

DIN 4127

ICS 93.020

Ersatz für
DIN 4127:1986-08**Erd- und Grundbau –
Prüfverfahren für Stützflüssigkeiten im Schlitzwandbau und für deren
Ausgangsstoffe**

Earthworks and foundation engineering –

Test methods for supporting fluids used in the construction of diaphragm walls and their
constituent products

Terrassement et fondations –

Méthodes d'essai pour les fluides d'excavation pour la construction des parois moulées et
leurs matières premières

Gesamtumfang 28 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Symbole	8
5 Prüfungen	10
5.1 Umfang der Prüfungen	10
5.1.1 Vollständige Prüfung	10
5.1.2 Kurzprüfung	10
5.2 Bestimmung des Massenanteils an Chlorid $w(\text{Cl})$	10
5.2.1 Allgemeines	10
5.2.2 Reagenzien	10
5.2.3 Durchführung	11
5.2.4 Auswertung	11
5.3 Prüfung der Stützflüssigkeiten	11
5.3.1 Herstellung der Stützflüssigkeiten	11
5.3.2 Messung der Fließgrenze $\tau_F(t, T)$	12
5.3.3 Messung der Scherspannung τ_{500}	21
5.3.4 Messung der Marsh-Zeiten $t_{M,1000}$ und $t_{M,1500}$	21
5.3.5 Filterpressversuch	24
5.3.6 Direkte Messung des Druckgefälles f_{S0} bei Tonsuspensionen und bei selbsterhärtenden Suspensionen	25
Literaturhinweise	28

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-05-13 AA „Baugrund, Schlitzwände“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. erarbeitet.

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

Änderungen

Gegenüber DIN 4127:1986-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Struktur der Norm wurde überarbeitet;
- b) Verweisungen auf mitgeltende Dokumente wurden aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN 4127: 1984-01, 1986-08

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für den Erd- und Grundbau. Sie legt die Prüfverfahren für Stützflüssigkeiten (vorzugsweise Bentonite), die zum Bau von Schlitzwänden nach DIN EN 1538 oder unverroht gebohrten Bohrpfählen nach DIN EN 1536 eingesetzt werden, fest. Die Ergebnisse der Prüfverfahren werden für den Nachweis der Standsicherheit, z. B. von Schlitzwänden nach DIN 4126 und für die Ausführung von Schlitzwänden nach DIN EN 1538, benötigt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 4126, *Nachweis der Standsicherheit von Schlitzwänden*

DIN 18121-1, *Untersuchung von Bodenproben — Wassergehalt — Teil 1: Bestimmung durch Ofentrocknung*

DIN 18124, *Baugrund, Untersuchung von Bodenproben — Bestimmung der Korndichte — Kapillarpiknometer, Weithalspiknometer, Gaspyknometer*

DIN 18126, *Baugrund, Untersuchung von Bodenproben — Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung*

DIN 53019-1:2008-09, *Viskosimetrie — Messung von Viskositäten und Fließkurven mit Rotationsviskosimetern — Teil 1: Grundlagen und Messgeometrie*

DIN 53019-3:2008-09, *Viskosimetrie — Messung von Viskositäten und Fließkurven mit Rotationsviskosimetern — Teil 3: Messabweichungen und Korrekturen*

DIN EN 1536, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Bohrpfähle*

DIN EN 1538, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Schlitzwände*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Schlitzwandton

Ton zum Herstellen von Suspensionen, die als Stützflüssigkeiten verwendet werden

3.2

Rheologische Eigenschaften der Stützflüssigkeiten

3.2.1

Geschwindigkeitsgefälle

D

bei ebener Parallelströmung in Richtung x (Geschwindigkeit v_x , siehe Bild 1) die Änderung der Geschwindigkeit senkrecht zur Strömungsrichtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Geschwindigkeitsgefälle ist definiert als der Grenzwert des Quotienten aus dem Geschwindigkeitsunterschied $\Delta v_x = v_{x2} - v_{x1}$ zwischen zwei Ebenen 1 und 2 und ihrem Abstand Δy :

$$D = \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta v_x}{\Delta y} \right) = \frac{dv_x}{dy} \quad (1)$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Die im Bild 1 strichpunktierte Linie AB heißt Geschwindigkeitsprofil. In einer solchen laminaren Strömung wirkt zwischen benachbarten Flüssigkeitsschichten eine Scherspannung τ in Richtung x .

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe DIN 1342-2:2003-11, 4.2.

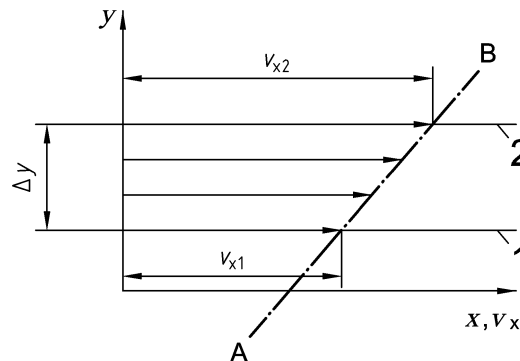


Bild 1 — Definition des Geschwindigkeitsgefälles

3.2.2

Scherspannung

$\tau_{D,T}$

Scherspannung beim Geschwindigkeitsgefälle D und der Temperatur T

Anmerkung 1 zum Begriff: Dabei wird D in s^{-1} und T in $^{\circ}C$ angegeben.

3.2.3

Fließgrenze einer Stützflüssigkeit

$\tau_F(t, T)$

Scherspannung τ , ab der Fließen eintritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bruchscherspannung einer Stützflüssigkeit wird als Fließgrenze bezeichnet. Sie hängt von der Temperatur T und bei thixotropen Flüssigkeiten von der Zeit t der thixotropen Verfestigung ab.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die thixotrope Verfestigung ist die Zunahme der Fließgrenze einer thixotropen Flüssigkeit während der Ruhezeit nach Abschluss einer Fließbewegung. Sie ist reversibel und verläuft nach Bild 2. Die Fließgrenze besitzt beim Abschluss der Fließbewegung ($t = 0$) ihren niedrigsten Wert $\tau_{F, \text{dyn}}$ (dynamische Fließgrenze) und nähert sich im Verlauf der Ruhezeit asymptotisch ihrem maximalen Grenzwert $\tau_{F, \text{stat}}$ (statische Fließgrenze). Die Grenzwerte und der Verlauf der Kurve sind temperaturabhängig.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Zeit t der thixotropen Verfestigung, nach der die Fließgrenze gemessen wurde, wird ebenso wie die Temperatur T , die während der thixotropen Verfestigung und der Messung geherrscht hat, im Index angeschrieben, um die Fließgrenze zu kennzeichnen. Zur Vereinfachung wird für $t = 1 \text{ min}$ und $T = 20 \text{ }^{\circ}C$ auf die Angabe im Index verzichtet: τ_F bedeutet also die Fließgrenze nach einer Verfestigungszeit von 1 min bei $20 \text{ }^{\circ}C$.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die statische Fließgrenze $\tau_{F, \text{stat}}$ wird bei Tonsuspensionen genügend genau durch $\tau_{F(16h)}$ angenähert.

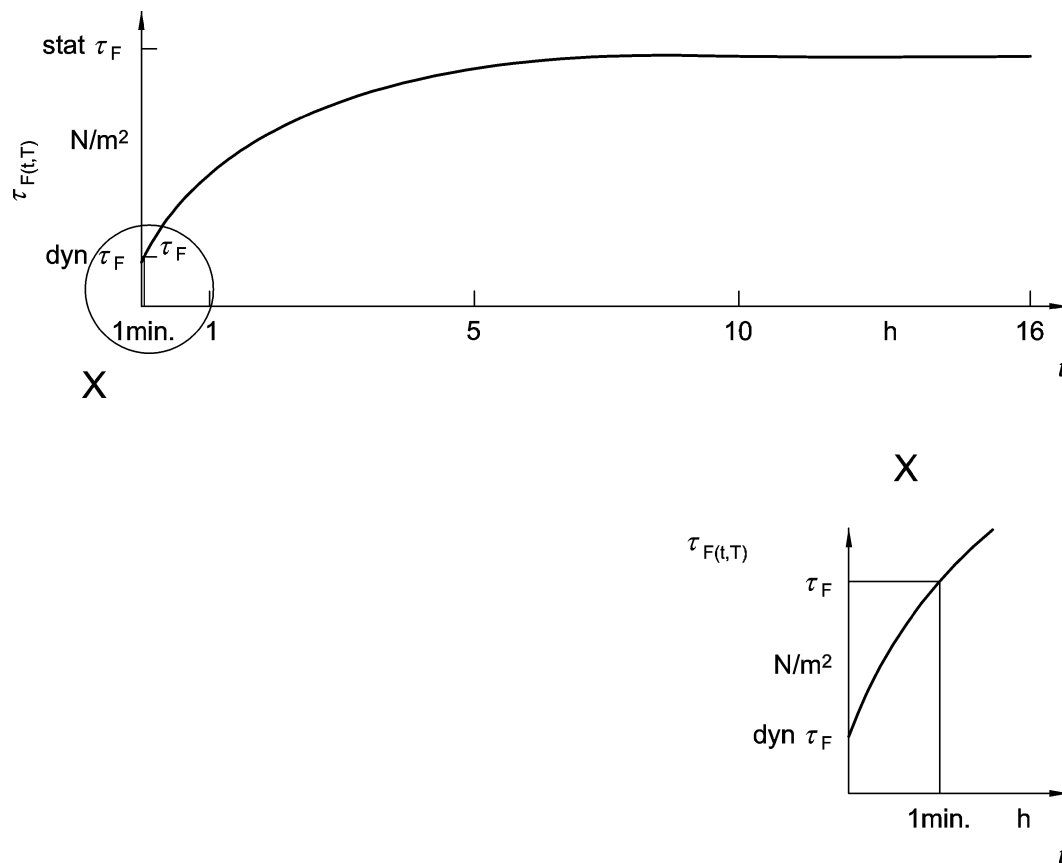


Bild 2 — Thixotrope Verfestigung

3.2.4

Fließfunktion

Funktion $\tau = f(D)$, die die Abhängigkeit der Scherspannung vom Geschwindigkeitsgefälle angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie ist temperatur- und bei thixotropen Flüssigkeiten auch vorgeschichtsabhängig. Unter der scheinbaren Viskosität η an der Stelle D der Fließfunktion besteht das Verhältnis:

$$\eta = \frac{\tau}{D} \quad (2)$$

Bei Newtonschen Flüssigkeiten lautet die Fließfunktion

$$\tau = \eta_N \cdot D \quad (3)$$

η_N ist konstant und deshalb "die" Viskosität.

Bei Bingham'schen Flüssigkeiten lautet die Fließfunktion

$$\tau = \tau_F + \eta' \cdot D \quad (4)$$

Dabei ist

η' die konstante differentielle Viskosität. Beliebige Fließfunktionen können in einem kleinen Intervall von D und τ durch ihre Sekante oder Tangente ersetzt und so durch eine Bingham-Fließfunktion angenähert behandelt werden.

Die kinematische Viskosität ist die Größe

$$\eta_k = \frac{\eta}{\gamma_F} \quad \text{bzw.} \quad \eta_{Nk} = \frac{\eta_N}{\gamma_F} \quad (5)$$

3.2.5

Scherspannung

τ_{500}

Scherspannung beim Geschwindigkeitsgefälle $D = 500 \text{ s}^{-1}$ und der Temperatur 20 °C

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 5.3.3.

3.2.6

Marsh-Zeit

Zeit, die ein bestimmtes Volumen einer Stützflüssigkeit bei einer Temperatur von 20 °C benötigt, um aus dem Marsh-Trichter auszulaufen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Marsh-Zeiten werden je nach Stützflüssigkeitsvolumen unterschieden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Marsh-Trichter siehe 5.3.4.

3.2.6.1

$t_{M,1000}$

Zeit, die das Volumen $1\,000 \text{ cm}^3$ der Stützflüssigkeit bei einer Temperatur von 20 °C benötigt, um aus dem Marsh-Trichter auszulaufen

3.2.6.2

$t_{M,1500}$

Zeit, die das Volumen $1\,500 \text{ cm}^3$ benötigt, um aus dem Marsh-Trichter auszulaufen

3.3

Filtratwasserabgabe

f

Volumen des Filtratwassers im Filterpressversuch (nach 5.3.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Volumen wird in cm^3 ausgedrückt.

3.4

Tongehalt

g_{15}

Tongehalt der Suspension, die beim Filterpressversuch eine Filtratwasserabgabe $f = 15 \text{ cm}^3$ ergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Tongehalt g_{15} wird als Massenkonzentration in kg/m^3 ausgedrückt.

3.5

Dichte des nicht getrockneten Tons, bezogen auf sein Feststoff- und Wasservolumen

ρ'_s

Rechenwert, der für die Berechnung der Mischrezepturen notwendig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Er wird aus der Korndichte ρ_s und dem Wassergehalt w des Tons nach der Gleichung

$$\rho'_s = \frac{\rho_s \cdot \rho_w \cdot (1 + w)}{\rho_w + \rho_s \cdot w} \quad (6)$$

berechnet. ρ_w ist die Dichte des Wassers. Bei $\rho_w = 1 \text{ t/m}^3$ vereinfacht sich die Gleichung

$$\rho'_s = \frac{\rho_s \cdot (1 + w)}{1 + \rho_s \cdot w} \quad (7)$$

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten folgende Symbole.

Tabelle 1 — Symbole und Bemerkungen

Nr	Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
1	D	Geschwindigkeitsgefälle	s ⁻¹	siehe Bild 1
2	R	Radius des äußeren Zylinders im Rotationsviskosimeter	cm	siehe 5.3.3.2
3	T	Temperatur der Stützflüssigkeit	°C	
4	A	Verbrauch an 0,1 mol/l NH ₄ SCN-Lösung	ml	siehe 5.2
5	a_{70}, a_{100}	Auslenkungen am Pendelgerät mit Vorzugsmaßen	cm	siehe Bild 4 und 5.3.2.1.3
6	d	Kugeldurchmesser im Pendelgerät	cm	siehe 5.3.2.1.1
7	d_{10}	Maßgebende Korngröße des Versuchsbodens	cm	siehe 5.3.6.1 und DIN 4126
8	f	Filtratwasserabgabe	cm ³	siehe 3.3 und 5.3.5.2
9	f_{s0}	Druckgefälle in einer Stützflüssigkeit	kN/m ³	siehe DIN 4126
10	g_{15}	Tongehalt einer Stützflüssigkeit mit der Filterwasserabgabe $f = 15 \text{ cm}^3$	kg/m ³	siehe 3.4
11	h_1, h_2	Höhenabmessungen im Gerät nach 5.3.6.1	m	siehe Bild 8
12	k	Gerätekonstante eines Rotationsviskosimeters	1	siehe 5.3.3.2
13	r	Radius des inneren Zylinders im Rotationsviskosimeter	cm	siehe 5.3.3.2
14	s	Höhenabmessung im Gerät nach 5.3.6.1	m	siehe Bild 8
15	t	Zeit	s, h	
16	$t_{M,1000}$	Marsh-Auslaufzeit für das Volumen 1 000 cm ³	s	siehe 3.2.6 und 5.3.4
17	$t_{M,1500}$	Marsh-Auslaufzeit für das Volumen 1 500 cm ³	s	siehe 3.2.6, 5.3.4
18	v_x	Geschwindigkeit in einer Parallelströmung	cm/s	siehe Bild 1
19	Δv_x	Differenz der Geschwindigkeiten v_x in zwei Ebenen einer Parallelströmung mit dem Abstand Δy	cm/s	siehe 3.2.1, Bild 1
20	w	Wassergehalt	%	siehe DIN 18121-1

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Nr	Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
21	$w(\text{Cl})$	Massenanteil an Chlorid	%	siehe 5.2, Gleichung (8)
22	x	Richtung einer Parallelströmung	cm	siehe Bild 1
23	Δy	Abstand zweier Ebenen in einer Parallelströmung	cm	siehe Bild 1
24	α	Winkel zwischen dem ausgelenkten Pendel und der Vertikalen	°	siehe Bild 3
25	γ	Wichte der Kugel im Pendelgerät	kN/m ³	
26	γ_F	Wichte der Stützflüssigkeit	kN/m ³	
27	η	scheinbare Viskosität	kNs/m ²	siehe 3.2.4
28	η'	Differenzielle Viskosität	kNs/m ²	siehe 3.2.4
29	η_N	Viskosität einer newtonschen Flüssigkeit	kNs/m ²	siehe 3.2.4
30	η_{Nk}	kinematische Viskosität einer newtonschen Flüssigkeit	ms	siehe 3.2.4
31	η_k	kinematische Viskosität	ms	siehe 3.2.4
32	ρ_s	Korndichte eines Schlitzwandtons	t/m ³	siehe DIN 18124
33	ρ'_s	Dichte eines nicht getrockneten Tons, bezogen auf sein Feststoff- und Wasservolumen	t/m ³	siehe 3.5
34	ρ_w	Dichte des Wassers	t/m ³	
35	τ	Scherspannung	N/m ²	siehe 3.2.2
36	$\tau_{D,T}$	Scherspannung beim Geschwindigkeitsgefälle D und der Temperatur T	N/m ²	siehe 3.2.2
37	τ_{500}	Scherspannung in einer Stützflüssigkeit beim Geschwindigkeitsgefälle $D = 500 \text{ s}^{-1}$ und der Temperatur 20 °C	N/m ²	siehe 3.2.5
38	τ_F	Fließgrenze einer Stützflüssigkeit bei 20 °C zur Zeit $t = 1 \text{ min}$ nach Beginn der thixotropen Verfestigung	N/m ²	siehe 3.2.3
39	$\tau_{F(t,T)}$	Fließgrenze einer Stützflüssigkeit bei der Temperatur T zur Zeit t nach Beginn der thixotropen Verfestigung	N/m ²	siehe 3.2.3
40	dyn τ_F	dynamische Fließgrenze	N/m ²	siehe 3.2.3
41	stat τ_F	statische Fließgrenze	N/m ²	siehe 3.2.3