

**DIN 4107-4**

ICS 93.020

Mit DIN 4107-1:2011-01,  
DIN 4107-2:2011-03 und  
DIN 4107-3:2011-03  
Ersatz für  
DIN 4107:1978-01

**Geotechnische Messungen –  
Teil 4: Druckkissenmessungen**

Geotechnical measurements –  
Part 4: Measurements with pressure cells

Mesures géotechniques –  
Partie 4: Mesures avec capteurs hydrauliques

Gesamtumfang 25 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

**Inhalt**

Seite

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>                                                                          | <b>4</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>                                                              | <b>5</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen .....</b>                                                         | <b>5</b>  |
| <b>3 Begriffe und Symbole.....</b>                                                            | <b>5</b>  |
| 3.1 Begriffe .....                                                                            | 5         |
| 3.2 Symbole .....                                                                             | 8         |
| <b>4 Messeinrichtung .....</b>                                                                | <b>9</b>  |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                         | 9         |
| 4.2 Spannungsgeber nach dem Deformationsmessprinzip .....                                     | 9         |
| 4.3 Spannungsgeber nach dem Kompensationsprinzip .....                                        | 10        |
| 4.4 Steifigkeit der Spannungsgeber.....                                                       | 12        |
| 4.5 Druckkissen.....                                                                          | 13        |
| 4.6 Messgenauigkeit.....                                                                      | 14        |
| <b>5 Installation und Messdurchführung.....</b>                                               | <b>14</b> |
| 5.1 Installation von Kontaktspannungsgebern.....                                              | 14        |
| 5.2 Installation von Betonspannungsgebern .....                                               | 15        |
| 5.3 Installation von Spannungsgebern für Erddruck .....                                       | 16        |
| 5.4 Installation von Gebirgsspannungsgebern .....                                             | 18        |
| 5.5 Messdurchführung .....                                                                    | 18        |
| <b>6 Messauswertung.....</b>                                                                  | <b>19</b> |
| <b>7 Berichterstattung .....</b>                                                              | <b>19</b> |
| 7.1 Feldprotokoll .....                                                                       | 19        |
| 7.2 Messtechnischer Bericht .....                                                             | 19        |
| <b>Anhang A (informativ) Anwendungsbeispiele.....</b>                                         | <b>20</b> |
| A.1 Messungen in einem Tunnel.....                                                            | 20        |
| A.1.1 Einbauprotokoll.....                                                                    | 20        |
| A.1.2 Messergebnisse .....                                                                    | 21        |
| A.1.3 Messungen an einem Erddamm.....                                                         | 23        |
| <b>Anhang B (informativ) Beispiel für die Herstellung von Spannungsmessquerschnitten.....</b> | <b>24</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                | <b>25</b> |
| <br><b>Bilder</b>                                                                             |           |
| <b>Bild 1 — Anordnung von Spannungsgebern im Tunnelbau (Beispiel) .....</b>                   | <b>7</b>  |
| <b>Bild 2 — Beispiel für eine Anordnung von Spannungsgebern im Erddambau.....</b>             | <b>8</b>  |
| <b>Bild 3 — Messprinzip der Spannungsgeber .....</b>                                          | <b>9</b>  |
| <b>Bild 4 — Spannungsgeber mit Deformationsmessprinzip .....</b>                              | <b>10</b> |
| <b>Bild 5 — Spannungsgeber nach dem Kompensationsmessprinzip .....</b>                        | <b>10</b> |
| <b>Bild 6 — Geber mit Druckkompensation an der Membran der Druckmesseinrichtung .....</b>     | <b>11</b> |
| <b>Bild 7 — Spannungsgeber mit Kompensation im Druckkissen, siehe [1] .....</b>               | <b>11</b> |
| <b>Bild 8 — Spannungsverteilungen im Bereich eingebauter Spannungsgeber; siehe [2] .....</b>  | <b>12</b> |

|                                                                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Bild 9 — Schematische Darstellung der Spannungsverteilung an einem Druckkissen .....</b>                                                                | <b>13</b> |
| <b>Bild 10 — Beispiele von Druckkissen .....</b>                                                                                                           | <b>13</b> |
| <b>Bild 11 — Einbau von Spannungsgebern .....</b>                                                                                                          | <b>15</b> |
| <b>Bild 12 — Betonspannungsgeber mit Nachspannröhrchen .....</b>                                                                                           | <b>15</b> |
| <b>Bild 13 — Beispiele für den Einbau von Erddruckgebern in der Kernzone (A), Übergangszone (B) und Stützkörperzone (C) eines Erddammes nach [4] .....</b> | <b>17</b> |
| <b>Bild A.1 — Zeitliche Änderung von Messwerten im Sohlgewölbe eines Tunnels [3] .....</b>                                                                 | <b>21</b> |
| <b>Bild A.2 — Räumliche Verteilung der Spannungsänderungen nach fünfeinhalb Jahren, siehe [3] .....</b>                                                    | <b>22</b> |
| <b>Bild A.3 — Gerechnete und gemessene Spannungen in einem Erddamm, siehe [4] .....</b>                                                                    | <b>23</b> |
| <b>Bild B.1 — Tunnelmessquerschnitt mit Radial- und Tangentialspannungsgebern .....</b>                                                                    | <b>24</b> |
| <b>Tabellen</b>                                                                                                                                            |           |
| <b>Tabelle 1 — Symbole .....</b>                                                                                                                           | <b>8</b>  |
| <b>Tabelle 2 — Erforderliche minimale Prüfspannung (Vorspanndruck <math>p_v</math>) .....</b>                                                              | <b>14</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. im Arbeitsausschuss NA 005-05-09 AA „Baugrund; Feldversuche“ auf der Grundlage der Empfehlung Nr. 19 des Arbeitskreises 3.3 „Versuchstechnik Fels“ der DGGT e.V. [5] erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

DIN 4107 *Geotechnische Messungen* besteht aus:

- *Teil 1: Grundlagen*
- *Teil 2: Extensometer- und Konvergenzmessungen*
- *Teil 3: Inklinometer- und Deflektometermessungen*
- *Teil 4: Druckkissenmessungen*

## Änderungen

Gegenüber DIN 4107:1978-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) DIN 4107:1978-01 wurde vollständig überarbeitet und auf geotechnische Messungen im Zusammenhang mit dem geotechnischen Entwurf nach DIN 1054 und DIN EN 1997-1 ausgerichtet; geodätische Messungen finden sich in DIN 18710 (alle Teile);
- b) DIN 4107 wurde in vier Teile aufgeteilt, wobei DIN 4107-1 die grundlegenden Anforderungen an geotechnische Messprojekte und die Teile 2 bis 4 einige der gebräuchlichsten geotechnischen Messeinrichtungen behandeln.

## Frühere Ausgaben

DIN 4107: 1937-02, 1969-07, 1978-01

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Messungen der Spannungsänderung im Boden, Fels und an Bauwerken mit Druckkissen im Rahmen geotechnischer Untersuchungen nach DIN EN 1997-2 in Verbindung mit DIN EN 1997-2/NA und DIN 4020 sowie DIN EN 1997-1 in Verbindung mit DIN EN 1997-1/NA und DIN 1054.

Sie beschreibt Verfahren zur Messung von Spannungsänderungen, bei denen Druckkissen stationär und nicht rückgewinnbar innerhalb des beanspruchten Körpers oder in der Kontaktfläche zwischen zwei Körpern eingebaut werden. Die Kenntnis dieser Spannungsänderungen kann zur Kontrolle der statischen Annahmen dienen und für die Beurteilung der Standsicherheit des Bauwerks von entscheidender Bedeutung sein.

Verfahren, bei denen Spannungen aus Messungen anderer physikalischer Größen hergeleitet werden, sind nicht Gegenstand dieser Norm.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 1054, Baugrund — *Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau — Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1*

DIN 4020, *Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke*

DIN 4107-1, *Geotechnische Messungen — Teil 1: Grundlagen*

DIN EN 1997-1, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

DIN EN 1997-1/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

DIN EN 1997-2, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*

DIN EN 1997-2/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*

## 3 Begriffe und Symbole

### 3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 4107-1 und die folgenden Begriffe.

#### 3.1.1

##### **primärer Spannungszustand**

aus der Schwere resultierender Spannungszustand im Boden und Fels

ANMERKUNG 1 Durch tektonische Kräfte in der Erdkruste kann der aus der Schwere resultierende Spannungszustand verändert sein.

ANMERKUNG 2 Der Spannungszustand im ungestörten Baugrund kann mit den hier beschriebenen Messverfahren in der Regel nicht bestimmt werden.

### 3.1.2

#### **sekundärer Spannungszustand**

Spannungszustand, der sich aus Spannungsänderungen im Zuge einer Baumaßnahme im Boden oder Fels ergibt

ANMERKUNG Die Entwicklung und das Ausmaß der Spannungsänderungen sind im hohen Maße von der Art des Bauwerkes, den Eigenschaften von Boden und Fels sowie vom Baugeschehen abhängig.

### 3.1.3

#### **Gebirgsspannung**

Spannung im Locker- und Festgestein, das durch geologische Vorgänge entstanden ist

ANMERKUNG Der vollständige räumliche Spannungszustand des Gebirges besitzt drei Normal- und drei Schubspannungskomponenten. Druckkissen können nur Normalspannungskomponenten messen. Bei vertikaler oder horizontaler Anordnung von Druckkissen im Gebirge kann die Änderung der horizontalen oder vertikalen Normalspannungskomponente gemessen werden. In der Nähe von Felshohlraumbauten werden Druckkissen auch so angeordnet, dass die tangential zur Ausbruchfläche wirksame Spannungskomponente normal auf das Druckkissen wirkt und so ihre Änderung gemessen wird (siehe Bild 1).

### 3.1.4

#### **Kontaktspannung**

Spannungskomponente, die normal zu einer Kontaktfläche (z. B. einer Gründungsfuge) wirkt

ANMERKUNG Die in der Kontaktfläche wirkenden Schubspannungen werden dabei nicht betrachtet.

### 3.1.5

#### **Radialspannung**

Kontaktspannung bei gewölbter Kontaktfläche (z. B. zwischen Gebirge und Spritzbetonaußenschale)

### 3.1.6

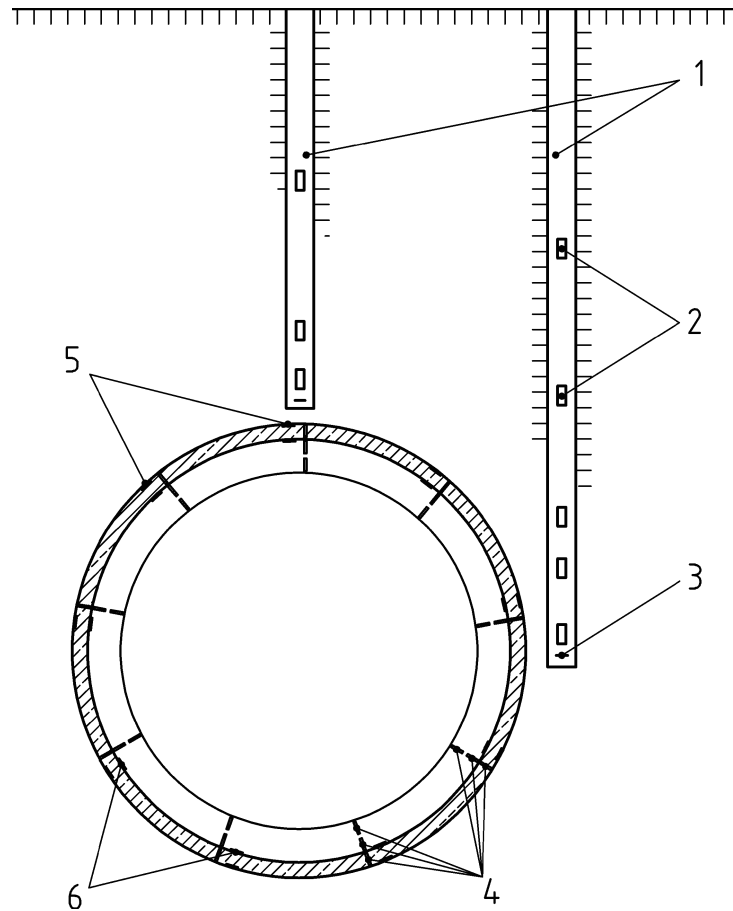
#### **Betonspannung**

innerhalb der Betonauskleidung eines Tunnels auftretende Spannung

### 3.1.7

#### **Tangentialspannung**

tangential zur Hohlraumform wirkende Spannung bei gewölbten Bauteilen



#### Legende

- 1 verfüllte Bohrlöcher
- 2 Horizontalspannungsgeber (vertikal)
- 3 Vertikalspannungsgeber (horizontal)
- 4 Betonspannungsgeber Außen- und Innenschale (Tangentialspannungsgeber)
- 5 Kontaktspannungsgeber Gebirge/Außenschale (Radialspannungsgeber)
- 6 Kontaktspannungsgeber Außen- /Innenschale (Radialspannungsgeber)

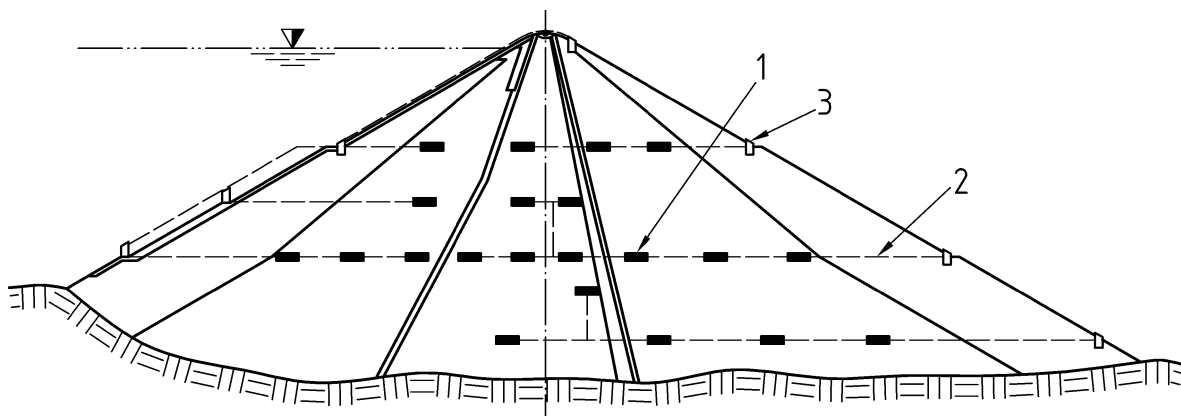
**Bild 1 — Anordnung von Spannungsgebern im Tunnelbau (Beispiel)**

#### 3.1.8

##### Spannungsgeber

mit Flüssigkeit gefülltes Druckkissen mit zugehöriger Druckmesseinrichtung

ANMERKUNG Spannungsgeber werden in Boden, Fels oder Bauteilen stationär und nicht rückgewinnbar eingebaut. Dabei ist der Geber vollständig eingeschlossen.



### Legende

- 1 Spannungsgeber
- 2 Messleitung
- 3 Anschlussschacht

**Bild 2 — Beispiel für eine Anordnung von Spannungsgebern im Erddammbau**

### 3.2 Symbole

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Symbole der Tabelle 1.

**Tabelle 1 — Symbole**

| Symbol         | Benennung                                                       | Einheit |
|----------------|-----------------------------------------------------------------|---------|
| $p_a$          | Druck in der äußeren Kammer                                     | MPa     |
| $p_G$          | Gemessener Druck am Messgeber unmittelbar nach dem Einbau       | MPa     |
| $p_H$          | Hydrostatische Druckdifferenz zwischen Messgeber und Messstelle | MPa     |
| $p_L$          | Druckverlust in der Messleitung                                 | MPa     |
| $p_v$          | Vorspanndruck                                                   | MPa     |
| $p_i$          | Druck in der inneren Kammer                                     | MPa     |
| $p_j$          | Gemessener Druck bei einer Folgemessung                         | MPa     |
| $p_0$          | Referenzdruck                                                   | MPa     |
| $p_{0,korr}$   | Korrigierter Referenzdruck                                      | MPa     |
| $\sigma$       | Normalspannung                                                  | MPa     |
| $\Delta\sigma$ | Normalspannungsdifferenz                                        | MPa     |