7	Verbindungsleitung (HD-Schlauch) zwischen Dosiereinrichtung und Stickstoffflasche.
16.3.8	Druckminderer für Stickstoffflasche.
16.3.9	Testrohr aus Alu zur Funktionsprüfung der Bohrlochsonde, i.D. 100 mm und a.D. 120 mm.
16.3.10	Kalibrierset für die el. Wegaufnehmer.
16.3.11	Schutz- und Transportkasten zur Lagerung und zum Transport von Sonde und Testrohr.



Pos.	Bezeichnung
16.3.12	Sumpfrohrverlängerung Länge 2,1 m.
16.3.13	Richtgestänge in Vierkant-Stahlprofil in Einheitslängen von 3 m, Steckverbindung. Je Schuss
16.3.14	Ersatz-Gummimanschette.
16.3.15	Auswertesoftware für MS-DOS-Systeme. Ausgabe der Be- und Entlastungsmodule sowie der Messwerte und Grafiken auf Drucker. Eingabe der Daten über Tastatur oder Übernahme von der Datenerfassungsanlage.
1.6.3.16	Einweisung durch unser Personal.