



MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

41. Jahrgang

Ausgegeben zu Düsseldorf am 11. Mai 1988

Nummer 28

Inhalt

I.

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBL. NW.) aufgenommen werden.

Glied.- Nr.	Datum	Titel	Seite
23233	15. 3. 1988	RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr DIN 4141 Teil 14 – Lager im Bauwesen; Bewehrte Elastomerlager; Bauliche Durchbildung und Bemessung.	478
232340	15. 3. 1988	RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr DIN 4126 – Ortbeton-Schlitzwände; Konstruktion und Ausführung	492
232342	21. 3. 1988	RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr DIN 4232 – Wände aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge; Bemessung und Ausführung	520
23235	21. 3. 1988	RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr DIN 1075 – Betonbrücken; Bemessung und Ausführung	530
23236	21. 3. 1988	RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr Bemessungsgrundlagen für Güllebehälter aus Stahlbeton (Ortbeton)	531

I.

23233

**DIN 4141 Teil 14 – Lager im Bauwesen;
Bewehrte Elastomerlager;
Bauliche Durchbildung und Bemessung**

RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung,
Wohnen und Verkehr v. 15. 3. 1988 –
V B 4 – 482.103

1 Die Norm

DIN 4141 Teil 14 (Ausgabe September 1985) –
Lager im Bauwesen; bewehrte Elastomerlager;
bauliche Durchbildung und Bemessung –

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung
(BauO NW) als technische Baubestimmung bauauf-
sichtlich eingeführt; soweit sie Prüfbestimmungen ent-
hält, wird sie als Richtlinie für die Überwachung nach
§ 24 der Landesbauordnung anerkannt.

Anlage Die Norm ist als Anlage abgedruckt.

2 Bei Anwendung der Norm DIN 4141 Teil 14 (Ausgabe September 1985) ist folgendes zu beachten:

Zu Abschnitt 7.1

In neuerer Zeit werden die Lager auf Kunststoffmörtel
gesetzt, dessen Oberfläche so glatt ist, daß bei nicht-
verankerten Lagern die Gefahr des Abrutschens be-
steht. Deshalb wird in DIN 4141 Teil 4 (Ausgabe Okto-
ber 1987) u. a. geregelt, daß die Lager auf Mörtelfugen
aus Reaktionsharzmörtel oder Reaktionsverpreßstoff
nicht unmittelbar aufgesetzt werden dürfen. Reak-
tionsharz darf nur verwendet werden, wenn nach dem
Gelieren und vor Beendigung des Erhärtens die Ober-
fläche der Mörtelfuge mit Quarz- oder Korundsand
(Körnung 0,5–1 mm) bestreut wird.

3 Nach § 24 der Verordnung über bautechnische Prüfungen (BauPrüfVO) vom 6. Dezember 1984 (GV. NW. S. 774/SGV. NW. 232) dürfen Elastomerlager nur verwendet werden, wenn ihre Herstellung einer Überwachung, bestehend aus Eigen- und Fremdüberwachung, unterliegt.

Die Fremdüberwachung ist von einer hierfür aner-
kannten Prüfstelle durchzuführen. Das Verzeichnis der
anerkannten Prüfstellen wird beim Institut für Bau-
technik, Berlin, geführt.

Für die Durchführung der Überwachung ist der RdErl.
v. 22. 9. 1967, geändert durch RdErl. v. 3. 12. 1976 (SMBI.
NW. 2325) – Überwachung der Herstellung von Baustof-
fen und Bauteilen –, maßgebend.

4 Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen – Anlage zum RdErl. v. 22. 3. 1985 (SMBI. NW. 2323) – ist wie folgt zu ergänzen:

4.1 im Verzeichnis der Baubestimmungen

DIN 4141 Teil 14 Abschnitt 4

4.2 in Abschnitt 4

Spalte 1: 4141

Teil 14

Spalte 2: September 1985

Spalte 3: Lager im Bauwesen;
Bewehrte Elastomerlager;
Bauliche Durchbildung
und Bemessung

Spalte 4: 15. 3. 1988

Spalte 5: MBI. NW. S. 478/
SMBI. NW. 23233

Spalte 6: x

Spalte 7: x

DK 624.078.5-036.074 : 69

DEUTSCHE NORM

September 1985

	Lager im Bauwesen Bewehrte Elastomerlager Bauliche Durchbildung und Bemessung	DIN 4141 Teil 14
--	---	---

Structural bearings; laminated elastomeric bearings

Appareils d'appui pour ouvrages d'art; appuis en élastomère fretté

Diese Norm wurde im NABau-Fachbereich II „Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB)“ ausgearbeitet.

Zu den Normen der Reihe DIN 4141 gehören:

DIN 4141 Teil 1 Lager im Bauwesen; Allgemeine Regelungen

DIN 4141 Teil 2 Lager im Bauwesen; Lagerung für Ingenieurbauwerke im Zuge von Verkehrswegen (Brücken)

DIN 4141 Teil 3 Lager im Bauwesen; Lagerung für Hochbauten

DIN 4141 Teil 4 *) Lager im Bauwesen; Transport, Zwischenlagerung und Einbau

DIN 4141 Teil 14 Lager im Bauwesen; Bewehrte Elastomerlager, Bauliche Durchbildung und Bemessung

Folgeteile in Vorbereitung

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffe und Formelzeichen
- 3 Bauliche Durchbildung
- 4 Baustoffe
- 5 Zulässige Beanspruchungen/
Statischer Nachweis

- 6 Regellager
- 7 Transport und Einbau
- 8 Überwachung (Güteüberwachung),
Kennzeichnung, Lieferschein
- Zitierte Normen und andere Unterlagen
- Erläuterungen

1 Anwendungsbereich

Diese Norm regelt die Verwendung von bewehrten Elastomerlagern für den Brücken- und Hochbau in einem Temperaturbereich zwischen -25°C und $+50^{\circ}\text{C}$, kurzzeitig bis $+70^{\circ}\text{C}$.

Diese Norm gilt nur im Zusammenhang mit DIN 4141 Teil 1, Teil 2 und Teil 3.

2 Begriffe und Formelzeichen

Elastomerlager sind verformbare Bauteile (Verformungslager). Jede von außen einwirkende Last, die, neben der zentrischen Stauchung, eine Relativbewegung (Verschiebung, Verdrehung) der durch das Lager miteinander verbundenen Bauteile bewirkt, erzeugt eine Lagerverformung.

- A* Grundfläche des Lagers
- a, b* Seitenabmessungen bei Lagern mit rechteckigem Grundriß; *a* ist die kleinere Seite oder (bei der Berechnung des Rückstellmomentes *M*) die Seite senkrecht zur Drehwinkelachse
- D* Lagerdurchmesser bei Lagern mit kreisrundem Grundriß
- d* Dicke (= Bauhöhe) des unbelasteten Lagers
- F* Auflast
- G* Schubverformungsmodul (Rechengröße für die Ermittlung der Rückstellkräfte)
- n* Anzahl der Elastomerschichten zwischen den Bewehrungsblechen
- r* Seitliche Elastomer-Überdeckung
- s* Dicke der einzelnen inneren Bewehrungsbleche

- T* Elastomerdicke = Summe aller Einzelschichtdicken des Elastomers
- t* Elastomerschichtdicke zwischen zwei Bewehrungsblechen
- x* Dicke der einzelnen äußeren Bewehrungsbleche (Deckbleche) (bei verankerten Lagern)
- α Drehwinkel je Elastomerschicht
- γ Schubverformungswinkel des Lagers
- σ_m Mittlere Lagerpressung
- min σ Mittlere Lagerpressung bei der rechnerisch kleinsten Auflast

3 Bauliche Durchbildung

Bewehrte Elastomerlager sind im Grundriß viereckig (rechteckig, quadratisch) oder kreisrund und haben **ebene**, in gleichem Abstand voneinander und symmetrisch zur Ebene in mittlerer Höhe (Lagerebene) angeordnete Bewehrungseinlagen aus Stahlblech, die durch Warmvulkanisation mit den Elastomerschichten verbunden werden.

Bei unverankerten Lagern sind die Bewehrungseinlagen nur innen, bei verankerten Lagern zusätzlich auch außen (Deckbleche) angeordnet.

Elastomerlager mit Grundflächen von $\geq 350\text{ mm} \times 450\text{ mm}$ bzw. 400 mm Durchmesser müssen mindestens 3 Elastomerschichten haben.

Die Ränder der Bewehrungseinlagen müssen sorgfältig bearbeitet sein, um Kerbwirkungen zu vermeiden.

*) Z. Z. Entwurf

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Normenausschuß Kautschuktechnik (FAKAU) im DIN

DIN 4141 Teil 14

Bewehrte Elastomerlager dürfen senkrecht zur Lagerebene durch die Elastomerschichten und Bewehrungsbleche durchbohrt werden (vergleiche Abschnitt 5.1).

Die Lager dürfen unverankert oder verankert (d. h. konstruktiv gegen Bewegungen in der Berührungsfuge zwischen Lager und anschließendem Bauteil gesichert) eingebaut werden.

Unverankerte Lager sind auswechselbar. Auch bei verankerten Lagern kann – entsprechend DIN 4141 Teil 1/09.84, Abschnitt 7.5 – die Auswechselbarkeit des Lagers oder einzelner Lagerteile baulich ausgebildet werden.

Der Aufbau unverankerter Lager ist aus Bild 1 ersichtlich.

Beispiele für verankerte Lager sind in Bild 2 dargestellt.

Elastomerlager sind entsprechend DIN 4141 Teil 1 zu kennzeichnen (siehe Abschnitt 8).

Freiliegende Stahlteile sind entsprechend den einschlägigen Bestimmungen ausreichend gegen Korrosion zu schützen.

4 Baustoffe

4.1 Elastomer

Es ist ein Elastomer auf Basis Chloropren-Kautschuk zu verwenden; das Elastomer muß eine gute Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkungen der Witterung und des Ozons besitzen und alterungsbeständig sein.¹⁾

4.2 Stahl

Für die Bewehrungseinlagen (Stahlbleche) ist Stahl St 50-2, St 52-3 oder St 60-2 nach DIN 17 100 zu verwenden.

5 Zulässige Beanspruchungen/ Statischer Nachweis

5.1 Anrechenbare Grundfläche

Bohrungen durch die Lager rechtwinklig zur Lagerebene brauchen bei der Bemessung nicht berücksichtigt zu werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Gesamtquerschnitt der Löcher $\leq 5\%$ der Lagerfläche
- Lochdurchmesser ≤ 80 mm
- Lochachse innerhalb des Kernquerschnittes der Lagerfläche
- Schutz der Bohrungswandung vor Witterungseinflüssen.

¹⁾ Eine Norm, in der die Zusammensetzung des Elastomers und die Überwachung der Fertigung festgelegt wird, ist in Vorbereitung. Bis zum Erscheinen dieser Norm gelten die Richtlinien für die Güteüberwachung von bewehrten Elastomerlagern im Rahmen der Eigenüberwachung und der Fremdüberwachung, veröffentlicht z. B. in „Lager im Bauwesen“, Eggert/Grote/Kauschke, Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin.

5.2 Beanspruchung rechtwinklig zur Lagerebene

Bei einer Auflast F ist die mittlere Lagerpressung

$$\sigma_m = \frac{F}{A} \quad (1)$$

$$A = a \cdot b \text{ bzw.} \quad (2)$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (3)$$

Die mittlere Lagerpressung σ_m darf in der Regel die Werte der Tabelle 5 nicht überschreiten.

Eine Erhöhung dieser Pressung bis zu 50% ist zulässig, wenn durch Zwischenschaltung einer Gleitschicht Beanspruchungen nach Abschnitt 5.3 weitgehend ausgeschaltet werden. Hierfür ist ein besonderer Nachweis, z. B. eine bauaufsichtliche Zulassung, erforderlich. Die in den an den Lagern liegenden Bauteilen auftretenden Spaltzugspannungen sind zu ermitteln. Dabei ist in der Fuge eine Druckspannungsverteilung nach einer quadratischen Parabel zu berücksichtigen.

5.3 Beanspruchung parallel zur Lagerebene

Bei einer Parallelverschiebung v zwischen Überbau und Unterbau ergibt sich die Schubverformung zu

$$\tan \gamma = \frac{v}{T} \quad (4)$$

und die zugehörige Kraft in der Lagerebene zu

$$F_{xy} = A \cdot G \cdot \tan \gamma \quad (5)$$

mit $G = 1 \text{ N/mm}^2$

Bei Lagern mit einer Elastomerdicke $T \leq a/5$ bzw. $D/5$ gilt

$$\text{zu } \tan \gamma = 0,7 \quad (6)$$

Für dickere Lager $T \leq \frac{a}{3}$ bzw. $\frac{D}{3}$ gilt

$$\text{zu } \tan \gamma = 0,7 - \left(\frac{T}{a} - 0,2 \right) \text{ bzw.} \quad (7)$$

$$= 0,7 - \left(\frac{T}{D} - 0,2 \right) \quad (8)$$

Schubverformungen in mehreren Richtungen sind vektoriell zu addieren.

Die Bauwerksverschiebungen v parallel zur Lagerebene sind nach den für das aufzulagernde Bauteil geltenden technischen Baubestimmungen zu ermitteln. Dabei brauchen die für Bewegungslager (Rollenlager, Gleitlager u. ä.) vorgeschriebenen Sicherheitszuschläge nicht in Ansatz gebracht zu werden.

Planmäßige Beanspruchungen parallel zur Lagerebene aus ständigen äußeren Lasten einschließlich des Erddrucks sind unzulässig. Beanspruchungen parallel zur Lagerebene aus Zwang und kurzzeitigen äußeren Lasten sind jedoch zulässig, sofern die dabei auftretenden Verschiebungen in konstruktiver Hinsicht zulässig sind.

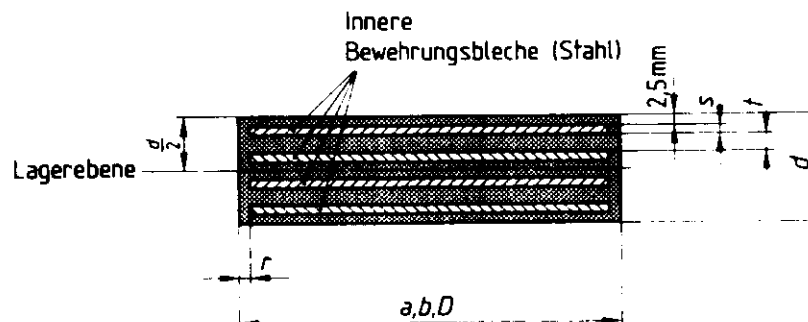
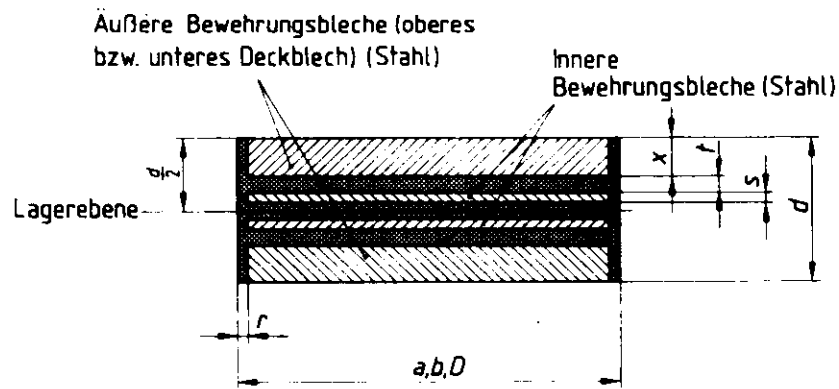
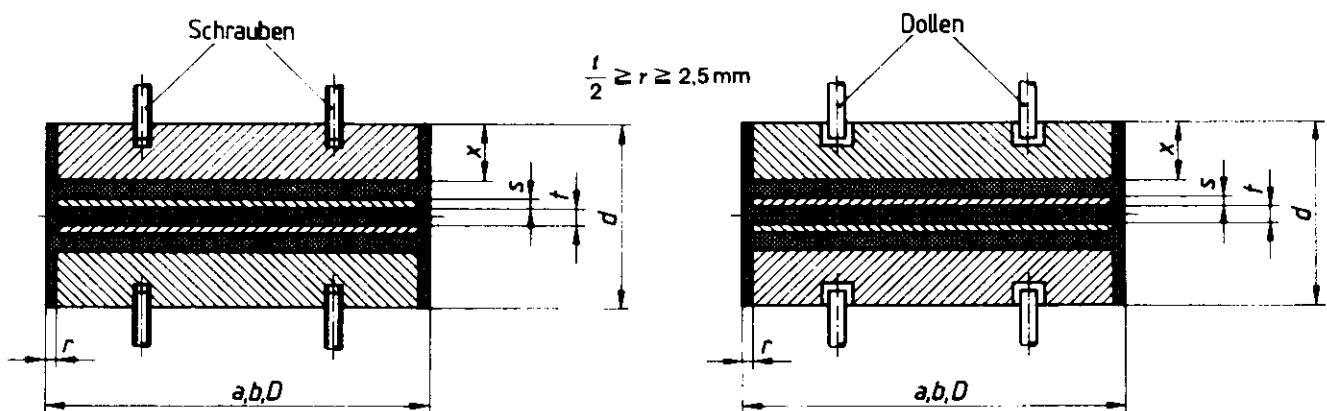


Bild 1. Bewehrte Elastomerlager ohne Verankerung



$$x \geq 10 \text{ mm}$$

a) Vollflächig verankertes bewehrtes Elastomerlager



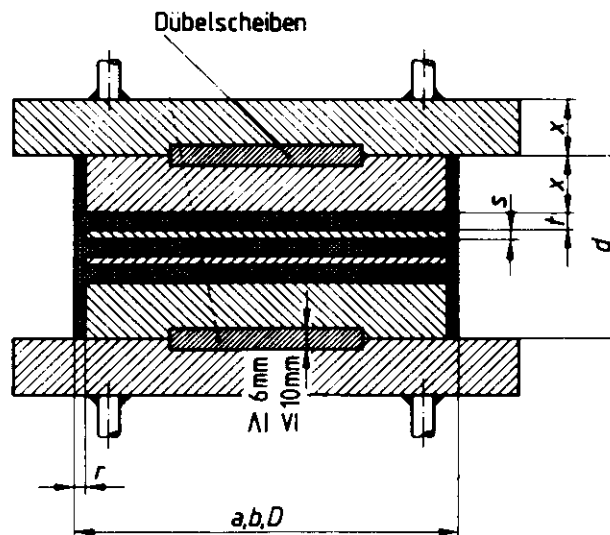
$$x \geq 15 \text{ mm für Lager nach Tabelle 2}$$

$$x \geq 20 \text{ mm für Lager nach Tabelle 4}$$

$$x \geq 15 \text{ mm für Lager nach Tabelle 2}$$

$$x \geq 20 \text{ mm für Lager nach Tabelle 4}$$

b) Bewehrtes Elastomerlager mit Verankerung durch Dollen oder Schrauben



$$x \geq 15 \text{ mm für Lager nach Tabelle 2}$$

$$x \geq 20 \text{ mm für Lager nach Tabelle 4}$$

c) Bewehrtes Elastomerlager mit Verankerung durch runde Dübelscheiben

Bild 2. Bewehrte Elastomerlager mit Verankerung

DIN 4141 Teil 14

5.4 Verdrehung

Bei einer Verdrehungsdifferenz ϑ zwischen Überbau und Unterbau ist der Drehwinkel je Elastomerschicht

$$\alpha = \frac{\vartheta}{n} \quad (9)$$

Die Drehwinkel α dürfen die Werte nach Tabelle 5 nicht überschreiten. Wird von der Pressungserhöhung nach Abschnitt 5.2 Gebrauch gemacht, so ist

$$\vartheta = n \cdot \alpha \leq 0,005$$

einzuhalten.

Am fertigen Bauwerk durch Imperfektionen auftretende bleibende Parallelitätsabweichungen zwischen den an das Lager angrenzenden Bauwerksflächen dürfen zusammen mit dem planmäßigen Drehwinkel das 1,3fache des zulässigen Drehwinkels nach Tabelle 5 nicht überschreiten; außerdem darf dabei der Verkehrslastanteil das 0,5fache der in Tabelle 5 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Aus der Verdrehung der Lager beträgt das rechnerische Rückstellmoment

- für rechteckige Lager
$$M = \frac{a^5 \cdot b \cdot G}{50 \cdot t^3} \cdot \alpha \quad (10)$$

- für kreisrunde Lager mit G nach Abschnitt 5.3
$$M = \frac{D^6 \cdot G}{100 \cdot t^3} \cdot \alpha \quad (11)$$

5.5 Gleitsicherheit

Zur Vermeidung des Gleitens von unverankerten Lagern müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Bei Elastomerlagern mit Grundflächen von max. 300 mm × 400 mm bzw. max. 350 mm Durchmesser
 $\sigma_m \geq 3,0 \text{ N/mm}^2$
- Bei Elastomerlagern mit größeren Grundflächen
 $\sigma_m \geq 5,0 \text{ N/mm}^2$

Für Bauwerke mit hoher dynamischer Beanspruchung nach DS 804, z. B. für Eisenbahnbrücken, können höhere Anforderungen notwendig werden.

Bei kleineren mittleren Pressungen sind die Lager zu verankern, und es ist ein Nachweis nach DIN 4141 Teil 1/09.84, Abschnitt 6, zu führen.

5.6 Stauchung

Zusätzlich zu einer Setzung des Lagers von etwa 1 mm infolge Anpassung an die das Lager berührenden Flächen des Bauteils können unter der zulässigen Last Stauchungen von etwa 2 % der Elastomerdicke T auftreten.

Da die Verformungskennlinien nicht linear sind, ist der Stauchungsanteil von Verkehrslasten kleiner als ihr Anteil an der Gesamtlast.

Der Einfluß der Stauchung des Lagers auf das angrenzende Bauteil ist erforderlichenfalls nachzuweisen.

5.7 Lastverteilung auf mehrere Lager

(vergleiche DIN 4141 Teil 2/09.84, Abschnitt 3.6)

Werden unter einem Bauteil mehr als 2 Lager in einer Auflagerlinie angeordnet mit einem Verhältnis

$$\frac{\max(A/T)}{\min(A/T)} \leq 1,2$$

so darf die Lastverteilung ohne Berücksichtigung der Lagerstauchung ermittelt werden. Im anderen Fall sind besondere - in dieser Norm nicht geregelte - Nachweise erforderlich (siehe auch Abschnitt 7.4 und Abschnitt 7.5).

6 Regellager

Für Regellager sind die Angaben zur baulichen Durchbildung in den Tabellen 1 bis 5 zusammengestellt. Für diese Lager erstreckt sich der statische Nachweis auf die Pressung, Schubverformung und Verdrehung.

Zwischengrößen dürfen im Rahmen dieser Norm hergestellt werden, wenn t und s dem nächstkleineren flächengleichen Lager entsprechen.

7 Transport und Einbau

7.1 Die entsprechenden Bestimmungen in DIN 4141 Teil 4 (z. Z. Entwurf) sind zu beachten.

7.2 Um unplanmäßige Beanspruchungen der Lager auszuschließen, müssen die an den Lagern anliegenden Flächen der Bauteile parallel zueinander und eben sein.

Sind diese Flächen der Bauteile beim Einbau der Lager nicht mehr plastisch verformbar (kein Mörtelbett oder Ortbeton), so darf ihre größte Abweichung u von einer Ebene bezogen auf die Lagermaße höchstens sein

$$u \leq 0,003 \cdot a \text{ bzw. } 0,003 \cdot D$$

und $u \leq 1,0 \text{ mm}$

Die Parallelitätsabweichungen sind in Abschnitt 5.4 geregelt.

7.3 Die Auflagerflächen sind planmäßig so vorzusehen, daß unter dem Einfluß der ständigen Last einschließlich des Erd- drucks im angenommenen unverformten Zustand des Bauwerks keine Schubverformung des Lagers stattfindet. (Vergleiche auch Abschnitt 5.3, letzter Absatz.)

7.4 Die Anordnung von zwei oder mehreren Lagern hintereinander in Längsrichtung (Richtung der Haupttragwirkung) des aufzulagernden Bauteils für ein und denselben rechnerischen Auflagerpunkt ist in Ausnahmefällen möglich, aber nur, wenn die Last-Stauchungskurven der Lager für den zu erwartenden Beanspruchungsbereich bekannt sind (z. B. aufgrund von Versuchen) und wenn mit deren Hilfe nachgewiesen wird, daß auch bei ungünstigster Lastkombination die zulässige Beanspruchung der einzelnen Lager nicht überschritten wird.

7.5 Bei im Grundriß statisch unbestimmter Lagerung eines Fertigteils ist in der Regel zwischen den überzähligen Lagern und dem darunter befindlichen Bauteil eine Mörtelschicht auszuführen. Während des Aushärtens dieser Mörtelschicht muß die Lagerung von Hilfskonstruktionen übernommen werden. Das Mörtelbett kann entfallen, wenn die planmäßige Lastübertragung durch alle Lager auf andere Weise sichergestellt wird.

7.6 Die Seitenflächen der Lager dürfen nicht in ihrer planmäßigen Verformung (Schrägstellung, Verdrehung) behindert sein.

7.7 Werden die Lager unterstopft, so ist auf gute Mörtelqualität besonders zu achten. Die Last der von den Lagern abzutragenden Konstruktion darf nicht nur über Keile - auch nicht zeitweilig - direkt das Lager belasten, es sei denn, es wird eine ausreichend dicke Stahlplatte (mindestens 20 mm) zwischengeschaltet. Keile müssen nach Erhärten des Unterstopfmaterials wieder entfernt werden.

7.8 Schweißarbeiten an den Deckblechen verankerter Lager sind unzulässig.

7.9 Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, daß die Lager nicht mit Fetten, Lösungsmitteln o. ä. benetzt werden, insbesondere nicht mit Schälöl.

8 Überwachung (Güteüberwachung), Kennzeichnung, Lieferschein

8.1 Allgemeines

Die einwandfreie Herstellung bewehrter Elastomerlager setzt besondere Kenntnisse, Erfahrungen, Fertigungseinrichtungen und eine laufende Fertigungskontrolle (Güteüberwachung) voraus. Das Erfüllen dieser Voraussetzungen wird dem Vulkanisationswerk nach erfolgreicher Erstprüfung durch Vergabe eines Werkkennzeichens bestätigt, wobei das Vorliegen der Herstellungsvoraussetzungen für dickere Lager (siehe Abschnitt 5.3 Formeln (7) und (8)) durch ein gesondertes Werkkennzeichen zu bescheinigen ist.²⁾

8.2 Kennzeichnung

Die Lager müssen unter dem Namen des Vulkanisationswerkes mit Angabe der Grundfläche, Tragkraft, Dicke d , Elastomerdicke T und der Anzahl der Elastomerschichten n geliefert werden.

Die Lager müssen das Werkkennzeichen des Vulkanisationswerkes und die Fertigungsnummer tragen. Mit dem Werkkennzeichen bestätigt der Hersteller, daß die Lager dieser

Norm entsprechen. Wenn nach den bauaufsichtlichen Vorschriften eine Überwachung gefordert wird, so ist für den Nachweis der Überwachung das einheitliche Überwachungszeichen³⁾ zu führen.

Außerdem sind die entsprechenden Bestimmungen von DIN 4141 Teil 1/09.84, Abschnitt 7.3, zu beachten.

8.3 Lieferschein

Bei jeder Lieferung von Lagern hat der Lieferant zu bescheinigen, daß das Lager dieser Norm entspricht und damit auch aus einer güteüberwachten Fertigung stammt.

²⁾ Das Verzeichnis der Werkkennzeichen (Lagerzeichen) wird vom Institut für Bautechnik, Berlin, geführt und veröffentlicht.

³⁾ Siehe z. B. Runderlaß des Ministers für Landes- und Stadtentwicklung Nordrhein-Westfalen „Überwachung der Herstellung von Baustoffen und Bauteilen; Einheitliche Überwachungszeichen“ vom 31. 07. 1980, veröffentlicht im Ministerialblatt des Landes Nordrhein-Westfalen 1980, Seite 1901.

Tabelle 1. Regellagergrößen, unverankerte Lager (für $\sigma_m \geq 3,0 \text{ N/mm}^2$)⁴⁾

1	2	3	4	5	6
Maße für A und D	Dicke des unbelasteten Lagers d	Elastomerdicke T	Anzahl der Elastomerschichten n	Elastomerschichtdicke t	Dicke der Bewehrungsbleche s
mm	mm	mm	—	mm	mm
100 × 100 100 × 150	14 21 28 (35) (42)	10 15 20 (25) (30)	1 2 3 (4) (5)	5	2
150 × 200	21 28 35 42 (49) (56) (63)	15 20 25 30 (35) (40) (45)	2 3 4 5 (6) (7) (8)	5	2
200 × 250 200 × 300 200 × 400 ø 200	30 41 52 (63) (74) (85)	21 29 37 (45) (53) (61)	2 3 4 (5) (6) (7)	8	3
250 × 400 ø 250	41 52 63 (74) (85) (96)	29 37 45 (53) (61) (69)	3 4 5 (6) (7) (8)	8	3
300 × 400 ø 300	41 52 63 74 85 (96) (107) (118)	29 37 45 53 61 (69) (77) (85)	3 4 5 6 7 (8) (9) (10)	8	3
ø 350	54 69 84 99 (114) (129) (144)	38 49 60 71 (82) (93) (104)	3 4 5 6 (7) (8) (9)	11	4

⁴⁾ Für die Lager, die zu den in () angegebenen Werten gehören, gelten die einschränkenden Bedingungen nach Abschnitt 5.3 Formeln (7) und (8).

DIN 4141 Teil 14

Tabelle 2. **Regellagergrößen, verankerte Lager** (für $\sigma_m < 3,0 \text{ N/mm}^2$) ⁴⁾

1	2	3	4	5	6
Maße für A und D	Dicke des un- belasteten Lagers d	Elastomer- dicke T	Anzahl der Elastomerschichten n	Elastomer- schichtdicke t	Dicke der Bewehrungsbleche s
mm	mm	mm	—	mm	mm
100 × 100 100 × 150	42 49 56 (63) (70)	10 15 20 (25) (30)	2 3 4 (5) (6)	5	2
150 × 200	49 56 63 70 (77) (84) (91)	15 20 25 30 (35) (40) (45)	3 4 5 6 (7) (8) (9)	5	2
200 × 250 200 × 300 200 × 400 ø 200	60 71 82 (93) (104)	24 32 40 (48) (56)	3 4 5 (6) (7)	8	3
250 × 400 ø 250	60 71 82 93 (104) (115) (126)	24 32 40 48 (56) (64) (72)	3 4 5 6 (7) (8) (9)	8	3
300 × 400 ø 300	71 82 93 104 (115) (126) (137) (148)	32 40 48 56 (64) (72) (80) (88)	4 5 6 7 (8) (9) (10) (11)	8	3
ø 350	71 86 101 116 (131) (146) (161)	33 44 55 66 (77) (88) (99)	3 4 5 6 (7) (8) (9)	11	4

⁴⁾ Siehe Tabelle 1

Tabelle 3. **Regellagergrößen, unverankerte Lager (für $\sigma_m \geq 5,0 \text{ N/mm}^2$)⁴⁾**

1	2	3	4	5	6
Maße für A und D	Dicke des unbelasteten Lagers d	Elastomerdicke T	Anzahl der Elastomerschichten n	Elastomerschichtdicke t	Dicke der Bewehrungsbleche s
mm	mm	mm	—	mm	mm
350 × 450	54	38	3	11	4
	69	49	4		
	84	60	5		
	99	71	6		
	(114)	(82)	(7)		
	(129)	(93)	(8)		
400 × 500 ø 400	(144)	(104)	(9)		
	54	38	3	11	4
	69	49	4		
	84	60	5		
	99	71	6		
	114	82	7		
450 × 600 ø 450	(129)	(93)	(8)		
	(144)	(104)	(9)		
	(159)	(115)	(10)		
	54	38	3	11	4
	69	49	4		
	84	60	5		
500 × 600 ø 500	99	71	6		
	114	82	7		
	129	93	8		
	(144)	(104)	(9)		
	(159)	(115)	(10)		
	(174)	(126)	(11)		
600 × 700 ø 600	(189)	(137)	(12)	15	5
	(204)	(148)	(13)		
	70	50	3		
	90	65	4		
	110	80	5		
	130	95	6		
700 × 800 ø 700	150	110	7		
	170	125	8		
	(190)	(140)	(9)		
	(210)	(155)	(10)		
	(230)	(170)	(11)		
	(250)	(185)	(12)	15	5
700 × 800 ø 700	(270)	(200)	(13)		
	70	50	3		
	90	65	4		
	110	80	5		
	130	95	6		
	150	110	7		
700 × 800 ø 700	170	125	8		
	190	140	9		
	(210)	(155)	(10)		
	(230)	(170)	(11)		
	(250)	(185)	(12)		
	(270)	(200)	(13)		

⁴⁾ Siehe Tabelle 1

DIN 4141 Teil 14

Tabelle 3. (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6
Maße für A und D	Dicke des unbelasteten Lagers d	Elastomerdicke T	Anzahl der Elastomerschichten n	Elastomerschichtdicke t	Dicke der Bewehrungsbleche s
mm	mm	mm	—	mm	mm
800 × 800 ø 800	79	59	3	18	5
	102	77	4		
	125	95	5		
	148	113	6		
	171	131	7		
	194	149	8		
	(217)	(167)	(9)		
	(240)	(185)	(10)		
	(263)	(203)	(11)		
	(286)	(221)	(12)		
	(309)	(239)	(13)		
900 × 900 ø 900	79	59	3	18	5
	102	77	4		
	125	95	5		
	148	113	6		
	171	131	7		
	194	149	8		
	217	167	9		
	(240)	(185)	(10)		
	(263)	(203)	(11)		
	(286)	(221)	(12)		
	(309)	(239)	(13)		
	(332)	(257)	(14)		

Tabelle 4. Regellagergrößen, verankerte Lager (für $\sigma_m < 5,0 \text{ N/mm}^2$)⁴⁾

1	2	3	4	5	6
Maße für A und D	Dicke des unbelasteten Lagers d	Elastomerdicke T	Anzahl der Elastomerschichten n	Elastomerschichtdicke t	Dicke der Bewehrungsbleche s
mm	mm	mm	—	mm	mm
350 × 450	81	33	3	11	4
	96	44	4		
	111	55	5		
	126	66	6		
	(141)	(77)	(7)		
	(156)	(88)	(8)		
	(171)	(99)	(9)		
400 × 500 ø 400	81	33	3	11	4
	96	44	4		
	111	55	5		
	126	66	6		
	141	77	7		
	(156)	(88)	(8)		
	(171)	(99)	(9)		
	(186)	(110)	(10)		
	(201)	(121)	(11)		
450 × 600 ø 450	81	33	3	11	4
	96	44	4		
	111	55	5		
	126	66	6		
	141	77	7		
	156	88	8		
	(171)	(99)	(9)		
	(186)	(110)	(10)		
	(201)	(121)	(11)		
	(216)	(132)	(12)		

⁴⁾ Siehe Tabelle 1

Tabelle 4. (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6
Maße für A und D	Dicke des unbe- lasteten Lagers d	Elastomer- dicke T	Anzahl der Elastomerschichten n	Elastomer- schichtdicke t	Dicke der Bewehrungsbleche s
mm	mm	mm	—	mm	mm
500 × 600 ø 500	81	33	3	11	4
	96	44	4		
	111	55	5		
	126	66	6		
	141	77	7		
	156	88	8		
	171	99	9		
	(186)	(110)	(10)		
	(201)	(121)	(11)		
	(216)	(132)	(12)		
	(231)	(143)	(13)		
600 × 700 ø 600	95	45	3	15	5
	115	60	4		
	135	75	5		
	155	90	6		
	175	105	7		
	195	120	8		
	(215)	(135)	(9)		
	(235)	(150)	(10)		
	(255)	(165)	(11)		
	(275)	(180)	(12)		
700 × 800 ø 700	95	45	3	15	5
	115	60	4		
	135	75	5		
	155	90	6		
	175	105	7		
	195	120	8		
	215	135	9		
	(235)	(150)	(10)		
	(255)	(165)	(11)		
	(275)	(180)	(12)		
	(295)	(195)	(13)		
	(315)	(210)	(14)		
800 × 800 ø 800	104	54	3	18	5
	127	72	4		
	150	90	5		
	173	108	6		
	196	125	7		
	219	144	8		
	242	162	9		
	(265)	(180)	(10)		
	(288)	(198)	(11)		
	(311)	(216)	(12)		
	(334)	(234)	(13)		
900 × 900 ø 900	104	54	3	18	5
	127	72	4		
	150	90	5		
	173	108	6		
	196	126	7		
	219	144	8		
	242	162	9		
	265	180	10		
	(288)	(198)	(11)		
	(311)	(216)	(12)		
	(334)	(234)	(13)		
	(357)	(252)	(14)		
	(380)	(270)	(15)		

DIN 4141 Teil 14

Tabelle 5. Zulässige Pressungen und Drehwinkel

1	2	3	4		5
Maße für A und D	Elastomer- schichtdicke t	Mittlere Lagerpressung σ_m	Drehwinkel α je Elastomerschicht bei Drehwinkelachse		
			parallel zur größeren Grundrißseite	parallel zur kleineren Grundrißseite	
mm	mm	N/mm ²	arc	arc	
100 × 100	5	10,0	0,0040	0,0040	
100 × 150	5	10,0	0,0040	0,0030	
150 × 200	5	10,0	0,0030	0,0030	
200 × 250	8	12,5	0,0030	0,0025	
200 × 300	8	12,5	0,0030	0,0020	
200 × 400	8	12,5	0,0030	0,0012	
250 × 400	8	12,5	0,0025	0,0012	
300 × 400	8	15,0	0,0020	0,0012	
350 × 450	11	15,0	0,0025	0,0020	
400 × 500	11	15,0	0,0020	0,0015	
450 × 600	11	15,0	0,0020	0,0012	
500 × 600	11	15,0	0,0020	0,0012	
600 × 700	15	15,0	0,0020	0,0015	
700 × 800	15	15,0	0,0020	0,0012	
800 × 800	18	15,0	0,0020	0,0020	
900 × 900	18	15,0	0,0015	0,0015	
Ø 200	8	10,0		0,0040	
Ø 250	8	12,5		0,0040	
Ø 300	8	12,5		0,0030	
Ø 350	11	12,5		0,0040	
Ø 400	11	15,0		0,0030	
Ø 450	11	15,0		0,0030	
Ø 500	11	15,0		0,0020	
Ø 600	15	15,0		0,0020	
Ø 700	15	15,0		0,0020	
Ø 800	18	15,0		0,0020	
Ø 900	18	15,0		0,0015	

Zitierte Normen und andere Unterlagen

- DIN 4141 Teil 1 Lager im Bauwesen; Allgemeine Regelungen
DIN 4141 Teil 2 Lager im Bauwesen; Lagerung für Ingenieurbauwerke im Zuge von Verkehrswegen (Brücken)
DIN 4141 Teil 3 Lager im Bauwesen; Lagerung für Hochbauten
DIN 4141 Teil 4 (z. Z. Entwurf) Lager im Bauwesen; Transport, Zwischenlagerung und Einbau
DIN 17 100 Allgemeine Baustähle; Gütenorm
DIN 18 200 Überwachung (Güteüberwachung) von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten; Allgemeine Grundsätze
DS 804 Vorschrift für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke (VEI)⁵⁾
Richtlinien für die Güteüberwachung von bewehrten Elastomerlagern im Rahmen der Eigenüberwachung und der Fremdüberwachung
Runderlaß des Ministers für Landes- und Stadtentwicklung Nordrhein-Westfalen: Überwachung der Herstellung von Baustoffen und Bauteilen; Einheitliche Überwachungszeichen

Erläuterungen

DIN 4141 Teil 14 richtet sich – wie vorher die Besonderen Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen – an die am Bau Beteiligten. Die speziellen Regelungen der Güteüberwachung werden in einem separaten Teil der Normen der Reihe DIN 4141 abgehandelt. Entsprechend wurde auch schon bisher verfahren. Die Güteüberwachungsregelungen interessieren im Detail nur die Überwachungsstellen und die Lagerhersteller, so daß es sinnvoll ist, diese Norm damit nicht zu belasten.

Zu Abschnitt 1 Anwendungsbereich

Temperaturen, wie sie im Brückenbau unter Umständen auftreten können, sind jedoch für das Lager unschädlich. Niedrige Temperaturen führen zu einer Versteifung der Lager dermaßen, daß unterhalb von – 30 °C Bewegungen nicht mehr ohne besonderen Nachweis aufnehmbar sind.

⁵⁾ Zu beziehen bei der Drucksachenverwaltung der Deutschen Bundesbahn, Hintern Hauptbahnhof 2a, 7500 Karlsruhe

Die Abhängigkeit des Schubmoduls als der hierfür maßgebenden Größe zeigt für instationäre Verformung einen nahezu konstanten Verlauf bis etwa -30°C und bei weiterer Abkühlung eine fast sprunghafte Erhöhung, so daß bei -40°C bereits der 6fache Wert registriert wird (Übergang in einen glasartigen Zustand; vergleiche z. B. „Lager im Bauwesen“, Verlag Ernst & Sohn, 1974, Seite 138, Bild 4.129).

Zu Abschnitt 2 Begriffe und Formelzeichen

Die bislang schon in den Zulassungen üblichen Begriffe und Formelzeichen wurden, soweit sie mit den für DIN-Normen allgemein und speziell in DIN 4141 Teil 1 bis Teil 3 bereits festgelegten Regelungen korrespondieren, beibehalten.

Zu Abschnitt 3 Bauliche Durchbildung

Eine Erweiterung gegenüber den Zulassungen betrifft der ausdrückliche Hinweis auf die Zulässigkeit von Bohrungen (vergleiche auch Abschnitt 5.1).

Zu den Bildern 1 und 2, Randabstand r

Die angegebene Ungleichung $\frac{t}{2} \geq r \geq 2,5\text{ mm}$ ist eine Bandbreitenangabe, innerhalb der der Abstand gewählt werden darf.

Für den unteren Wert von $t = 5\text{ mm}$ erhält man genau $r = 2,5\text{ mm}$ als planmäßige Überdeckung, für die sich die Toleranz nach den Güteüberwachungsrichtlinien in der in Bearbeitung befindlichen Norm richtet.

Zu Abschnitt 4.1 Elastomer

Die Einschränkung auf Polychloropren-Kautschuk ist auch eine Voraussetzung für die Ausführungen zu Abschnitt 1.

Zu Abschnitt 5 Zulässige Beanspruchungen/Statischer Nachweis

Eine genaue Berechnung des Zwischenbauteils „Gummilager“ verbietet sich schon deshalb, weil die dafür wesentlichen Eigenschaften des Materials stark streuen. Der Abschnitt 5 enthält die einfachen, auf der sicheren Seite liegenden, seit langem üblichen Berechnungsgrundsätze. Wenn alle Beanspruchungen (Druck, Verschiebung, Verdrehung) voll ausgenutzt werden, liegt die noch vorhandene Sicherheit im Rahmen des bei anderen tragenden Bauteilen Üblichen. Bei genauerem Nachweis in Sonderfällen läßt sich aufgrund dieser Erkenntnis sicher ab und zu für eine Teilbeanspruchung ein größerer Wert rechtfertigen, etwa auf der Basis von Versuchen, von „genaueren“ nicht linearen Theorien oder der sogenannten ORE-Formeln⁶⁾. Entsprechendes gilt bei von der Norm abweichenden Lagerformaten.

Zu Abschnitt 5.2 Beanspruchung rechtwinklig zur Lagerebene

Eine Erhöhung der zulässigen zentrischen Pressung bei Verformungsgleitlagern ist aus vorgenannten Gründen gerechtfertigt, weil eine Gleitschicht den Verschiebungseinfluß nahezu verschwinden läßt, so daß für einen anderen Teil – die Pressung – höhere Beanspruchungen zugestanden werden können bei unveränderter Gesamtsicherheit.

Für einseitig bewegliche Verformungsgleitlager gilt diese Überlegung dann, wenn die Schubverformung quer zur Gleitung ebenfalls sehr klein ist. Das Weitere regeln die Zulassungen.

Die Annahme einer im Schnitt parabelförmigen Druckspannungsverteilung – Parabel 2. Grades – ist auf der sicheren Seite im Vergleich zu Kurven höheren Grades. Rechnungen und Messungen haben bislang Druckverteilungen mit einem größeren Völligkeitsgrad ergeben.

Für Verformungsgleitlager sind übrigens derzeit noch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen erforderlich (Eine Norm über Verformungsgleitlager ist in Vorbereitung).

Zu Abschnitt 5.3 Beanspruchung parallel zur Lagerebene

Die Lager können Lasten rechtwinklig und parallel zur Lagerebene sowie gegenseitige Verdrehungen und Verschiebungen der Auflagerflächen aufnehmen. Aus der bisherigen Anwendungspraxis hat sich ergeben, daß es sich nicht lohnt, eine vermutlich genauere Berechnung dadurch zu erreichen, daß der bei Elastomeren vorhandene Kriecheinfluß mit einbezogen wird. Stattdessen wird – was technisch stets möglich ist – die planmäßige Aufnahme ständiger Beanspruchung in Lagerebene ausgeschlossen (siehe Abschnitt 5.3). Die so getroffenen Regelungen sind auf der sicheren Seite. Die unplanmäßigen geringen Beanspruchungen parallel zur Lagerebene infolge ständiger Abweichung der Lagerebene von der planmäßigen Lage, z. B. durch ungenauen Einbau oder durch die Bauwerkstoleranzen, sind dagegen zulässig (siehe Abschnitt 5.4). Bei statisch unbestimmten Systemen hat dies konsequenterweise zur Folge, daß mit veränderlicher Gliederung für ständige und nicht ständige Last gerechnet werden muß. Daß sich das Kriechverhalten nicht verändert, wird im übrigen indirekt im Rahmen der Güteüberwachung kontrolliert durch die sogenannte Identifikationsprüfung.

Für Lager mit $T > \frac{a}{3}$ bzw. $\frac{D}{3}$ werden keine Angaben gemacht. Solche Lager wurden bisher nicht untersucht, sie gehören auch nicht mehr zu den Regellagern der Tabellen 1 bis 5.

Werden in Sonderfällen solche Lager benötigt, so sind sie wie neue Bauarten zu behandeln, d. h. man benötigt für deren Verwendung eine Zustimmung im Einzelfall oder eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

Zu Abschnitt 5.3, Formel (5) und Abschnitt 5.4, Formeln (10) und (11)

Der Schubmodul ist ein Rechenwert, der merklich formabhängig ist und so definiert wurde, daß er als Ersatz für eine echte, nur vom Werkstoff abhängige Materialkenngröße in dem durch die Regellager und die Bemessungsgrenzen festgelegten Bereich verwendet werden kann. Die zulässige Abweichung bei einer versuchsmäßigen Überprüfung im Rahmen der Güteüberwachung beträgt $\pm 20\%$, woraus deutlich wird, daß es sich bei Verformungsberechnungen mit Hilfe des Schubmoduls stets nur um überschlägige Berechnungen handeln kann.

⁶⁾ Eggert, H.: Vorlesungen über Lager im Bauwesen, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin/München.

DIN 4141 Teil 14

Die im Vergleich zur Bauhöhe relativ großen Schubverformungen können in den Fällen, in denen die Lagerbedingungen einen großen Einfluß auf die Stabilität der Konstruktion haben können, etwa bei Pendelstützen, einen zunächst nicht vermuteten Einfluß haben, wobei nicht von vornherein klar ist, ob die Vernachlässigung auf der sicheren oder unsicheren Seite liegt, siehe z. B. W. Kanning, Elastomerlager für Pendelstützen..., „Der Bauingenieur“ 55 (1980), S. 455–460.

In dieser Norm wurde das Bauteil Verformungslager konsequent verformbaren Bauteilen aus anderen Baustoffen vergleichbar behandelt. Während in den bislang geltenden Zulassungsbescheiden Rückstellkräfte und -momente aus erzwungenen Verformungen, wenn sie statisch günstig wirkten, unberücksichtigt bleiben mußten, gibt es künftig diese oder eine damit vergleichbare Bestimmung nicht mehr. Auch die Norm DIN 1072 (z. Z. Entwurf) wird hierzu keinen Ersatz vorsehen, da Sicherheitslücken – etwa durch sonst unzureichend bemessene Unterbauten – nicht zu befürchten sind in Anbetracht anderer konservativer Festlegungen mit Auswirkungen an gleicher Stelle. Der Streuung in den Werkstoffeigenschaften des Elastomers, die Grund war für die seinerzeitige Festlegung, entsprechen vergleichbare Verhältnisse in anderen tragenden Werkstoffen.

Zu Abschnitt 5.6 Stauchung

Versuche zur quantitativen Erfassung der Stauchung einer gedrückten Elastomerschicht wurden an verschiedenen Versuchsanstalten durchgeführt, vergleiche z. B. die Ausführungen in „Lager im Bauwesen“ (1974) S. 205/206.

Jüngere Ergebnisse von systematischen Untersuchungen finden sich in dem Forschungsbericht „Auflagerausbildung bei Fertigteilen“ (1983, Technische Universität Braunschweig), des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Aktenzeichen B 15-80 01 80-22. Die dort angegebene empirische Formel vermittelt einen Eindruck von der Komplexität dieses, praktisch in der Regel unbedeutenden Problems:

$$f = t \cdot \frac{\sigma_m}{10 \cdot G \cdot S + 2 \cdot \sigma_m} \cdot \frac{1}{K_e} \cdot K_T \cdot K_Z \cdot K_u + \Delta t_0$$

S Formfaktor = $\frac{\text{gedrückte Fläche}}{\text{freie Fläche}}$

K Korrekturfaktor mit den Indizes für Einflüsse der Oberfläche (e), Temperatur (T), Zeit (Z) und Belastungswechsel (u)

Zu Abschnitt 7.3

Die Lager sind so anzuordnen, daß es sich bei einer Vernachlässigung von Einflüssen höherer Ordnung und ohne den Einfluß der Nutzlasten einschließlich Wind und Schnee um reine Drucklager handelt, und dies natürlich nur, was den planmäßigen Zustand angeht. Dies ist sowohl bei der Bemessung des Lagers (siehe Abschnitt 5.3) als auch bei der Herstellung der Auflagerflächen nach Abschnitt 7.3 zu beachten. Toleranzen des Zustands I. Ordnung (also die Ungenauigkeit der Herstellung) als auch die Einflüsse nach Theorie II. Ordnung (also die Verdrehungen aus den Bauwerksbeanspruchungen) werden hierbei nicht beachtet und im übrigen natürlich begrenzt, z. B. nach DIN 4141 Teil 4 (z. Z. Entwurf) und nach Abschnitt 5.4.

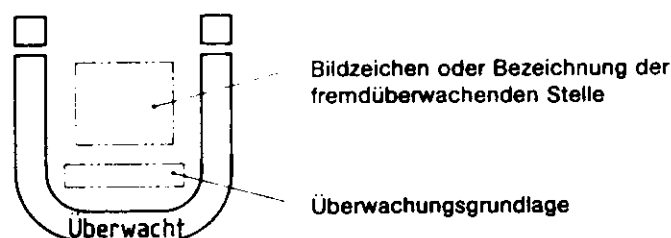
Zu Abschnitt 7.5

Die zulässige Druckspannung in der Mörtelfuge regelt DIN 1045/12.78, Abschnitt 17.3.4.

Zu Abschnitt 8.1 Kennzeichnung

Die Lagerkennzeichnung muß drei grundverschiedene Dinge ermöglichen:

- Es muß erkennbar sein, wer das Lager gefertigt hat, denn die Lager sehen im übrigen alle gleich aus. Dies wird durch das in Abschnitt 8.1 genannte Kennzeichen erreicht, das – wie bisher – vom Lagerhersteller entworfen wird und das sich auch bei den derzeit auf dem Markt befindlichen Lagern nicht ändern wird. Die „Vergabe“ durch die MPA bedeutet das Einverständnis zwischen Überwacher und Überwachtem nach erfolgter Erstprüfung. Ein beim Institut für Bautechnik nicht registriertes Kennzeichen ist in diesem Sinne nicht vergeben worden und entspricht auch nicht der Norm. Bei mißbräuchlicher Verwendung kann dieses Zeichen natürlich auch entzogen werden.
- Aus dem Äußeren des Lagers ist allenfalls für Experten sichtbar, für welche Beanspruchungen usw. das Lager bemessen ist. Nach DIN 4141 Teil 1/09.84, Abschnitt 7.3, ist das Lager deshalb mit den wichtigsten Informationen auszustatten, vergleiche auch Fußnote 4.
- Aufgrund von behördlich erlassenen Vorschriften ist die laufende Überwachung durch das Überwachungskennzeichen zu dokumentieren.



Die Anforderungen nach den Aufzählungen a), b) und c) können natürlich auch in einer einzigen Kennzeichnung vereinigt werden, was im einzelnen hier nicht geregelt werden muß.

Internationale Patentklassifikation

E 04 B 1/36

E 01 D 19/04

– MBl. NW. 1988 S. 478.

232340**DIN 4126 – Ortbeton-Schlitzwände;
Konstruktion und Ausführung**

RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung,
Wohnen und Verkehr v. 15. 3. 1988 –
V B 4 – 470.117

1 Die Norm**DIN 4126** (Ausgabe August 1986)– Ortbeton-Schlitzwände; Konstruktion und
Ausführung –

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung
(BauO NW) als technische Baubestimmung bauauf-
sichtlich eingeführt.

Die Ausgabe August 1986 der Norm DIN 4126 ersetzt
die Ausgabe Januar 1984, welche als Vornorm ver-
öffentlicht war.

Anlage

Die Norm ist als Anlage abgedruckt.

**2 Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW einge-
führten technischen Baubestimmungen – Anlage zum
RdErl. v. 22. 3. 1985 (SMBI. NW. 2323) – ist wie folgt zu
ergänzen:****2.1 im Verzeichnis der Baubestimmungen****DIN 4126 Abschnitt 5.1****2.2 in Abschnitt 5.1****Spalte 1: 4126****Spalte 2: August 1986****Spalte 3: Ortbeton-Schlitzwände;
Konstruktion und Ausführung****Spalte 4: 15. 3. 1988****Spalte 5: MBI. NW. S. 492/
SMBI. NW. 232340****Spalte 6: x**

DK 624.137.7 : 692.2-033.3 : 620.1

DEUTSCHE NORM

August 1986

	Ortbeton-Schlitzwände Konstruktion und Ausführung	DIN 4126
--	---	---------------------------

In situ concrete diaphragm walls; design and construction

Ersatz für Ausgabe 01 84

Rideaux souterrains en béton coulé sur place; conception et exécution

Planung, deren Prüfung und die Ausführung von Schlitzwänden erfordern gründliche Kenntnisse und Erfahrungen in dieser Bauart. Mit der Herstellung von Schlitzwänden dürfen deshalb nur solche Unternehmen betraut werden, die diese Voraussetzungen erfüllen und eine fachgerechte Ausführung sicherstellen. Dazu gehören eine sorgfältige Arbeitsvorbereitung und der Einsatz der notwendigen Spezialgeräte sowie zuverlässiger Führungskräfte (Bauleiter, Poliere, Geräteführer usw.), die bereits bei Arbeiten zur Herstellung von Schlitzwänden mit Erfolg tätig waren und ausreichende Kenntnisse für die ordnungsgemäße Ausführung solcher Arbeiten besitzen. Für die ausschlaggebenden Arbeiten darf nur geschultes Fachpersonal herangezogen werden.

Inhalt

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1 Anwendungsbereich und Zweck | 8 Bauliche Durchbildung |
| 2 Formelzeichen | 9 Standsicherheit |
| 3 Begriffe | Anhang A Mustervordruck für das Herstellen von Ortbeton-Schlitzwänden |
| 4 Bautechnische Unterlagen | Anhang B Kugelhärfengerät zur Bestimmung der Fließgrenze |
| 5 Bauleitung | Zitierte Normen und andere Unterlagen |
| 6 Baustoffe | Erläuterungen |
| 7 Bauausführung | |

DIN 4126

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für vertikale Ortbeton-Schlitzwände mit einer Mindestnenndicke von 40 cm. Sie soll der Vereinheitlichung der Konstruktion und Ausführung von Schlitzwänden dienen. Diese Schlitzwände können als Teile einer Baukonstruktion einen bleibenden oder – z. B. als Baugrubenwände – einen vorübergehenden Zweck haben. In beiden Fällen können sie eine tragende oder dichtende oder eine tragende und dichtende Funktion ausüben. Als tragende Konstruktion sind sie nicht nur zur Aufnahme von normal zur Wandfläche wirkenden horizontalen Erd- und Wasserlasten, sondern auch zur Aufnahme von parallel zu der Wand wirkenden Lasten, wie z. B. zur Übertragung vertikaler Lasten auf den Boden, geeignet. Schlitzwände werden durch Aneinanderreihen von Schlitzwandelementen, die auch T-, I- oder andere Grundrißformen besitzen können, gebildet.

2 Formelzeichen

Nr	Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
1	A	Eindringfläche der stützenden Flüssigkeit	m^2	siehe Bild 3
2	A_F	Flankenfläche des Bruchkörpers	m^2	siehe Bild 7
3	A_s	Eindringfläche der stützenden Flüssigkeit im Erddruckkeil	m^2	siehe Bild 3
4	c	Kohäsion	kN/m^2	
5	d	Korngröße	mm	
6	d_a	Ausbruchdicke des Schlitzwandelements	cm	siehe Bild 1
7	d_n	Nenndicke des Schlitzwandelements	cm	Breite des Aushubwerkzeugs siehe Bild 1
8	d_s	Nenndurchmesser eines Bewehrungsstabes	mm	
9	d_{10}	maßgebende Korngröße	mm	siehe Abschnitt 3.10
10	e_1	lichte Durchflußweite zur Sicherung der Betondeckung	cm	siehe Abschnitt 8.2
11	e_2	lichter Abstand der Bewehrungsstäbe	cm	siehe Abschnitt 8.3
12	E	Erddruckkraft	kN	
13	f_{s0}	Druckgefälle	kN/m^3	siehe Abschnitt 3.11 Volumenkraft der stützenden Flüssigkeit auf dem Boden
14	g	Tongehalt	kg/m^3	Volumenbezogener Massenanteil des Tons in der stützenden Flüssigkeit
15	g_{15}	Tongehalt	kg/m^3	siehe DIN 4127, Ausgabe August 1986 Abschnitt 3.6
16	G	Eigenlast des Bruchkörpers	kN	
17	h	Wandhöhe des Schlitzwandelements	m	siehe Bild 1
18	h_1, h_2	Flüssigkeitshöhen	m	siehe Bild 2
19	K_0	Beiwert des Erdruhedrucks	1	
20	l_E	Länge des Schlitzwandelements	m	Achsabstand der Abstellkonstruktionen siehe Bild 1
21	l_s	Schlitzlänge	m	siehe Bild 6
22	n	Porenanteil	1	
23	p	Verkehrslast	kN/m^2	

Nr	Formelzeichen	Benennung	Einheit	Bemerkungen
24	p_1, p_2	Flüssigkeitsdrücke am Anfang bzw. Ende der Eindringtiefe	kN/m ²	siehe Bild 2
25	Δp	Druckdifferenz längs der Eindringtiefe	kN/m ²	$\Delta p = p_1 - p_2$ siehe Bild 2
26	Q	Resultierende auf die Gleitfläche des Bruchkörpers	kN	
27	s	Eindringtiefe der stützenden Flüssigkeit	m	siehe Bild 2
28	S	Stützkraft	kN	
29	S_H	hydrostatische Druckkraft der stützenden Flüssigkeit	kN	
30	t	Tiefe des Schlitzwandelements	m	siehe Bild 1
31	t_a	Aushubtiefe	m	siehe Bild 7
32	T	Schubkraft in der Flankenfläche des Bruchkörpers	kN	siehe Bild 7
33	W	Druckkraft des Wassers	kN	
34	γ_F	Wichte der stützenden Flüssigkeit	kN/m ³	
35	γ_s	Kornwichte	kN/m ³	
36	γ_w	Wichte des Wassers	kN/m ³	
37	γ'	Wichte des Bodens unter Auftrieb	kN/m ³	
38	γ''	Wichte des Bodens unter Auftrieb der stützenden Flüssigkeit	kN/m ³	
39	η	Sicherheitsbeiwert	1	
40	η_K	Kraftsicherheitsbeiwert	1	
41	η_ϕ	Sicherheitsbeiwert bezogen auf Scherparameter	1	
42	δ_a	Gleitflächenwinkel für aktiven Erddruck	Grad	
43	ρ	Dichte	t/m ³	
44	ρ_F	Dichte der stützenden Flüssigkeit	t/m ³	
45	ρ_s	Korndichte	t/m ³	
46	σ_y	Normalspannung	kN/m ²	
47	τ	Schubspannung in der Flankenfläche des Bruchkörpers	kN/m ²	siehe Bild 7
48	τ_F	Fließgrenze	N/m ²	siehe Abschnitt 3.6
49	φ	innerer Reibungswinkel des Bodens	Grad	

3 Begriffe

3.1 Ortbeton-Schlitzwand

Eine Ortbeton-Schlitzwand ist eine Wand aus Beton oder Stahlbeton, die in flüssigkeitsgestützten Schlitzten im Boden nach dem Kontraktorverfahren erstellt wird.

3.2 Kontraktorverfahren

Kontraktorverfahren ist ein Verfahren zum Einbau von Beton unter stützender Flüssigkeit (oder unter Wasser, siehe auch DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitte 6.5.7.7 und 10.4). Dabei wird der Beton ohne Verunreinigung durch

DIN 4126

die stützende Flüssigkeit und ohne Entmischung durch ein Schüttrohr oder Pumprohr eingebracht, das in den bereits eingebrachten Beton so tief eintaucht, daß die Betonsäule im Rohr nicht abreißt und die stützende Flüssigkeit nicht in das Rohr eindringen kann.

3.3 Schlitzwandelement

Ein Schlitzwandelement ist eine Betoniereinheit bei der Schlitzwandherstellung. Die Schlitzwandelemente werden in der Regel durch Abstellkonstruktionen voneinander getrennt. Die Abmessungen der Schlitzwandelemente werden wie folgt benannt (siehe Bild 1):

- d_n Nenndicke (Breite des Aushubwerkzeugs)
- d_a Ausbruchdicke
- l_F Länge (Achsabstand der Abstellkonstruktionen)
- t Tiefe
- h Wandhöhe

3.4 Leitwand

Eine Leitwand ist ein am Ort hergestelltes oder vorgefertigtes Hilfskonstruktionsteil, z. B. aus Beton, Holz oder Stahl, welches im Bereich der Geländeoberfläche gleichlaufend zu den Längsseiten der auszuhebenden Schlitz angeordnet wird, um beim Schlitzaushub eine Führung für das Aushubwerkzeug zu geben und den Rand des Schlitzes vor Nachbruch im Bereich des schwankenden Spiegels der stützenden Flüssigkeit zu sichern (siehe Bild 1).

3.5 Stützende Flüssigkeit

Eine stützende Flüssigkeit ist eine Suspension (Aufschlämmung) von sehr feinkörnigen, festen Stoffen, vorzugsweise von Bentoniten oder anderen ausgeprägt plastischen Tonen, in Wasser, welche im frischen Zustand die Anforderungen nach DIN 4127, Ausgabe August 1986, Abschnitt 5

erfüllt und während des Bodenaushubs und des Betonierens die Wandungen des Schlitzes stützt.

3.6 Fließgrenze τ_F

Die Fließgrenze τ_F ist die Scherspannung, ab der in einer stützenden Flüssigkeit Fließen eintritt (siehe DIN 4127, Ausgabe August 1986, Abschnitte 3.2 und 6.2).

3.7 Zusatzmittel

Zusatzmittel sind chemisch wirksame Stoffe, die der stützenden Flüssigkeit mit dem Zweck beigegeben werden, deren mechanische Eigenschaften, vorzugsweise das Fließ-, Eindringungs- und Stabilitätsverhalten, zu verändern.

3.8 Füllstoffe

Füllstoffe sind chemisch nicht wirksame Stoffe, die der stützenden Flüssigkeit planmäßig mit dem Zweck beigegeben werden, vorzugsweise deren Dichte und Eindringungsverhalten zu verändern.

3.9 Homogenisieren

Homogenisieren ist das Durchrühren der stützenden Flüssigkeit im Schlitz mit dem Zweck, aufgetretene Entmischungen rückgängig zu machen.

3.10 Maßgebende Korngröße

Die maßgebende Korngröße eines Bodens ist die Korngröße d_{10} , die der Ordinate 10% Massenanteil des Siebdurchgangs der Körnungslinie entspricht.

3.11 Druckgefälle

Das Druckgefälle f_{50} einer im Porenraum eines Bodens zum Stillstand gekommenen stützenden Flüssigkeit ist das Verhältnis des längs der Eindringtiefe s an das Korngerüst

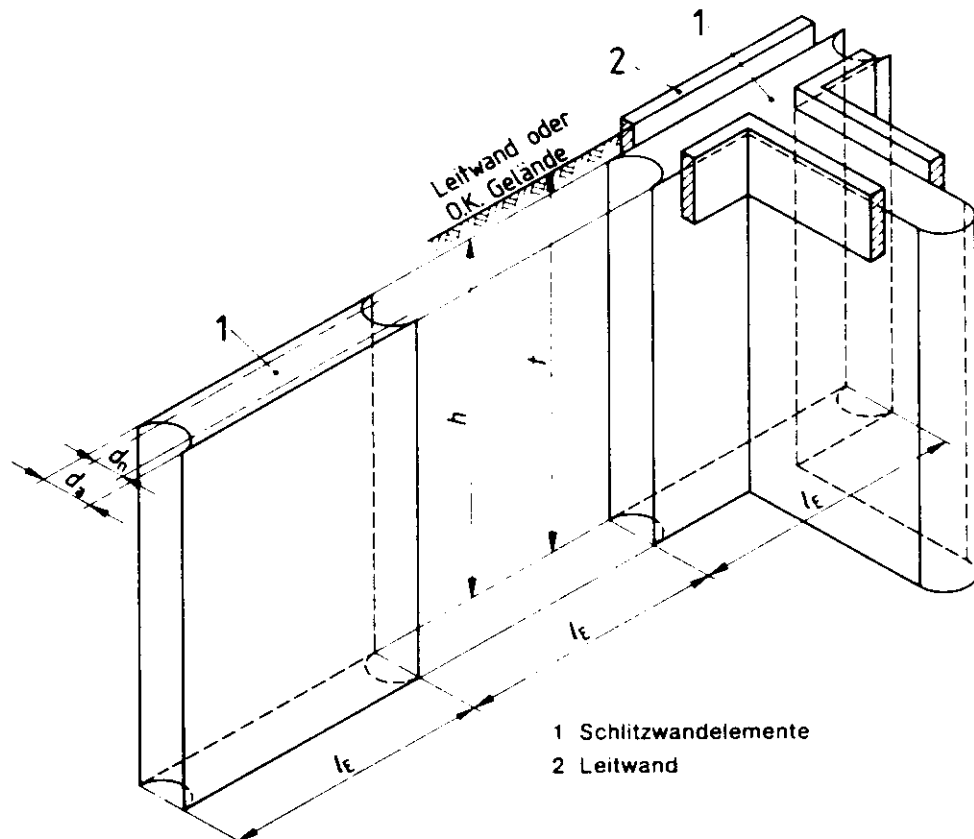


Bild 1. Schlitzwandelemente und Leitwände

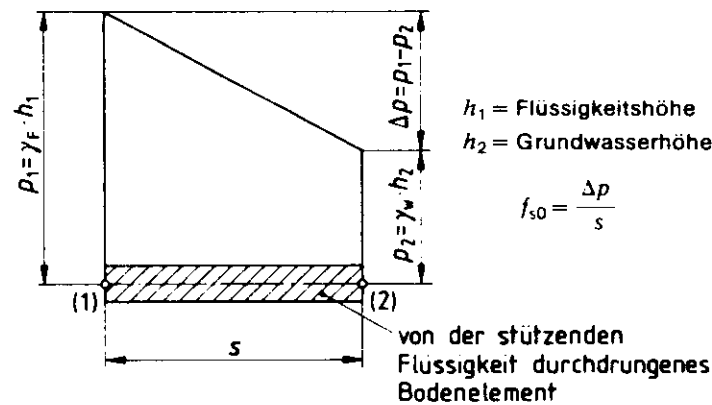


Bild 2. Verlauf des Flüssigkeitsdruckes entlang der Eindringtiefe s und Berechnung der Druckdifferenz Δp

abgegebenen Flüssigkeitsdruckes Δp zur Eindringtiefe s der Flüssigkeit:

$$f_{s0} = \frac{\Delta p}{s} \quad (1)$$

Der längs der Eindringtiefe s an das Korngerüst abgegebene Flüssigkeitsdruck $\Delta p = p_1 - p_2$ ist nach Bild 2 die Differenz der am Anfang (1) und am Ende (2) der Eindringtiefe im Porenraum herrschenden Flüssigkeitsdrücke.

Die Größe f_{s0} stellt gleichzeitig die Kraft dar, die die stützende Flüssigkeit auf eine Volumeneinheit des Bodens in ihrem Eindringbereich am Ende des Strömungsvorgangs ausübt.

3.12 Stützkraft

Die Stützkraft S ist der Anteil der hydrostatischen Druckkraft S_H der stützenden Flüssigkeit, der für die Stützung des ungünstigsten Gleitkörpers verfügbar bleibt (Grenzfälle siehe Bild 3).

4 Bautechnische Unterlagen

Für die Konstruktion und Ausführung von Schlitzwänden sind folgende Angaben und Unterlagen erforderlich:

- Angaben über den Baugrund (siehe DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 3.2), insbesondere
 - Korngrößenverteilung (vor allem aus allen grobkörnigen Schichten, die Verluste an stützender Flüssigkeit nach Abschnitt 9.1.3 erwarten lassen), Porenanteil, Dichte und Scherparameter der anstehenden Böden. Die Scherparameter für den Nachweis der Sicherheit gegen den Schlitz gefährdende Gleitflächen im Boden nach Abschnitt 9.1.4 sind mit Rücksicht auf den kurzzeitigen Bauzustand gesondert anzugeben,
 - betonangreifendes Verhalten und chemische Bestandteile (nach Abschnitt 6.1.5) der anstehenden Böden,
 - Grundwasserverhältnisse,
 - betonangreifendes Verhalten und chemische Bestandteile (nach Abschnitt 6.1.5) des Grundwassers,
 - natürliche oder künstliche Hohlräume (z. B. stillgelegte Kanäle) im Bereich der Wände,
 - Hindernisse, z. B. Mauerwerk, Holzpfeiloste, Verpreßanker, Reste früherer Bauhilfsmaßnahmen, Injektionen
- Angaben über Lage und Art der benachbarten Bebauung und deren Gründung (Baugrund, Belastung und Standsicherheitsnachweis).

- Standsicherheitsnachweise nach Abschnitt 9 unter Beachtung der Bauzustände für die erhärtete Wand und die mit stützender Flüssigkeit gefüllten Schlitzte.
- Ausführungszeichnungen der Schlitzwand. Aus ihnen muß die Lage der Fugen, die Art der Fugenherstellung, Anforderungen an die Schweißbarkeit, die über DIN 1045 und DIN 4099 hinausgehen, und – im Falle von Schlitzwänden neben baulichen Anlagen – die Reihenfolge des Aushubs und des Betonierens der einzelnen Elemente ersichtlich sein.
- Angaben über die erforderlichen Eigenschaften der stützenden Flüssigkeit und das Ergebnis der Eignungsprüfung (siehe Abschnitt 6.1).

5 Bauleitung

Während der Bauarbeiten muß der verantwortliche Bauleiter oder sein fachkundiger Vertreter auf der Baustelle anwesend sein. Über den Ablauf der Arbeiten sind fortlaufend Aufzeichnungen in nachweisbarer Form zu führen (siehe Anhang A). Die Vordrucke sind für jedes Schlitzwandelement am Tag seiner Fertigstellung (Ende des Betonierens) vom verantwortlichen Bauleiter zu unterschreiben.

6 Baustoffe

6.1 Stützende Flüssigkeiten

6.1.1 Allgemeine Anforderungen

Zur Stützung der Schlitzte sind alle Flüssigkeiten geeignet, die im frischen Zustand bei der Eignungsprüfung nach DIN 4127 den dort geforderten Bedingungen genügen.

6.1.2 Schlitzwandtone nach DIN 4127

Die Eignungsprüfung nach DIN 4127 obliegt im Rahmen der dort geforderten Güteüberwachung dem Lieferanten des Schlitzwandtons. Bei loseem Schlitzwandton ist die wetterfeste Kopie des Lieferscheins nach DIN 4127, Ausgabe August 1986, Abschnitt 8 vom Hersteller der Schlitzwände am Baustellensilo zu befestigen.

6.1.3 Örtliche Tone, andere Substanzen und Zugabe von Zusatzmitteln

Die Eignungsprüfung nach DIN 4127 ist unter Einschluß der Zusatzmittel vom Hersteller der Schlitzwände vor Beginn der Bauarbeiten durchzuführen. Ihr Ergebnis muß auf der Baustelle vorliegen. Die zur Eignungsprüfung verwendeten Proben müssen repräsentativ für das Vorkommen sein, gegebenenfalls sind Eignungsprüfungen an mehreren Proben durchzuführen.

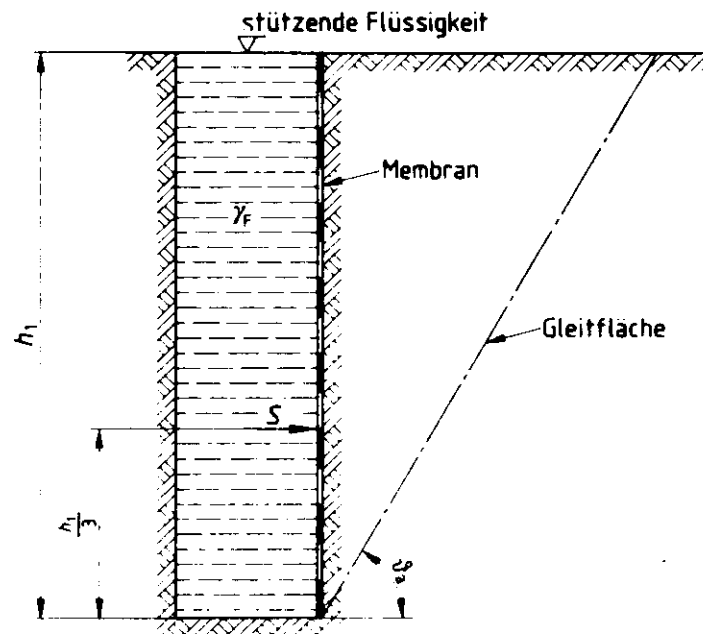
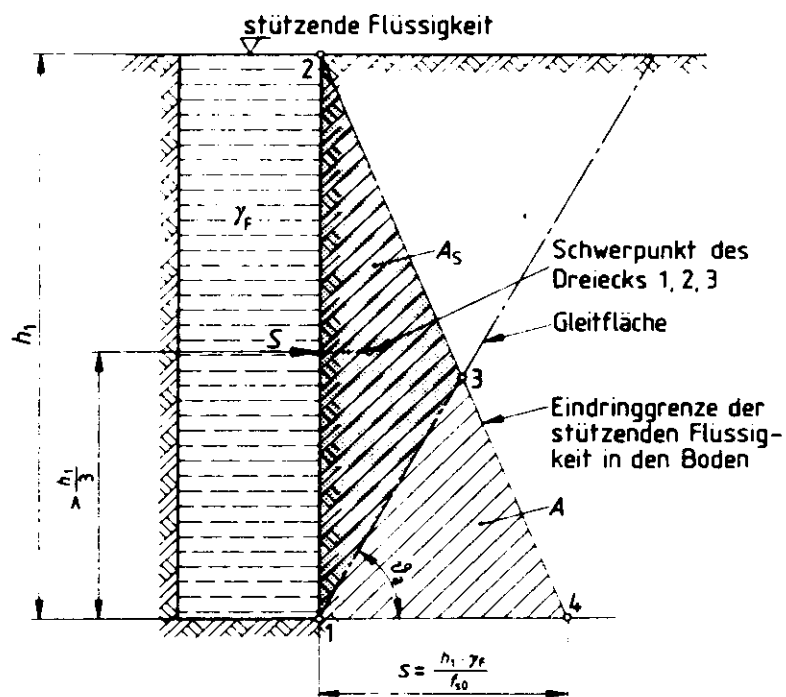
a) $f_{s0} \rightarrow \infty$ $S = S_H$ (Membranwirkung)b) $0 < f_{s0} < \infty$ $S = S_H \cdot \frac{A_S}{A}$ (Strömungskraft im Gleitkörper am Ende des Strömungsvorgangs) mit A_S Fläche des Dreiecks 1, 2, 3 A Fläche des Dreiecks 1, 2, 4

Bild 3. Grenzfälle der Stützwirkung

6.1.4 Beschwerte stützende Flüssigkeiten

Die Dichte der stützenden Flüssigkeiten kann durch Füllstoffe (wie Steinmehl, Schwerspatmehl, Eisenerzmehl, Sand und ähnlichem) planmäßig erhöht werden. Die größte Korngröße d dieser Füllstoffe mit der Kornwichte γ_s soll im frischen Zustand den Wert

$$d = 0,7 \frac{\gamma_F}{\gamma_s - \gamma_F} \quad (2)$$

nicht übersteigen.

Die beschwerte stützende Flüssigkeit muß im frischen Zustand die Bedingungen nach DIN 4127, Ausgabe August 1986, Abschnitt 5 erfüllen. Die Eignungsprüfung obliegt dem Hersteller der Schlitzwände. Für die Füllstoffe selbst ist darüber hinausgehend keine Eignungsprüfung erforderlich.

6.1.5 Besondere Einflüsse auf stützende Flüssigkeiten

Die mechanischen Eigenschaften aller stützenden Flüssigkeiten hängen in hohem Maße von der Art und der Konzentration der in der stützenden Flüssigkeit vorhandenen Elektrolyte ab. Daher sind stets zusätzlich gesonderte Eignungsprüfungen durchzuführen, wenn die stützenden Flüssigkeiten aus verunreinigten Wässern hergestellt werden sollen oder die Schlitzwand in Böden oder Grundwässern auszuführen ist, die chemische Bestandteile enthalten, die die mechanischen Eigenschaften der stützenden Flüssigkeit nachteilig verändern können. Hierzu gehören auch chemisch abgedichtete oder verfestigte Böden. DIN 4127 ist in solchen Fällen sinngemäß anzuwenden. Es kann dann zweckmäßig sein, in die Eignungsprüfungen den Zusatz von Chemikalien einzubeziehen, die die stützende Flüssigkeit gegen den Einfluß der schädigenden Chemikalien unempfindlicher machen. Die Eignungsprüfung obliegt dem Hersteller der Schlitzwände.

6.2 Beton und Stahlbeton

Für die Herstellung von Beton und Stahlbeton gilt DIN 1045, soweit in dieser Norm nichts anderes bestimmt ist. DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 10.4, Absatz 1 ist nicht anzuwenden. Der im Kontraktorverfahren eingebrachte Beton darf für Bauhilfskonstruktionen abweichend von der in DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 6.5.7.1 für Unterwasserbeton getroffenen Regelung unter den Bedingungen für Beton B I (siehe DIN 1045) hergestellt werden, sofern DIN 1045 nicht aus anderen Gründen die Anwendung von B II vorschreibt.

Das Größtkorn des Betonzuschlags ist gegebenenfalls auf 32 mm zu begrenzen (siehe Tabelle 1). Der Betonzuschlag ist stets nach mindestens drei Korngruppen zu trennen, eine davon muß im Bereich 0 bis 2 mm liegen. Zur Verringerung der Neigung zum Entmischen soll bei Stahlbetonwänden die Sieblinie des Zuschlaggemisches im oberen Drittel zwischen A und B verlaufen. Unstetiger Kornaufbau ist zu vermeiden. Ebenfalls zur Verringerung der Neigung zum Entmischen ist in der Regel ein Zementgehalt von mindestens 350 kg/m³ vorzusehen (siehe DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 6.5.7.7). Der Zementgehalt darf verringert werden, wenn dieser Zweck durch andere Maßnahmen (Zugabe von Traß, Flugasche oder ähnlichem; bei unbewehrten Dichtungswänden oder Bauhilfskonstruktionen, besonders bei solchen mit vorgeschriebener niedriger Festigkeit, auch Tonmehl) erreicht wird, ohne daß sich die Eigenschaften des erhärteten Betons unzulässig ändern. In diesen Fällen darf der Wassermenge abweichend von DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 6.5.7.7 größer als 0,60 sein.

Bei Verwendung von Fließbeton ist auf eine ausreichend lange verflüssigende Wirkung des Fließmittels besonders zu achten (siehe hierzu Abschnitt 7.5 und Richtlinien für

die Herstellung und Verarbeitung von Fließbeton, Fassung Mai 1974, Abschnitt 2.1.1, Absatz 3).

Schlitzwände für dauernde Zwecke in sehr stark betonangreifenden Wässern und Böden nach DIN 4030 sind ohne besondere Schutzmaßnahmen unzulässig.

7 Bauausführung

7.1 Leitwände

Die Tiefe der Leitwände richtet sich nach den Betriebschwankungen des Flüssigkeitsspiegels, der seitlichen Belastung und der Tiefe eventuell vor Beginn der Schlitzwandarbeit zu beseitigender Leitungen oder Hindernisse. Sie liegt in der Regel zwischen 0,7 und 1,5 m.

Leitwände müssen entweder in sich standsicher oder abgesteift sein. Nachbarfundamente oder Kellerwände sind als Leitwände zulässig, wenn sie in hierfür ausreichendem Zustand sind und den Flüssigkeitsdruck aufnehmen können. Bei unbewehrten Schlitzwänden kann auf Leitwände verzichtet werden, wenn ein Leitgraben mit verfestigten Böschungen vorgesehen wird, die Führung des Aushubgerätes auf andere Weise sichergestellt ist und keine Lasten die Standsicherheit der Böschung gefährden.

7.2 Aushub

Bei der Planung von Schlitzwänden sind nur die Aushubwerkzeugbreiten 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150, 200 cm zu berücksichtigen. Während des Aushubs und der anschließenden Arbeiten bis zum Betonierende darf der Flüssigkeitsspiegel nicht unter den statisch notwendigen Stand (siehe Abschnitt 9.1) und nicht unter Unterkante Leitwand absinken. Durch Messungen ist nachzuweisen, daß die für die Standsicherheit notwendigen Werte der Fließgrenze und Dichte der stützenden Flüssigkeit (siehe Abschnitt 9.1) nicht unterschritten werden. Die Fließgrenze ist nach DIN 4127 oder mit dem Kugelhärfengerät nach Anhang B zu messen. Die Prüftemperatur muß abweichend von DIN 4127 der Temperatur der stützenden Flüssigkeit im Schlitz entsprechen.

Die Zeit zwischen Beginn des Aushubs und Beginn des Betonierens soll möglichst kurz gehalten werden. Überschreitet sie 30 Stunden, so kann dies zu einer verminderten Wandreibung bzw. Mantelreibung führen, siehe Abschnitt 9.2.3.

Unkontrollierte Wasserzugaben in den Schlitz sind nicht zulässig.

7.3 Homogenisieren der Schlitzfüllung

Unmittelbar vor dem Bewehren (bei unbewehrten Wänden vor dem Betonieren) sind die Anschlußflächen an bereits hergestellte Schlitzwandelemente zu reinigen, die Schlitzsohle von dem dort abgelagerten Schlamm zu befreien und die Flüssigkeit im Schlitz zu homogenisieren. Hierbei muß die stützende Flüssigkeit des ganzen Schlitzes erfaßt werden. Ab diesem Zeitpunkt darf in einer stützenden Flüssigkeit mit einem Tongehalt $g \geq g_{15}$ (siehe DIN 4127, Ausgabe August 1986, Abschnitt 3.6) die für die Standsicherheit notwendige Fließgrenze unterschritten werden. Während des Homogenisierens darf kontrolliert Wasser eingeleitet werden. Einleiten von Wasser nach Abschluß des Homogenisierens ist unzulässig.

Die Standzeit zwischen Ende des Homogenisierens und Betonierbeginn darf 5 Stunden nicht überschreiten.

Während des Betonierens darf

- a) die Dichte der stützenden Flüssigkeit den Wert

$$\rho = \rho_F + 0,14 (\rho_s - \rho_F) \quad (3)$$

nicht übersteigen.

DIN 4126

Hierbei ist ρ_F die Dichte der frischen (unversandeten bzw. unbeschwerten) stützenden Flüssigkeit, ρ_s die Korndichte des Bodens und des Füllstoffs.

Unter üblichen Verhältnissen ($\rho_F = 1,03 \text{ t/m}^3$, $\rho_s = 2,65 \text{ t/m}^3$) beträgt die zulässige Dichte zul $\rho = 1,26 \text{ t/m}^3$

- b) die Fließgrenze der stützenden Flüssigkeit für Stahlbeton-Schlitzwände die Werte der Tabelle 1 nicht übersteigen.

Unmittelbar vor dem Bewehren, bei unbewehrten Schlitzwänden vor dem Betonieren, ist eine Probe der stützenden Flüssigkeit etwa 0,3 bis 0,5 m über der Schlitzsohle zu entnehmen und nachzuweisen, daß die unter den Aufzählungen a) und b) genannten Werte mit einem ausreichenden Vorhaltemaß eingehalten sind. Andernfalls ist die stützende Flüssigkeit ganz oder teilweise auszutauschen. Bei teilweisem Austausch muß erneut homogenisiert werden.

Gegen Ende des Betonierens ist an einer weiteren Probe der stützenden Flüssigkeit, die etwa 1,2 m über der Betonoberfläche entnommen wird, nachzuweisen, daß die unter den Aufzählungen a) und b) genannten Werte eingehalten sind.

7.4 Bewehren

Die Bewehrung ist in Körben einzubauen. Die Bewehrungskörbe sind so auszusteifen, daß sie ohne bleibende Verformung in die Schlitz eingebracht werden können. Sie dürfen nicht auf die Schlitzsohle aufgesetzt werden, ihre Lage ist durch Aufhängung auf den Leitwänden zu sichern.

Die nach Abschnitt 8.2 festgelegten Mindestabstände zur Sicherung der Betondeckung sind durch geeignete Maßnahmen einzuhalten.

7.5 Betonieren

Der Beton muß durch Betonierrohre eingebracht werden, die zu Betonierbeginn bis knapp über die Schlitzsohle reichen. Sie müssen während des Betoniervorgangs mindestens so tief in den Beton eintauchen, wie der vom jeweiligen Betonierrohr versorgte Abschnitt des Schlitzwandelements lang ist. Bei längeren Schlitzwandelementen (ab 6 m) mit mehreren Betonierrohren sind diese so zu beschicken, daß ein gleichmäßiges Ansteigen der Betonoberfläche sichergestellt ist. Bei Eck-Schlitz sind 2 Betonierrohre zu verwenden. Ein Betonierrohr ist jedoch dann ausreichend, wenn es direkt in die Ecke gestellt wird und die Längen der Schlitzschenkel 3 m nicht überschreiten.

Die Betonkonsistenz muß abweichend von DIN 1045 so gewählt werden, daß der Beton im Schlitz mindestens 5 bis 6 m über die Ausflußöffnung der Betonierrohre hochfließen kann; hierfür ist im allgemeinen ein Ausbreitmaß

von 55 bis 60 cm notwendig. Das Ausbreitmaß darf 63 cm nicht überschreiten. Betonierunterbrechungen über 15 Minuten sollen vermieden werden, solche über 30 Minuten gefährden Qualität und Standsicherheit des Schlitzwandelementes. Zu Beginn des Betonierens sind stützende Flüssigkeit und Beton im Betonierrohr durch einen Papier- oder Gummiball oder auf andere Weise getrennt zu halten; während des Betonierens dürfen sich im Betonierrohr nicht gleichzeitig stützende Flüssigkeit und Beton befinden.

Die Steiggeschwindigkeit des Betons muß gleich oder größer als 3 m/h sein.

Rüttelverdichtung ist unzulässig.

Der Betonverbrauch ist nachzuweisen.

In einer oberen Zone bis 0,5 m unter der Betonoberfläche ist der Beton meist mit stützender Flüssigkeit und Aushubmaterial durchsetzt. Diese Zone ist nach dem Freilegen der Schlitzwand zu entfernen, wenn hier weitere Bauteile angeschlossen werden sollen.

7.6 Wiederverwendung stützender Flüssigkeit

Stützende Flüssigkeiten dürfen wieder verwendet werden, solange die Anforderungen dieser Norm eingehalten sind.

8 Bauliche Durchbildung

8.1 Grundsätzliche Anforderungen

Schlitzwände sind baulich so durchzubilden, daß der Beton Bewehrung und Einbauten umfließen und den vollen Raum der einzelnen Schlitz ausfüllen kann. Damit keine Einschlüsse stützender Flüssigkeit im Beton verbleiben, sollten Fließwiderstandsunterschiede benachbarter Zonen im Elementgrundriß möglichst klein gehalten werden. Einbauten (z. B. Aussparungen für Verankerungen) müssen von der stützenden Flüssigkeit und vom Beton leicht umströmt werden können, damit sie später vom erhärteten Beton satt umschlossen sind.

8.2 Betondeckung

Zur Sicherung der Betondeckung ist zwischen Außenkante der Bewehrung und Außenkante Aushubwerkzeug mindestens eine lichte Durchflußweite für den Beton e_1 (siehe Bild 4) nach Tabelle 1 einzuhalten. Zwischenwerte können in Abhängigkeit von der Fließgrenze τ_F – hier gilt die während des Betoniervorganges vorhandene Fließgrenze – linear interpoliert werden.

Der lichte Abstand zwischen Bewehrung und Schlitzsohle beträgt mindestens 20 cm.

Tabelle 1. Lichte Durchflußweite e_1 und Stababstände e_2 in cm

Zeile	max. Fließgrenze τ_F in N/m ² während des Betonierens	Schlitzwand als:			
		Dauerbauwerk		Bauhilfskonstruktion	
		e_1	e_2	e_1	e_2
in cm					
1	10	5	7	3	5
2	30	7	9	4	6
3	50	10	12	6	8
4	70*)	—	—	8	10

*) $\tau_F > 50 \text{ N/m}^2$ unzulässig für Dauerbauwerke

Die Maße e_1 und e_2 gelten bei Betonzuschlaggrößtkorn $\leq 32 \text{ mm}$; bei größeren Betonzuschlagkörnern bis 63 mm sind die Maße mit dem Faktor 1,5 zu vergrößern.

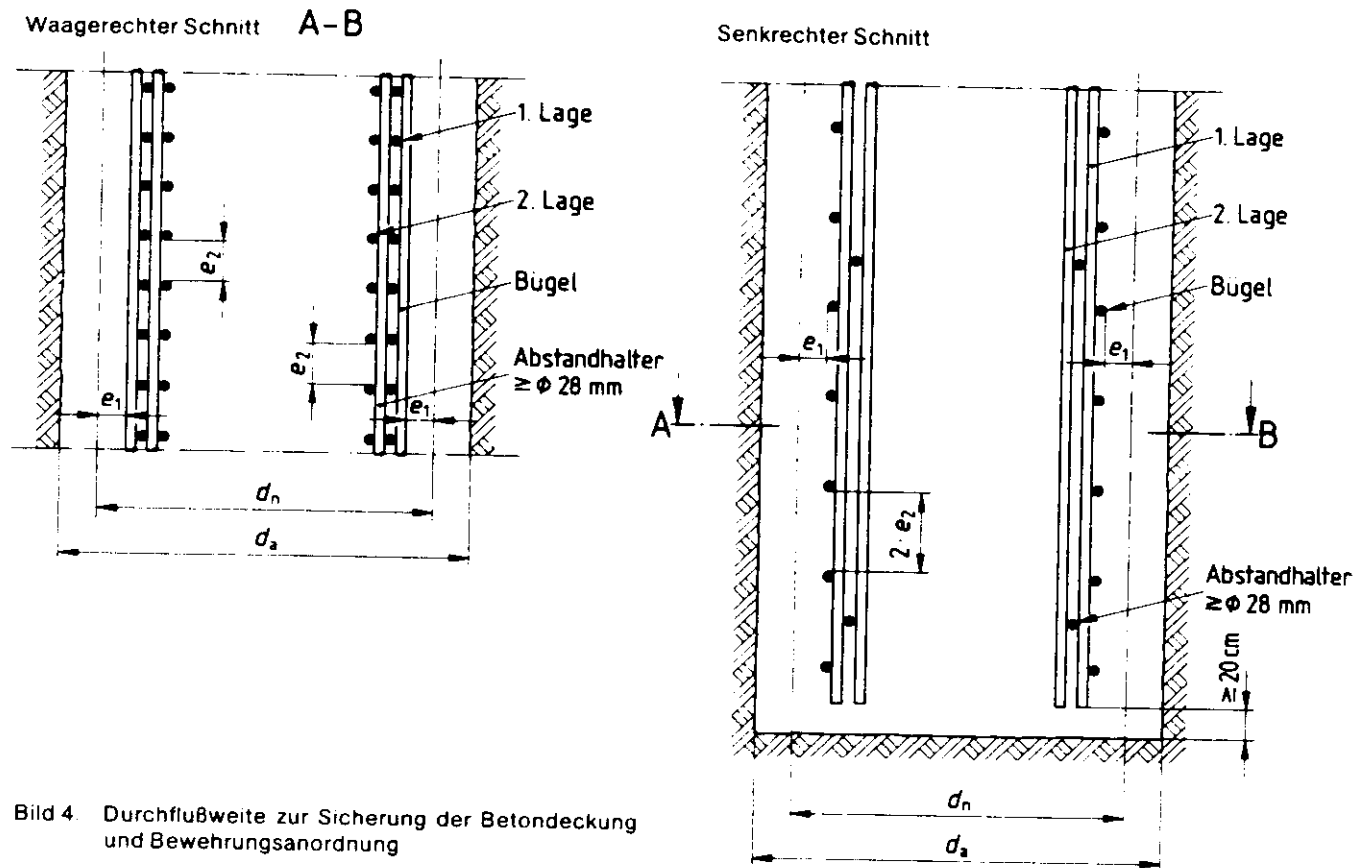


Bild 4. Durchflußweite zur Sicherung der Betondeckung und Bewehrungsanordnung

Mit den Werten der Tabelle 1 sind die Ansprüche hinsichtlich der Betondeckung nach DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 13.2, an den Schutz gegen Aggressivität von Baugrund und Grundwasser stets erfüllt.

Abweichend von DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 17.6.1, ist eine Rißbreitenbeschränkung nur im Falle von DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Tabelle 10, Zeile 4, nachzuweisen. Ein Nachweis nach DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 17.6.3, ist für Schlitzwände nicht erforderlich.

8.3 Bewehrungsanordnung

Aus den in Abschnitt 8.1 angeführten Gründen sollen Bewehrungskonzentrationen vermieden werden.

Im Regelfall ist ein lichter Mindestabstand e_2 der senkrechten Bewehrungsstäbe (siehe Bild 4) nach Tabelle 1 einzuhalten. Bei Anordnung einer zweiten senkrechten Bewehrungslage sind diese Stäbe hinter den Stäben der ersten Lage vorzusehen, so daß eine freie Gassenbreite mit dem Mindestabstand e_2 eingehalten wird. Als lichter Abstand zwischen erster und zweiter senkrechter Bewehrungslage sind Abstandhalter mit einem Durchmesser von mindestens 28 mm vorzusehen.

An Stoßstellen (siehe Bild 5) darf bei einlagiger senkrechter Bewehrungsanordnung der Mindestabstand e_2 um d_s (Stabdurchmesser) verringert werden. Bei zweilagiger Bewehrungsanordnung muß der Mindestabstand e_2 voll eingehalten werden.

Als lichter Mindestabstand der waagerechten Bewehrung ist im Regelfall $2 \cdot e_2$ einzuhalten. Lediglich in Sonderfällen,

z. B. im unmittelbaren Bereich von konzentrierter Lasteintragung, können die Mindestabstände bis auf $0,7 \cdot e_2$ verringert werden.

Grundriß:

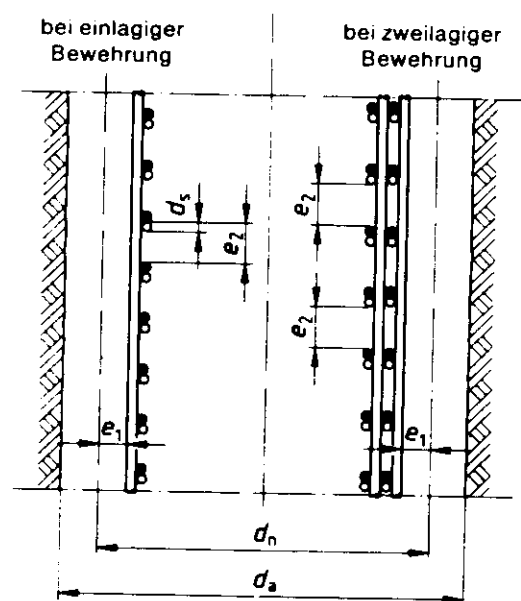


Bild 5. Durchflußweite zur Sicherung der Betondeckung und Bewehrungsanordnung an Stoßstellen

DIN 4126

8.4 Fugen zwischen den Schlitzwandelementen

Die Ausbildung der Fugen zwischen den Elementen richtet sich nach dem Zweck der Schlitzwand und nach den gestellten Anforderungen. Maßgebend dafür können z. B. sein:

- die Ebenheit und Maßhaltigkeit der Wand,
- die Führung des Aushubwerkzeugs beim Ausheben des Nachbarschlitzes,
- die Dichtigkeit der Wand für drückendes oder nicht-drückendes Wasser,
- die gegenseitige Beweglichkeit der Schlitzwandelemente in waagerechter oder senkrechter Richtung,
- die Übertragung von Kräften.

8.5 Maßabweichungen

Die Nenndicke der Schlitzwand darf nicht unterschritten werden. Abweichungen der Wandaußenfläche von den durch die Nenndicke bestimmten Sollflächen sind höchstens bis zu $\pm 1,5\%$ der Wandtiefe oder bis zu ± 10 cm zulässig. Der größere Wert ist maßgebend.

Größere Abweichungen und örtliche Unebenheiten sind zulässig, wenn sie den Verwendungszweck der Schlitzwand nicht beeinträchtigen.

Kleinere Abweichungen können mit Hilfe besonderer Maßnahmen eingehalten werden.

9 Standsicherheit**9.1 Standsicherheit des mit stützender Flüssigkeit gefüllten Schlitzes****9.1.1 Sicherheit gegen den Zutritt von Grundwasser in den Schlitz**

Diese Bedingung gilt als erfüllt, wenn rechnerisch nachgewiesen wird, daß der Druck der stützenden Flüssigkeit an jeder beliebigen Stelle größer ist als der 1,05fache Druck des Grundwassers.

9.1.2 Sicherheit gegen Abgleiten von Einzelkörnern oder Korngruppen

Der Nachweis ausreichender Sicherheit gilt als erbracht, wenn die Bedingung

$$\tau_F \geq \frac{d_{10} \cdot \gamma''}{\tan \alpha \cdot \varphi} \quad (4)$$

eingehalten wird.

Hierbei ist d_{10} die maßgebende Korngröße nach Abschnitt 3.10, α der Rechenwert für den inneren Reibungswinkel des Bodens und γ'' die Wichte des Bodens unter dem Auftrieb der stützenden Flüssigkeit. Für die Wichte γ'' gilt

$$\gamma'' = (1 - n) (\gamma_s - \gamma_F)$$

mit n = Porenanteil des Bodens

γ_s = Kornwichte des Bodens

γ_F = Wichte der stützenden Flüssigkeit

In Näherung darf für γ'' jedoch auch die Wichte des Bodens unter Auftrieb γ' nach DIN 1055 Teil 2, Ausgabe Februar 1976, Tabelle 1 oder Tabelle 2 eingesetzt werden.

Schichten mit einer geringeren Mächtigkeit als 0,5 m dürfen unberücksichtigt bleiben, wenn darüber eine mindestens 3fach mächtigere Schicht mit ausreichender Sicherheit vorhanden ist, da Abgleitvorgänge in so geringem Ausmaß den mit stützender Flüssigkeit gefüllten Schlitz nicht gefährden.

Kies- und Steinschichten mit $d_{10} > 5$ mm und einer Mächtigkeit $> 0,5$ m sind nur dann standsicher, wenn Fließgrenzen $\tau_F > 70$ N/m² gewählt oder Sondermaßnahmen durchgeführt werden, wie

- Einbringen von Einpreßgut in die Kies- und Steinschicht vor den Aushubarbeiten
- Zugeben von Sand, Zement, granuliertem Bentonit oder ähnlichem während der Aushubarbeiten.

Der Nachweis der Standsicherheit kann auch erbracht werden durch

- Herstellen eines Versuchsschlitzes in einem für die Bauarbeiten repräsentativen Bereich. Der für die Standsicherheit notwendige Wert der Fließgrenze (siehe Abschnitt 7.2) ergibt sich aus der beim erfolgreichen Versuch vorhandenen Fließgrenze durch Multiplikation mit dem Sicherheitsbeiwert 1,5,
- positive Erfahrungen an mindestens 20 Schlitzwandelementen in gleichartigen oder ungünstigeren Böden. In diesem Fall ist die Arbeitsweise (einschließlich der Eigenschaften der stützenden Flüssigkeit) unverändert zu übernehmen.

9.1.3 Sicherheit gegen Unterschreiten des statisch erforderlichen Flüssigkeitsspiegels

Der Verlust an stützender Flüssigkeit, der beim Anschneiden von Hohlräumen oder auch einer neuen Schicht mit größerer Durchlässigkeit als der vorhergehenden entsteht, ist abzuschätzen. Es ist sicherzustellen, daß der statisch erforderliche Flüssigkeitsspiegel (siehe Abschnitt 9.1.4) durch diesen Verlust nicht unterschritten wird.

9.1.4 Sicherheit gegen den Schlitz gefährdende Gleitflächen im Boden**9.1.4.1 Sicherheitsbeiwert und Nachweis**
Der Sicherheitsbeiwert ist definiert

- entweder als das Verhältnis der um die Druckkraft W des Grundwassers verminderten Stützkraft S nach Abschnitt 3.12 zur Erddruckkraft E :

$$\eta_K = \frac{S - W}{E} \quad (5)$$

- oder als das Verhältnis des Scherparameters $\tan \alpha \cdot \varphi$ zu dem für das Gleichgewicht erforderlichen Scherparameter $\tan \alpha \cdot \text{erf } \varphi$

$$\eta_\varphi = \frac{\tan \alpha \cdot \varphi}{\tan \alpha \cdot \text{erf } \varphi} \quad (6)$$

Die Kohäsion des Bodens darf in beiden Fällen nur mit der reduzierten Größe $\text{red } c = c/1,5$ in die Berechnung eingeführt werden.

Ausreichende Standsicherheit ist nachzuweisen:

- entweder durch Berechnung des Sicherheitsbeiwerts und den Nachweis, daß dieser für jede Aushubtiefe größer ist als der nach Tabelle 2 erforderliche Sicherheitsbeiwert
- oder durch einen Probeschlitz, bei dem der Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 2 zu berücksichtigen ist.

Tabelle 2. Erforderliche Sicherheitsbeiwerte

Lasten aus baulichen Anlagen im kritischen Bereich nach Bild 6	$\text{erf } \eta_K = \text{erf } \eta_\varphi$
vorhanden	1,3
nicht vorhanden	1,1

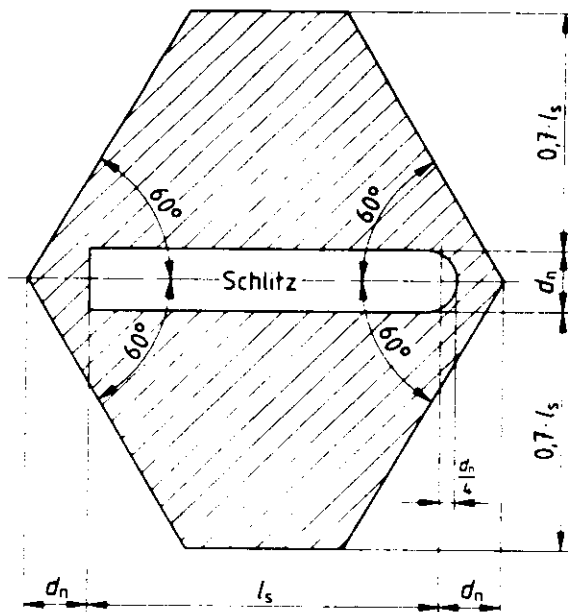


Bild 6. Kritischer Bereich eines Schlitzes, dargestellt im Grundriß, und Ermittlung der Schlitzlänge l_s , links bei rechteckigem, rechts bei gerundetem Abschluß

9.1.4.2 Ermittlung der Stützkraft S

Der Spiegel der stützenden Flüssigkeit darf bei der Ermittlung der Stützkraft S nicht höher als 0,2 m unter der Oberkante der Leitwand angesetzt werden.

Die Abminderung der Stützkraft nach Bild 3 darf vernachlässigt werden, wenn

- der Stützkraftverlust infolge Eindringung der stützenden Flüssigkeit in den Boden $\leq 5\%$ ist oder
- überall $f_{s0} \geq 200 \text{ kN/m}^3$ ist.

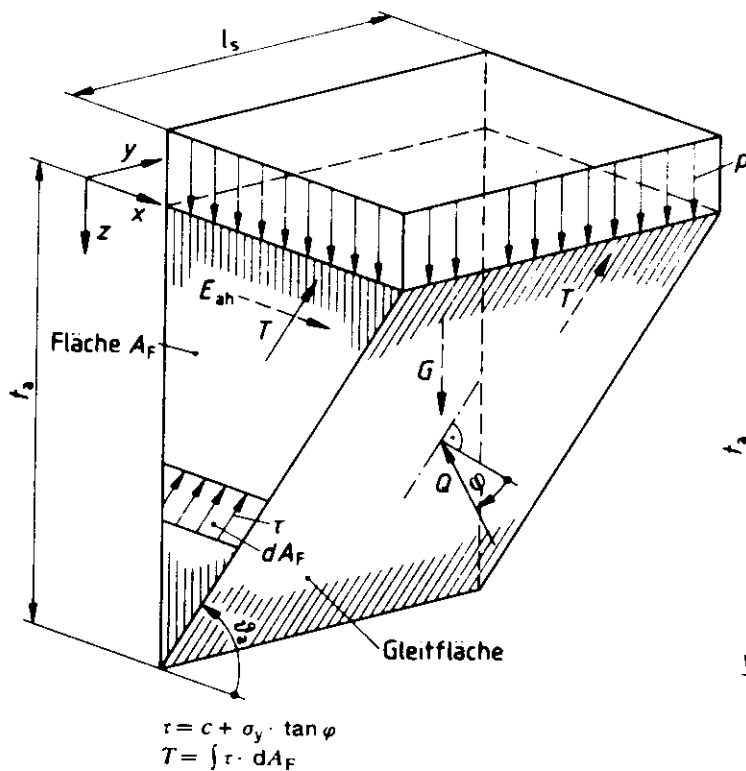


Bild 7. Näherung für den Bruchkörper, Ansatz der stützenden Schubspannungen in den dreieckförmigen Flankenflächen des Bruchkörpers

Wird das Druckgefälle nicht genauer ermittelt, darf es mit der Gleichung

$$f_{s0} = \frac{2 \cdot \tau_F}{d_{10}} \quad (7)$$

berechnet werden.

Statt einer gegebenenfalls erforderlichen Abminderung der Stützkraft kann auch eine Erhöhung der erforderlichen Sicherheitsbeiwerte der Tabelle 2 vorgenommen werden und zwar

- um 0,2, wenn überall $100 \text{ kN/m}^3 \leq f_{s0} \leq 200 \text{ kN/m}^3$ ist,
- um 0,3, wenn überall $50 \text{ kN/m}^3 \leq f_{s0} \leq 100 \text{ kN/m}^3$ ist,
- um 0,5, wenn $f_{s0} < 50 \text{ kN/m}^3$ ist.

Dynamische Einwirkungen aus den üblichen Verkehrslasten bewirken keine Abminderung der Stützkraft.

Bei der Ermittlung der Stützkraft S im Bereich der Leitwände darf statt der Druckkraft der stützenden Flüssigkeit die Erddruckkraft aus Bodeneigenlast und ständiger gleichmäßig verteilter Auflast bis zur Höhe des Erdruhedrucks angesetzt werden, wenn die Leitwände und ihre Aussteifung für diese Belastung bemessen sind.

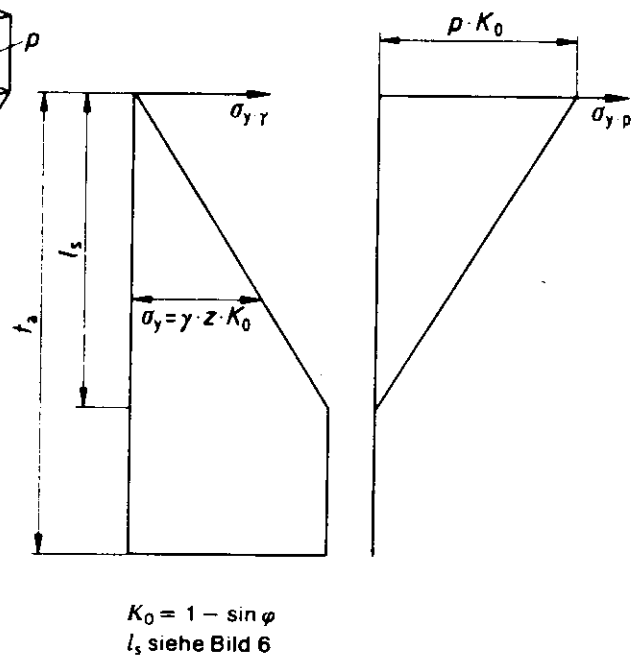
9.1.4.3 Ermittlung der Erddruckkraft E

Für Lasten aus baulichen Anlagen mit durchgehend tragfähiger Gründung darf ein verminderter Lastansatz sinngemäß nach DIN 1053 Teil 1, Ausgabe November 1974, Abschnitt 5.5.3, gewählt werden.

Lasten aus Baufahrzeugen und Aushubgeräten brauchen bei der Erddruckermittlung nicht berücksichtigt zu werden, wenn die Leitwände und ihre Aussteifung für den Erddruck aus diesen Lasten bemessen sind.

Wenn nicht Verfahren angewendet werden, die den räumlichen Spannungs- und Bruchzustand zutreffender erfassen, darf der Erddruck für einen Bruchkörper nach Bild 7 berechnet werden.

Der Gleitflächenwinkel ϑ_a ist zur Auffindung der minimalen Sicherheit zu variieren. Stützende, parallel zur Gleitfläche



$$K_0 = 1 - \sin \varphi$$

l_s siehe Bild 6

DIN 4126

gerichtete Schubspannungen infolge Reibung und Kohäsion in den Flankenflächen des Gleitkörpers dürfen berücksichtigt werden; ihre Größe aus Reibung darf höchstens durch einen bilinearen Ansatz für die Normalspannung $\sigma_{y,y}$ aus Bodeneigenlast und durch einen dreieckförmigen Ansatz für die Normalspannung $\sigma_{y,p}$ aus seitlichen Auflasten p nach Bild 7 angenähert werden.

9.1.4.4 Befreiung vom Standsicherheitsnachweis

Der Nachweis ist bei beliebig langen Schlitten nicht erforderlich, wenn

- überall $f_{s0} \geq 200 \text{ kN/m}^3$ oder der Stützkraftverlust infolge Eindringung der stützenden Flüssigkeit in den Boden $\leq 5\%$ ist (siehe Abschnitt 9.1.4.2) und
- die im Bild 8 dargestellten Bedingungen eingehalten sind.

Der Nachweis ist auch für Schlitz mit einer Länge $l_s \leq 3,5 \text{ m}$ mit unmittelbar an den Schlitz angrenzenden Gebäuden (siehe Bild 9) nicht erforderlich, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- a) Zwischen zwei gleichzeitig mit stützender Flüssigkeit gefüllten Schlitten verbleibt ein lichter Abstand $\geq 2 \cdot l_s$
- b) Überall ist $f_{s0} \geq 200 \text{ kN/m}^3$ oder der Stützkraftverlust infolge Eindringung der stützenden Flüssigkeit in den Boden $\leq 5\%$ (siehe Abschnitt 9.1.4.2).
- c) Es stehen Bodenarten an, für die in DIN 1054 zulässige Bodenpressungen festgelegt sind.
- d) Die Gebäude sind Wohn- oder Bürogebäude mit nicht mehr als 5 Vollgeschossen oder vergleichbare Bauten entsprechender Höhe mit entsprechenden Fundamenten und Bodenpressungen.

- e) Die Gebäude sind in statisch einwandfreiem Zustand und auf Streifenfundamenten oder durchgehenden Platten gegründet. Die Wände der Gebäude im Einflußbereich des Gleitkörpers wirken als Scheiben, so daß ein verminderter Lastansatz nach Abschnitt 9.1.4.3 Absatz 1, möglich ist. Bei statisch ungenügendem Zustand der Gebäude sind vor Beginn des Schlitzaushubes Sicherungsmaßnahmen sinngemäß nach DIN 4123, Ausgabe Mai 1972, Abschnitt 5.6, zu treffen.
- f) Der Baugrund ist im kritischen Bereich nach Bild 6 nur mit überwiegend lotrechten Lasten belastet.
- g) Die geometrischen Bedingungen nach Bild 9 sind eingehalten.

In beiden Fällen sind die Leitwände und ihre Aussteifungen für den Erdruchedruck aus Bodeneigenlast, Baufahrzeugen und Aushubgeräten zu bemessen.

9.2 Standsicherheit der erhärteten Wand

9.2.1 Standsicherheitsnachweis

Für erhärtete tragende Wände ist der Standsicherheitsnachweis nach den anerkannten Regeln der Technik zu führen.

9.2.2 Stahlbetonbemessung und Verbundspannungen

Höhere Festigkeitsklassen als B 25 sind bei der Stahlbetonbemessung nicht zu berücksichtigen.

Für die zulässigen Grundwerte der Verbundspannung gilt DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 18.4 und Tabelle 19. Senkrechte Bewehrungsstäbe in den oberen 3 m eines Schlitzwandelementes und waagerechte Bewehrungsstäbe sind dem Verbundbereich II zuzuordnen.

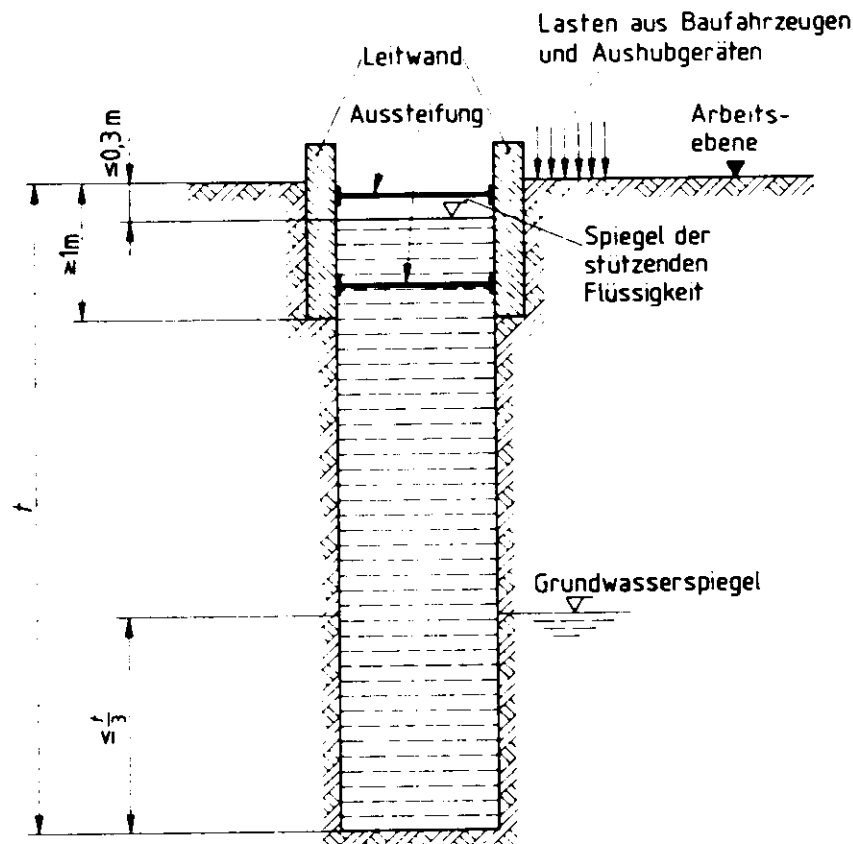


Bild 8. Beliebige lange Schlitz in Boden nach DIN 1055 Teil 2, Ausgabe Februar 1976, Tabelle 1 (nicht-bindige Böden)

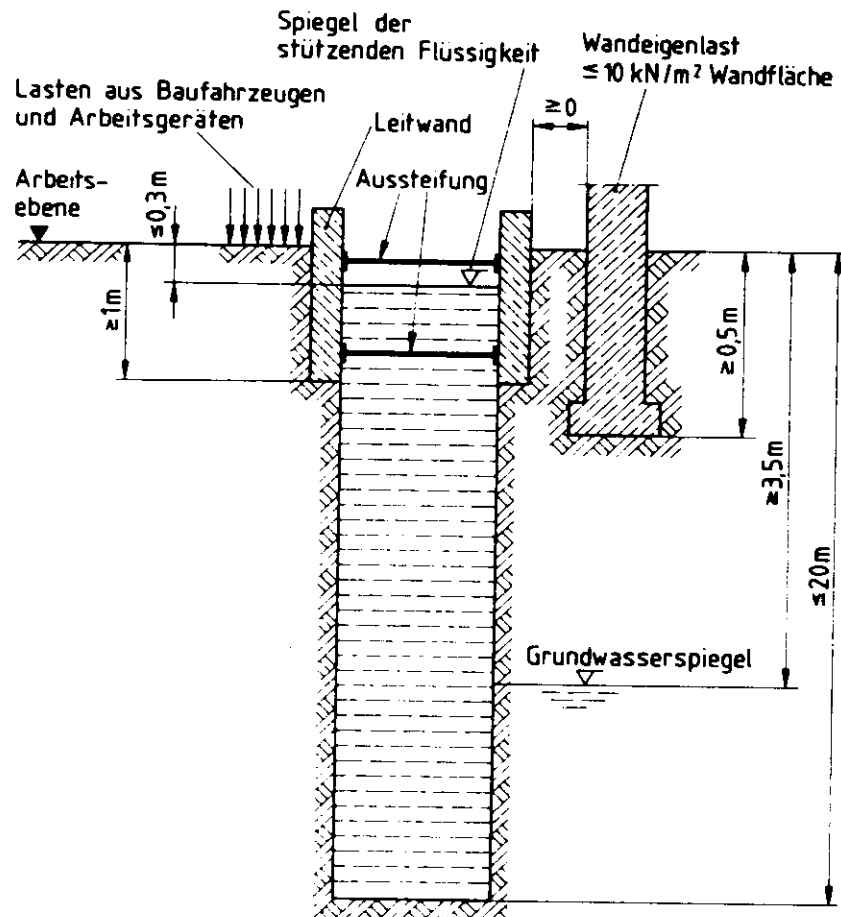


Bild 9. Schlitz mit einer Länge $l_s \leq 3,5$ m mit unmittelbar an den Schlitz angrenzenden Gebäuden

9.2.3 Wandreibungswinkel

Bei der Ermittlung des aktiven und des passiven Erddrucks darf ein größerer Wandreibungswinkel als $|\delta| = \varphi/2$ nur aufgrund genauerer Nachweise angesetzt werden. Bei Sand- und Kiesböden ist der Wandreibungswinkel auf $|\delta| = 0$ herabzusetzen, wenn damit zu rechnen ist, daß wegen der örtlichen Verhältnisse in dem untersuchten Bereich der Wand

zwischen Beginn des Aushubs und Beginn des Betonierens mehr als 30 Stunden liegen.

9.2.4 Bauhilfskonstruktionen

Wegen der zulässigen Spannungen bei Bauhilfskonstruktionen siehe DIN 4124.

Mustervordruck für das Herstellen von Ortbeton-Schlitzwänden

[illegible]

Anhang B

Kugelharrfengerät zur Bestimmung der Fließgrenze

B.1 Meßprinzip

Mehrere Glas- und Stahlkugeln von unterschiedlichem Durchmesser werden gleichzeitig in die stützende Flüssigkeit getaucht. Bei gegebener Dichte der stützenden Flüssigkeit ist jeder dieser Kugeln eine andere kritische Fließgrenze zugeordnet, bei der sie in der stützenden Flüssigkeit in Schwebelage bleibt. Kugeln, deren kritische Fließgrenze kleiner ist als die Fließgrenze der stützenden Flüssigkeit, schwimmen auf der stützenden Flüssigkeit, jene, deren kritische Fließgrenze größer ist, tauchen unter. Die Kugeln sind in der Reihenfolge ihrer wachsenden kritischen Fließgrenzen mit laufenden Nummern gekennzeichnet. Die Fließgrenze der stützenden Flüssigkeit liegt also zwischen der kritischen Fließgrenze der Kugel mit der größten Nummer, die noch schwimmt, und der kritischen Fließgrenze der Kugel mit der kleinsten Nummer, die in die stützende Flüssigkeit eingetaucht ist. Die kritischen Fließgrenzen aller Kugeln sind in Tabelle B.1 für Dichten ρ_F zwischen 1,02 und 1,32 g/cm³ angegeben.

B.2 Beschreibung des Kugelharrfengerätes

Die Kugeln hängen mittels Perlonfäden an einer Scheibe mit Achse. Zur Messung wird die Scheibe in eine Vorrichtung (z. B. Bohrstand) gehängt, die gestattet, sie langsam in lotrechter Richtung zu bewegen. So werden die Kugeln behutsam auf die Oberfläche einer vorbereiteten stützenden Flüssigkeit aufgesetzt bzw. unter diese getaucht.

Nach der Messung müssen die verschmutzten Kugeln in Wasser gereinigt und danach getrocknet werden. Das Trocknen wird durch einen Ventilator (ohne Heizung) beschleunigt.

Die Kugeln sind gegebenenfalls leicht zu ersetzen, da nach Abheben eines Halteringes ihre Fäden aus der Scheibe gehängt werden können.

Zur Einrichtung gehören:

- Ständer mit 2 Harrfengeräten
- 2 durchsichtige Probebehälter von etwa 1 l Volumen, von denen einer mit der Suspension und der andere mit sauberem Wasser gefüllt wird
- Schneebesen zum Umrühren der Suspension
- Tischventilator

B.3 Betriebsanleitung für das Kugelharrfengerät

Die Scheibe wird an ihrer Achse in den Bohrstand eingehängt.

Der durchsichtige Behälter (1-l-Gefäß) wird bis zur roten Marke mit der stützenden Flüssigkeit gefüllt. Zum Abbau thixotroper Verfestigung wird die stützende Flüssigkeit mit dem Schneebesen kräftig und vollständig umgerührt und der Behälter unter das Kugelharrfengerät gestellt. Die Temperatur der stützenden Flüssigkeit darf während der Versuchsdauer nicht mehr als ± 2 K von der Solltemperatur abweichen.

Durch Betätigen des Hebels wird die Scheibe langsam so nach unten bewegt, daß die Kugeln die Oberfläche der

stützenden Flüssigkeit nach der vorgegebenen Zeit der thixotropen Verfestigung – bei Messung von τ_F nach 1 Minute – erreichen. Danach tauchen die an der Scheibe hängenden Kugeln in die stützende Flüssigkeit ein bzw. bleiben auf dieser schwimmen.

Die Fäden der in die stützende Flüssigkeit eingetauchten Kugeln sind straff gespannt, die Fäden jener Kugeln, die nicht untergetaucht sind, sind gebogen. Auf der Scheibe sind die einzelnen Kugeln durch laufende Nummern gekennzeichnet. Die kleinste Nummer der eingetauchten Kugeln (gespannter Faden) wird notiert.

Die Scheibe wird vom Ständer abgehoben und die Kugeln werden in einem mit Wasser gefüllten Gefäß durch Hin- und Herdrehen der Scheibe gereinigt.

Die Scheibe wird mit den Kugeln auf eine saugende Unterlage gestellt, dann an der Achse aufgehängt und im Ventilator-Luftstrom getrocknet.

Die Geräte können benutzt werden, sobald die Kugeln trocken sind. Die Trocknungszeit im Luftstrom eines Ventilators entspricht etwa der Meßzeit, so daß mit den 2 Geräten des Ständers kontinuierlich gearbeitet werden kann.

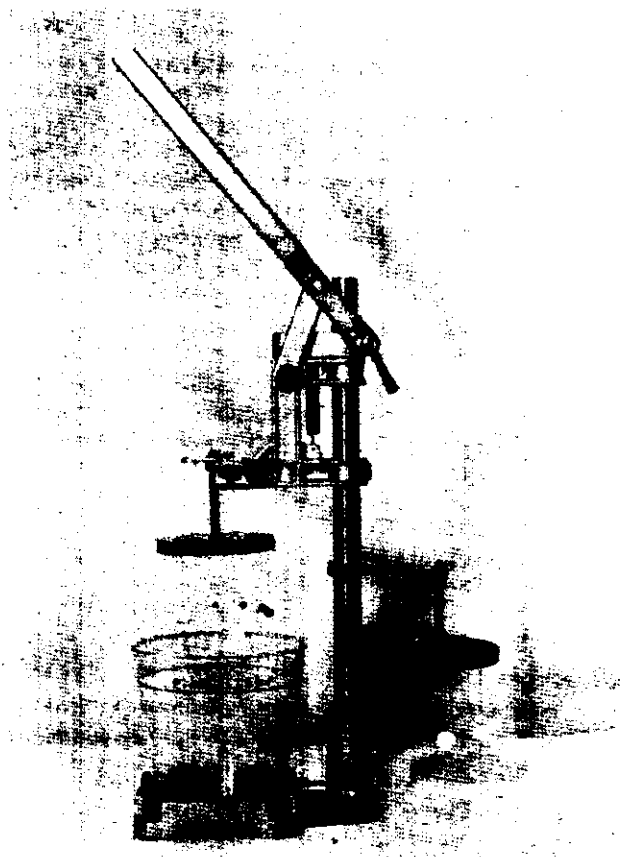


Bild B.1 Kugelharrfengerät

DIN 4126

Tabelle B.1. Bestimmung der Fließgrenze τ_F in N/m^2 mit dem Kugelhärfengerät

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr	Werkstoff	Kugel Durchmesser mm	Gewicht g	für ρ_F in g/cm^3						
				1,02	1,07	1,12	1,17	1,22	1,27	1,32
1	Glas	2,9	0,033	6,9	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8	5,7
2		4,2	0,105	10,0	9,7	9,4	9,0	8,7	8,4	8,1
3		5,8	0,26	13,8	13,4	12,9	12,5	12,1	11,6	11,2
4		7,6	0,60	18,1	17,5	16,9	16,4	15,8	15,2	14,7
5		10,6	1,59	25,2	24,4	23,6	22,8	22,0	21,3	20,5
6		15,1	4,70	35,9	34,8	33,6	32,5	31,4	30,3	29,2
7	Stahl	4,0	0,26	39,8	39,5	39,2	38,9	38,6	38,3	38,0
8		5,0	0,51	49,8	49,5	49,1	48,7	48,4	48,0	47,6
9		6,0	0,87	59,7	59,3	58,8	58,4	57,9	57,5	57,0
10		7,0	1,39	70,0	69,5	68,9	68,4	67,9	67,4	66,9

Zitierte Normen und andere Unterlagen

- DIN 1045 Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
DIN 1053 Teil 1 Mauerwerk; Berechnung und Ausführung
DIN 1054 Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds
DIN 1055 Teil 2 Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngrößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel
DIN 4030 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase
DIN 4099 Schweißen von Betonstahl; Ausführung und Prüfung
DIN 4123 Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen
DIN 4124 Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
DIN 4127 Erd- und Grundbau; Schlitzwandtonne für stützende Flüssigkeiten, Anforderungen, Prüfverfahren, Lieferung, Güteüberwachung
DIN 4187 Teil 2 Siebböden; Lochplatten für Prüfsiebe, Quadratlochung
DIN 18 126 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung
DIN 18 137 Teil 2 Baugrund; Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung der Scherfestigkeit; Dreiaxialversuch
DIN 18 196 Erdbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke und Methoden zur Erkennung von Bodengruppen
DIN 53 018 Teil 1 Viskosimetrie; Messung der dynamischen Viskosität newtonscher Flüssigkeiten mit Rotationsviskosimetern; Grundlagen
DIN 53 018 Teil 2 Viskosimetrie; Messung der dynamischen Viskosität newtonscher Flüssigkeiten mit Rotationsviskosimetern; Fehlerquellen und Korrekturen bei Zylinder-Rotationsviskosimetern
Richtlinien für die Herstellung und Verarbeitung von Fließbeton*)

Frühere Ausgaben

DIN 4126: 01.84

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe Januar 1984 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Aufhebung des Vornormcharakters ohne sachliche Änderungen;
- redaktionelle Änderungen, wie z.B. die Anpassung der Verweisungen an die gültigen Normen und Unterlagen.

Erläuterungen

Zu Abschnitt 1

Die Mindestnenndicke muß vorgeschrieben werden, weil mit abnehmender Dicke der Druck in der stützenden Flüssigkeit immer mehr vom hydrostatischen Druck abweicht. Ursache hierfür sind die Scherspannungen, die in Abhängigkeit von den Fließbewegungen der stützenden Flüssigkeit an den Wandungen des Schlitzes wirken. Es kann davon ausgegangen werden, daß bei Wanddicken ≥ 40 cm genügend genau der hydrostatische Druck wirkt,

der den Nachweisen des Abschnitts 9.1 zugrunde liegt. Bei Wanddicken < 40 cm können so große Abweichungen vom hydrostatischen Druck auftreten, daß zusätzliche, nicht in dieser Norm zu behandelnde Überlegungen notwendig werden.

Zu Abschnitt 3.1

Wände, die in verbauten oder unverbauten Gräben hergestellt werden, sind keine Schlitzwände nach dieser Norm.

*) Zu beziehen durch Beton-Verlag GmbH, Düsseldorf Straße 8, 4000 Düsseldorf 11

Schlitzwände aus Fertigteilen oder aus Baustoffen, die zunächst als stützende Flüssigkeit dienen und im Verlauf der Zeit nach Beendigung des Aushubs des Schlitzes erhärten, sind keine Ortbeton-Schlitzwände.

Zu den Abschnitten 3.5 und 3.6

Beim Bau von Schlitzwänden sind folgende Eigenschaften stützender Flüssigkeiten von Bedeutung:

- die Scherfestigkeit
- das Fließverhalten
- das Eindringungsverhalten
- die Stabilität
- die Dichte

Die Scherfestigkeit einer Tonsuspension kann auch als Kohäsion c_u bei gleichzeitigem $\varphi_u = 0$ eines undrained Tons mit sehr hohem Wassergehalt um 2000% angesehen werden. Sie liegt in der Größenordnung von 0 bis 150 N/m². Da derartige kleine Spannungen mit den üblichen bodenmechanischen Versuchen (z. B. Rahmenscher Versuch, Kreisringscher Versuch, Dreiaxialversuch nach DIN 18 137 Teil 2) nicht mehr meßbar sind, ist es zweckmäßig, dieser mit den in DIN 4127 genormten Geräten zu messenden Größe die Benennung Fließgrenze und das Formelzeichen τ_F zu geben (nähere Angaben siehe DIN 4127, Ausgabe August 1986, Abschnitte 3.2 und 6.2). Stützende Flüssigkeiten mit einer Fließgrenze können auch im Ruhezustand Schubkräfte auf feste Körper ausüben – im Gegensatz zu echten Flüssigkeiten ohne Scherfestigkeit. Das führt zu Verhaltensweisen stützender Flüssigkeiten, die man von Flüssigkeiten üblicherweise nicht gewohnt ist. Beispiele sind:

- In kommunizierenden Röhren gleicht sich der Flüssigkeitsspiegel nicht aus.
- Beim Eindringen der Flüssigkeit in Kapillaren oder Bodenporen kommt die Flüssigkeit nach Erreichen einer bestimmten Eindringtiefe zum Stillstand, sie stagniert.
- Ein Lot in der Flüssigkeit pendelt sich nicht in die Vertikale ein; die Lotschnur liegt nicht auf einer Geraden, sondern auf einer Kurve.
- Feste Körper höherer Dichte bleiben in der Flüssigkeit in Schwebe, solange sie bestimmte Maße nicht überschreiten.
- Auf die Flüssigkeit in einer Rohrleitung muß ein bestimmter unterer Grenzwert des Drucks aufgebracht werden, bevor sie zu fließen beginnt.
- In der Flüssigkeit kann ein Spannungszustand herrschen, der vom hydrostatischen abweicht (siehe auch Erläuterungen zu Abschnitt 1).
- Um die Flüssigkeit durch einen engen Ringraum zu pressen, muß ein unterer Grenzwert des Drucks überschritten sein, der mit enger werdendem Ringraum immer größer wird.

Das Fließverhalten einer stützenden Flüssigkeit wird durch die Funktion zwischen der Scherspannung, die den Fließvorgang aufrecht erhält, und dem Geschwindigkeitsgefälle (siehe DIN 4127, Ausgabe August 1986, Abschnitt 3.3) beschrieben. Scherspannung und Geschwindigkeitsgefälle werden mit Rotationsviskosimetern (siehe DIN 53 018 Teil 1 und Teil 2 und DIN 4127) gemessen.

Das Eindringungsverhalten einer stützenden Flüssigkeit in ein System von Bodenporen hängt bei groben Poren von der Scherfestigkeit und dem Fließverhalten ab, bei kleiner werdenden Poren auch von Oberflächenspannungen und bei sehr kleinen Poren vom Filtrationsverhalten. Es wird als Druckgefälle (siehe Abschnitt 3.11) direkt gemessen mit dem Gerät, das in den Erläuterungen zum Abschnitt 3.11 beschrieben ist.

Stabilität ist die Eigenschaft einer Suspension, sich im Laufe der Zeit nicht oder möglichst wenig zu entmischen.

Je nach den Randbedingungen, unter denen Entmischen beobachtet wird, unterscheidet man folgende Arten des Entmischens:

– Sedimentation

Sedimentation ist das Absinken von Feststoffteilen (z. B. Bodenkörnern) in einer Flüssigkeit unter der Wirkung der Schwerkraft. Als Folge der Sedimentation nimmt die Dichte der stützenden Flüssigkeit im oberen Bereich ab, im unteren Bereich zu.

– Konsolidation

Konsolidation ist die Zusammendrückung des Korngerüsts aus suspendiertem Feststoff unter seiner Eigenlast oder inneren Kräften, wobei sich Wasser abscheidet. Die Konsolidation wird in der Literatur auch als Synärese bezeichnet.

– Filtration

Filtration ist die Wasserabgabe einer Suspension durch eine poröse Fläche oder einen porösen Körper (Filter, z. B. die Schlitzwandung) infolge eines auf die Suspension wirkenden Drucks. Sie tritt auf, wenn der suspendierte Feststoff entweder nicht in die Poren des Filters eindringen kann oder die Suspension in den Poren des Filters stagniert. Das Filtrationsverhalten kann mit dem Filterpreßversuch (siehe DIN 4127, Ausgabe August 1986, Abschnitt 6.4) beurteilt werden.

Zu Abschnitt 3.9

Homogenisieren kann man z. B. durch wiederholtes Auf- und Abfahren des Greifers oder durch Einleiten von Druckluft an der Schlitzsohle.

Zu Abschnitt 3.11

Nach den Bildern 10 und 11 beträgt im Grundwasser die Druckdifferenz

$$\Delta p = h_1 \cdot \gamma_F - h_2 \cdot \gamma_w \quad (8)$$

und das Druckgefälle

$$f_{s0} = \frac{\Delta p}{s} = \frac{h_1 \cdot \gamma_F - h_2 \cdot \gamma_w}{s} \quad (9)$$

Oberhalb des Grundwasserspiegels erhält man wegen $h_2 = 0$ die Druckdifferenz

$$\Delta p = p_1 = h_1 \cdot \gamma_F \quad (10)$$

und das Druckgefälle

$$f_{s0} = \frac{h_1 \cdot \gamma_F}{s} \quad (11)$$

In der Literatur findet man weitere Begriffe für das dimensionslose Druckhöhengefälle: Bezieht man die Druckhöhe auf die Wichte γ_F der stützenden Flüssigkeit (siehe Bild 10), so erhält man den mit i_0 bezeichneten Stagnationsgradienten.

$$i_{0F} = \frac{f_{s0}}{\gamma_F} = \frac{h_1 - h_2 \frac{\gamma_w}{\gamma_F}}{s} \quad (12)$$

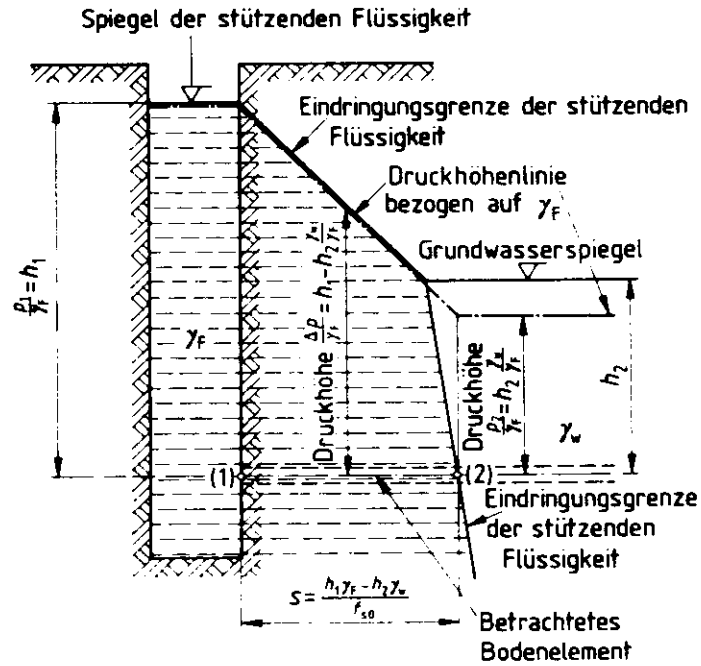
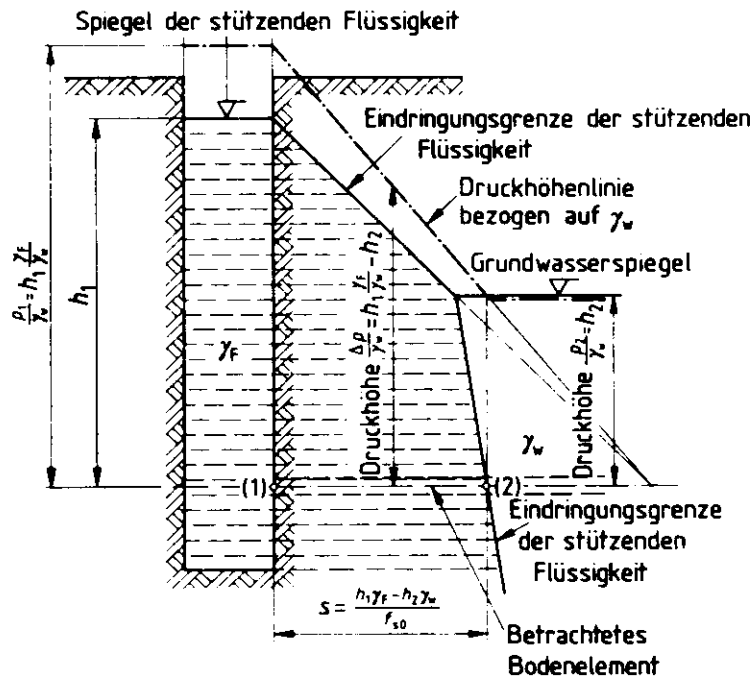
Bezieht man die Druckhöhe auf die Wichte γ_w von Wasser (siehe Bild 11), so erhält man das Druckhöhengefälle

$$i_{0w} = \frac{f_{s0}}{\gamma_w} = \frac{h_1 \frac{\gamma_F}{\gamma_w} - h_2}{s} \quad (13)$$

Der Vergleich der Gleichungen zeigt, daß man sie sowohl direkt aus den Bildern 10 und 11 ablesen wie auch eine aus der anderen algebraisch ableiten kann. Insbesondere ist der Zusammenhang

$$f_{s0} = i_{0w} \gamma_w = i_{0F} \gamma_F \quad (14)$$

zwischen den drei Größen offensichtlich.

Bild 10. Auf die Wichte der stützenden Flüssigkeit γ_F bezogenes Druckhöhengefälle im betrachteten BodenelementBild 11. Auf die Wichte des Wassers γ_w bezogenes Druckhöhengefälle im betrachteten Bodenelement

Der Verlauf von Druck und Druckhöhe im betrachteten Bodenelement nach Bild 10 oder Bild 11 darf nicht verwechselt werden mit der in Bild 12 dargestellten Tiefenabhängigkeit des auf das betrachtete Bodenelement wirkenden Drucks bzw. seiner Druckhöhe.

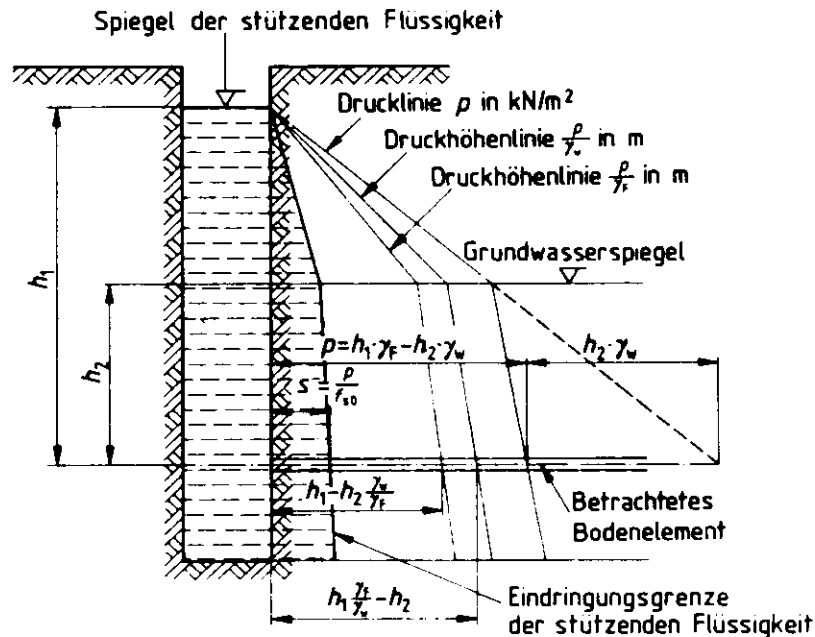


Bild 12. Verlauf von Druck und Druckhöhe für die Bodenelemente in Abhängigkeit von deren Tiefe unter dem Spiegel der stützenden Flüssigkeit und unter dem Grundwasserspiegel

f_{s0} und damit auch $s = \frac{p}{f_{s0}}$ hängen von Boden und stützender Flüssigkeit ab (siehe Erläuterungen zu Abschnitt 9.1.2 und Abschnitt 9.1.3).

Deshalb sind die in Bild 10 und Bild 11 gezeichneten, von der Eindringtiefe abhängigen Druckhöhenlinien und die in Bild 12 gezeichnete Linie der Eindringtiefe ebenfalls von Boden und stützender Flüssigkeit abhängig. Die in Bild 12 gezeichneten, von der Schlitztiefe abhängigen Druckhöhenlinien sind dagegen vom Boden und der stützenden Flüssigkeit (solange $\gamma_F = \text{constant}$) unabhängig.

Ein aus Bild 10 bzw. Bild 11 abzuleitender Modellversuch gestattet die direkte Messung des Druckgefälles mit dem anstehenden Boden und der verwendeten stützenden Flüssigkeit. Er konnte wegen der festgestellten großen Versuchsstreuungen nicht als normative Festlegung in die Norm aufgenommen werden. Wegen der Anschaulichkeit dieses Versuchs wird die folgende Versuchsbeschreibung gegeben:

1. Gerät und Versuchsboden

Das Gerät besteht aus zwei verbundenen Plexiglaszylindern unterschiedlichen Durchmessers, die über einen Schlauch mit einem Überlaufgefäß kommunizieren (siehe Bild 13). Die zylindrischen Teströhren hängen in einem Stativ. Das Eindringen der durch einen Quirl bewegten Suspension in den Porenraum eines genormten Versuchsbodens wird bis zum Stillstand beobachtet. Es werden h_1 , s und h_2 gemessen (siehe Bild 13).

Für Vergleichsversuche mit verschiedenen stützenden Flüssigkeiten muß ein einheitlicher Versuchsboden verwendet werden. Hierfür ist rundkörniger Kies der Korndichte 2,6 bis 2,7 t/m³ üblich, der zu 10% aus der Korngruppe 5/6,3 mm und zu 90% aus der Korngruppe 6,3/8 mm (Siebe nach DIN 4187 Teil 2) zusammengesetzt wird. Die maßgebende Korngröße des Versuchsbodens beträgt also $d_{10} = 6,3$ mm.

2. Versuchsdurchführung

- Füllen des Zylinders (2) mit Wasser bis etwa zur halben Höhe. Gleichzeitig Füllen des Verbindungsschlauchs zum Überlaufgefäß (3).

Das Überlaufgefäß (3) befindet sich zunächst in Höhe des Übergangs von Zylinder (1) zu Zylinder (2), Marke (5).

- Der Versuchsboden wird in das Wasser am Zylinder (2) bis zur Marke (5) eingeschüttet und durch 10 Schläge mit einer Schlaggabel in Anlehnung an DIN 18 126 gegen den Ring (6) verdichtet. Die Gabelstangen haben gegenüber DIN 18 126 einen veränderten Abstand von 25 cm. Es ist darauf zu achten, daß sich nach dem Verdichten sowohl Boden- als auch Wasseroberfläche in Höhe der Marke (5) befinden. Der Wasserspiegel wird durch Betätigen des Ventils (4) und durch Höhenverstellung des Überlaufgefäßes (3) auf Oberkante Bodensäule eingestellt, danach wird Ventil (4) geschlossen.

- Aufsetzen eines Lochbleches (8) auf die Bodenoberfläche im Testrohr. Durch dieses Lochblech wird verhindert, daß beim Einfüllen der Flüssigkeit der Boden aufgespült wird.

- Einfüllen der Suspension

- Aufsetzen des Quirls (7)

Flügeldurchmesser 80 mm
Höhenanordnung des Flügels 100 mm über Bodenoberfläche, Marke (5)

Drehzahl zwischen 100 und 200 min⁻¹

- Öffnen des Ventils (4), wodurch die Suspension in den Boden strömt. Die Bewegung der Suspension tendiert zum Stillstand, was sich an der geringer werdenden Überlaufmenge am Überlaufgefäß zeigt. Sie ist abgeschlossen, wenn kein Wasser mehr überläuft.

Es sind zu messen

- Höhendifferenz h_1 zwischen Bodenoberkante und oberem Suspensionsspiegel,

- Eindringungsstrecke s der Flüssigkeit in den Boden nach Abschluß der Bewegung,
 - Höhendifferenz h_2 zwischen Wasserspiegel im Überlaufgefäß (3) und der Eindringungsgrenze (9). Sie ist negativ, wenn das Überlaufniveau des Überlaufgefäßes (3) oberhalb der Eindringungsgrenze (9) liegt.
- g) Das Druckgefälle f_{s0} ist

$$f_{s0} = \frac{(h_1 + s) \cdot \gamma_F + h_2 \cdot \gamma_w}{s} \quad (15)$$

Variationskoeffizient unter Vergleichsbedingungen 40 %

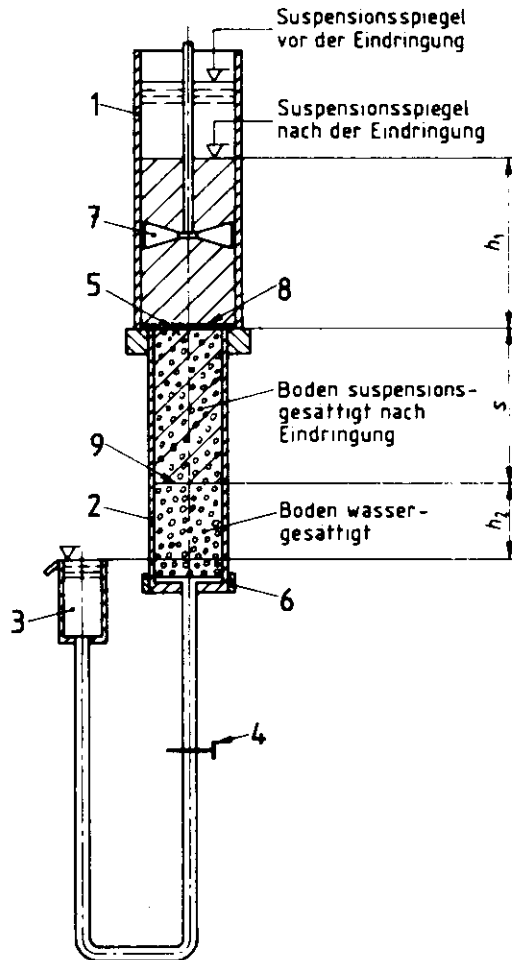


Bild 13. Gerät zur Messung des Druckgefälles f_{s0}

Zu Abschnitt 3.12

Die hydrostatische Druckkraft ist

$$S_H = f_{s0} \cdot V = f_{s0} \cdot A \cdot l = \gamma_F \frac{h_1^2}{2} \quad (16)$$

In dieser Gleichung ist:

V Volumen des von der stützenden Flüssigkeit benetzten Bodens

A Fläche nach Bild 3

l die Länge des betrachteten Schlitzwand- und Bodenbereichs senkrecht zur Ebene des Bildes 3

In Bild 3b) ist der Grenzfall einer stabilen stützenden Flüssigkeit ohne jeden Einfluß von Filtration aufgezeichnet. In der Regel bildet sich im Lauf der Zeit auch bei grobkörnigem Boden, ein Filterkuchen aus, weil es keine vollkommen stabile stützende Flüssigkeit gibt und weil auch die in der Flüssigkeit schwebenden Bodenkörner von einem groben Korngerüst, in das die reine stützende Flüssigkeit einfließen würde, abfiltriert werden. Sie bilden dann eine feinkörnige

Bodenschicht vor der Schlitzwandung mit gegenüber dem natürlichen Boden erhöhtem Druckgefälle, also wiederum eine besondere Art Filterkuchen.

Zu Abschnitt 6.1.1

Stützende Flüssigkeiten werden meist an der Baustelle aus pulverförmigem Schlitzwandton nach DIN 4127 und Leitungswasser hergestellt. Häufig sind aber auch stützende Flüssigkeiten aus Tonen bestimmter natürlicher Vorkommen oder Mischungen aus solchen Tonen und Schlitzwandtonen nach DIN 4127 geeignet; sie können vor allem dann vorteilhaft sein, wenn die stützende Flüssigkeit eine hohe Dichte erreichen soll.

Zu Abschnitt 6.1.4

Die Korngröße eines festen Stoffes von der Kornwichte γ_s , die in einer stützenden Flüssigkeit der Wichte γ_F und der Fließgrenze τ_F gerade noch in Schwebe bleibt, ist

$$d = 6,7 \frac{\tau_F}{\gamma_s - \gamma_F} \quad (17)$$

Die empfohlene Beschränkung des Größtkorns durch die Gleichung

$$d \leq 0,7 \frac{\tau_F}{\gamma_s - \gamma_F} \quad (18)$$

bietet also eine rund 10fache Sicherheit gegen Sedimentation der Einzelkörner des Füllstoffs.

Diese hohe Sicherheit wurde gewählt, um die Stabilität der beschwerten stützenden Flüssigkeiten auch in Bewegung (Abfall der Fließgrenze bei thixotropen stützenden Flüssigkeiten) angemessen zu erhalten.

Der Vergrößerung der Dichte ist durch die Anforderung in Abschnitt 7.3 Aufzählung a) eine obere Grenze gesetzt. Es ist zu beachten, daß bei der Herstellung beschwerter stützender Flüssigkeiten gegen den dort geforderten Grenzwert ein für den Baubetrieb ausreichender Sicherheitsabstand eingehalten werden muß. Durch die Begrenzung der Dichte werden größere Änderungen in Fließ- und Stabilitätsverhalten der stützenden Flüssigkeit gegenüber der unbeschwerten Ausgangsflüssigkeit verhindert. Vor allem wird eine merkliche Kornreibung zwischen den Körnern des Füllstoffs unterbunden.

Zu Abschnitt 6.1.5

Beim Zusatz von Chemikalien (z. B. des Schutzkolloids Carboxymethylzellulose (CMC)) ist es empfehlenswert, Tonchemiker oder Spülungsfachleute für Tiefbohrungen hinzuzuziehen. Abschnitt 6.1.3 ist zu beachten.

Zu Abschnitt 7.1

Leitwände können aus Ortbeton, Betonfertigteilen, Stahl oder Holz bestehen. Auf die Möglichkeit leichten und gefahrlosen Entfernens beim Aushub der Baugrube ist zu achten. Standsichere Leitwände, wie Winkelprofile, brauchen nicht abgesteift zu werden, wenn ausreichende Sicherheit auch ohne Steifen nachgewiesen wird. Beim Verzicht auf Leitwände wird die Absteckung der einzelnen Schlitzwandelemente und die Orientierung des Geräteführers beim Aushub erschwert. Leitwände verringern also auch die Fehlerempfindlichkeit des Bauablaufs. Dies kann vor allem dann ein Grund für die Ausführung von Leitwänden auch bei unbewehrten Schlitzwänden sein, wenn der Wasserdurchlässigkeit der Wand und damit einer fehlerfreien Ausführung der Fugen besondere Bedeutung zukommt.

Zu Abschnitt 7.2

Falls der notwendige Flüssigkeitsspiegel anders nicht aufrecht erhalten werden kann, ist ein Bereitschaftsdienst einzurichten. Schwierigkeiten über die Nachtpause kann

meist schon durch eine höhere Stabilität der stützenden Flüssigkeit (niedrigere Filtratwasserabgabe) begegnet werden. Über Wochenende und Feiertage richtet man sich am besten betrieblich so ein, daß keine Schlitze offen stehen. Bei Schlitzwandarbeiten in Gebieten mit unterirdischen Hohlräumen, z. B. Kanälen, ist stets mit größter Aufmerksamkeit und Sorgfalt zu arbeiten. Aus Bestandsplänen ist die Lage der Kanäle zu entnehmen. Kanäle im Bereich der Schlitze sind umzulegen oder unterirdisch zu verschließen. Beim Anschneiden unbekannter Kanäle ist mit dem sofortigen Verlust der stützenden Flüssigkeit zu rechnen. Deshalb muß bei Schlitzwandarbeiten eine ausreichende Menge an Ersatzsuspension vorrätig gehalten werden, wo Sicherheitsgründe dies erfordern. Üblich ist der doppelte Wert des Schlitzvolumens bis zu der Tiefe, in der noch Hohlräume zu erwarten sind. Zum Schließen angeschnittener Hohlräume ist am Schlitz geeignetes Material (versandete Tonsuspension, Zement und Ton in Säcken, Sand, Kies, Aushubmaterial) vorrätig zu halten, das gegebenenfalls zum Abdichten in den Schlitz geworfen werden kann. Größere Hohlräume müssen meist durch Magerbeton endgültig verschlossen werden. Während dieser Maßnahmen muß der Schlitz aus dem Vorrat an Ersatzsuspension ständig nachgefüllt werden. Kann der statisch erforderliche Flüssigkeitsspiegel nicht aufrecht erhalten werden, ist der Gefahrenbereich von allen Auflasten (z. B. Geräten) zu räumen und nur mit geeigneten Sicherheitsvorkehrungen zu betreten. Nach einem derartigen Fall dürfen die Arbeiten erst weitergeführt werden, wenn die geforderten Sicherheitsvorräte wieder bereitgestellt sind.

Die Prüftemperatur einer stützenden Flüssigkeit entspricht der Temperatur im Schlitz, wenn sie nicht mehr als 5 K von dieser abweicht. Da DIN 4127 stützende Flüssigkeiten mit hoher Temperaturempfindlichkeit ausschließt, ist beim Prüfen ein übergenaues Einhalten der Temperatur des Schlitzes nicht notwendig, zumal sich während des Aushubs die Temperatur im Schlitz selbst auch ändern kann.

Wasserzugaben in den Schlitz sind erlaubt, wenn ihr Einfluß durch Vorversuche – hierzu zählt auch die Eignungsprüfung – geklärt ist, danach die zum Erreichen der gewünschten Veränderung notwendige Wassermenge berechnet werden kann, die Zugabe durch Messung erfolgt, das sofortige Einmischen durch den Baubetrieb sichergestellt ist und der Erfolg nach dem Einmischen wiederum durch Messung kontrolliert wird. Nicht erlaubt ist es, Wasser ohne Aufsicht aus einem offenen Schlauch in den Schlitz zu leiten.

Zu Abschnitt 7.3

Die Anschlußflächen an bereits hergestellte Schlitzwandelemente können z. B. durch Meißel mit exzentrischer Aufhängung gereinigt werden. Dieser Maßnahme kommt im Hinblick auf die Dichtigkeit der Fugen besondere Bedeutung zu.

Füllstoffe ab einem Volumenanteil von etwa 140 l/m³ stützender Flüssigkeit beeinflussen durch ihre Reibung von Korn zu Korn Fließgrenze und Scherspannung τ_{500} nach DIN 4127, Ausgabe August 1986, Abschnitt 3.4 in unzulässiger Weise. Bestände der Füllstoffe aus Kugeln gleichen Durchmessers, so würde bei diesem Volumenanteil der lichte Abstand zwischen den Kugeln 53% des Kugeldurchmessers betragen. Die Anforderung der Aufzählung a) sichert, daß dieser Grenzwert nicht überschritten wird.

Wenn bei organischen Böden $\varphi_s = \varphi_F$ wird, so kann der Volumenanteil an aufgenommenem Boden nicht mehr auf die beschriebene einfache Art begrenzt werden. Stattdessen sind dann geeignete andere Untersuchungsverfahren anzuwenden, durch die der Bodenanteil so beschränkt wird, daß nicht kleine Änderungen des aufge-

nommenen Bodenanteils das Fließverhalten der stützenden Flüssigkeit stark ändern.

Die stützende Flüssigkeit wird vom Beton nur dann einwandfrei verdrängt, wenn der Fließwiderstand des Betons deutlich größer als der der stützenden Flüssigkeit ist. Quantitative Untersuchungen über die Fließeigenschaften des Betons fehlen. Aus der Erfahrung ist bekannt, daß der Verdrängungsvorgang nur dann einwandfrei verläuft, wenn die lichte Durchflußweite e_1 zur Sicherung der Betondeckung, siehe Abschnitt 8.2 und der lichte Abstand der Bewehrungsstäbe, siehe Abschnitt 8.3, auf die Fließgrenze der stützenden Flüssigkeit abgestimmt sind. Unbewehrte Betonwände können unbedenklich in stützenden Flüssigkeiten bis zu wirksamen Fließgrenzen $\tau_F = 70 \text{ N/m}^2$ betoniert werden. Stützende Flüssigkeiten mit $\tau_F > 70 \text{ N/m}^2$ bereiten bereits erhebliche betriebliche Schwierigkeiten, vor allem beim Mischen und Pumpen. Will man solche Flüssigkeiten trotzdem anwenden, muß man außerdem auch noch genauere Untersuchungen über den Verdrängungsvorgang anstellen. Man begibt sich dann in Bereiche, in denen keinerlei Erfahrungen vorliegen. Wird der Fließwiderstand des Betons kleiner als der der stützenden Flüssigkeit, so findet keine Verdrängung mehr statt. Anstelle eines Betonelements erhält man dann eine Betonsäule an der Stelle des Betonierrohrs, eingebettet in zementverfestigten Bentonitschlamm.

Das Vorhaltemaß gegen die unter den Aufzählungen a) und b) genannten Werte muß um so größer sein, je instabiler die stützende Flüssigkeit ist. Bei Verwendung nicht ausgequollener stützender Flüssigkeiten muß auch beachtet werden, daß die Fließgrenze während der Arbeiten am Schlitz solange ansteigt, bis der Quellvorgang beendet ist. Die Prüfung der Probe, die gegen Ende des Betonierens zu entnehmen ist, gibt Aufschluß, ob das Vorhaltemaß ausreichend gewählt war. Sind die Anforderungen der Aufzählungen a) und b) an dieser Probe nicht eingehalten, so bedeutet dies nicht, daß das betreffende Schlitzwandelement schadhafte sein, sondern daß das Vorhaltemaß für die nächsten Schlitzwandelemente vergrößert oder das Bauverfahren geändert werden muß.

Wenn sich bei bereits festgelegten e_1 und e_2 zeigt, daß die Anforderung der Aufzählung b) nicht eingehalten werden kann, so besteht die Möglichkeit, die Fließgrenze τ_F den Werten e_1 und e_2 anzupassen. Sie darf nach Abschluß des Aushubs unter den für die Standsicherheit notwendigen Wert abgesenkt werden, wenn die im Boden bereits stagnierte stützende Flüssigkeit oder der Filterkuchen die Standsicherheit sicherstellt. Das ist stets dann der Fall, wenn stützende Flüssigkeiten mit einem Tongehalt $g \geq g_{15}$ verwendet werden. Solche stützenden Flüssigkeiten können den Filterkuchen oder die stagnierte Flüssigkeit nicht erodieren, siehe DIN 4127, Ausgabe August 1986, Erläuterungen zu Abschnitt 3.5 und Abschnitt 3.6.

Zu Abschnitt 7.4

Die Körbe können durch Schweißen oder Binden hergestellt werden.

Ungeeignet sind handelsübliche Abstandhalter für geschalteten Stahlbeton. Bewährt haben sich z. B. an den Leitwänden aufgehängte Rohre. Sie sind spätestens 1 Stunde nach Betonierbeginn zu ziehen, damit der frische Beton noch in den entstehenden Hohlraum einfließen kann. Die Abstandhalter müssen im Korb einander gegenüberliegen. Bei großer Steiggeschwindigkeit des Betons und tief in den Beton tauchenden Betonierrohren muß die Bewehrung auch gegen Auftreiben gesichert werden.

Zu Abschnitt 7.5

Die Anforderungen an die Betontechnologie für Schlitzwand-Stahlbetonwände müssen gegenüber DIN 1045

erhöht werden, da DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 10.4 Absatz 1, in der Regel Unterwasserbeton nur für unbewehrte Bauteile zuläßt. Ausschlaggebend für die Betonqualität des erhärteten Schlitzwandelementes ist die einwandfreie Verdrängung der stützenden Flüssigkeit durch den Frischbeton, was nur im Kontraktorverfahren (siehe Abschnitt 3.2) möglich ist. Dazu ist eine ausreichende Fließfähigkeit erforderlich, die einen höheren Wassergehalt erfordert, als er für die Konsistenzbereiche nach DIN 1045 notwendig ist. Damit sind zur Einhaltung des Wasserzementfaktors auch höhere Zementgehalte verbunden. Ein dadurch bedingtes größeres Schwindmaß ist unbedenklich, weil die Schlitzwandelemente in der Regel nicht länger als 7 bis 10 m und zumindest einseitig in erdfeuchtem Boden eingebettet sind.

Durch die Anforderung, daß der Beton 5 bis 6 m über die Ausflußöffnung der Betonierrohre hochfließen muß, wird eine Mindestfließfähigkeit des Betons sichergestellt. Sie garantiert zusammen mit der Anforderung über die Eintauchtiefe der Betonierrohre einen annähernd waagerechten Betonspiegel im Schlitz unter der stützenden Flüssigkeit, der Voraussetzung für einen einwandfrei verlaufenden Verdrängungsvorgang ist. Das notwendige Ausbreitmaß des Betons richtet sich nur nach dieser Anforderung. Die angegebenen Zahlenwerte sind Erfahrungswerte; bei solchen Ausbreitmaßen ist sie im allgemeinen zu erfüllen.

Schlitzwandbeton verliert infolge Wasserabgabe an den Boden meist schnell seine Fließfähigkeit. Auch der Einsatz von Fließmitteln und Erstarrungsverzögerern beeinflusst diesen Vorgang nicht. Daher ist eine Begrenzung der Dauer von Betonierunterbrechungen notwendig.

Eine weitere Voraussetzung für einen einwandfrei verlaufenden Betoniervorgang ist ein höherer Fließwiderstand des Betons gegenüber dem der stützenden Flüssigkeit. Infolge der unterschiedlichen Fließfunktionen von Beton und stützender Flüssigkeit (siehe Bild 14) wächst die Differenz der Fließwiderstände mit zunehmender Geschwindigkeit des Verdrängungsvorgangs. Hierauf beruht die Erfahrung, daß die Oberflächenqualität der Schlitzwände durch schnelles Betonieren verbessert wird. Aus diesen Gründen wurde die Steiggeschwindigkeit des Betons nach unten begrenzt.

Schlitzwandbeton neigt wegen seiner Konsistenz während des Transports zum Entmischen. Daher darf er an der Baustelle nur dann verfahren werden, wenn er unmittelbar an der Einbaustelle nachgemischt wird. Während des Einbaues im Kontraktorverfahren besteht keine Entmischungsgefahr mehr, wenn die Anforderungen nach Abschnitt 6.2 eingehalten werden.

Die Gesamtheit der Anforderungen an Schlitzwandbeton legt den Einsatz von Mischfahrzeugen nahe.

Es darf kein Wasser zur Erleichterung des Abpumpens der stützenden Flüssigkeit eingeleitet werden, weil hierdurch

örtlich konzentrierte Mengen von Feststoffen ausfallen und Fehlstellen im Beton bilden.

Betonminderverbrauch deutet auf Fehlstellen im Beton.

Der Mustervordruck Anhang A verlangt unter Nr 4 Angaben über Unregelmäßigkeiten der Eintauchtiefe der Betonierrohre. Es wird empfohlen, das Ansteigen des Betons und das Abschlagen der Betonierrohre nicht nur qualitativ zu verfolgen, sondern Zahlenangaben zu protokollieren. Insbesondere sollen unregelmäßige Eintauchtiefen festgehalten werden. Kleine Eintauchtiefen deuten immer auf einen nicht zufriedenstellenden Verdrängungsvorgang hin. Kurzfristig kleine Eintauchtiefen, die anschließend wieder schnell ansteigen, können häufig später in Zusammenhang mit Schadstellen im Beton gebracht werden. Bekanntlich werden Betonierrohre immer erst abgeschlagen, wenn der Beton nicht mehr fließt. Daher deutet eine notwendige kleine Eintauchtiefe darauf hin, daß sich im Bereich der Betonoberfläche Material mit hohem Fließwiderstand (z. B. Sand) befindet, das (z. B. in einem Bereich enger Bewehrung) zum Stillstand des Verdrängungsvorgangs tendiert. Eine daraufhin schnell ansteigende Eindringtiefe ist dann dadurch zu erklären, daß der Beton an einer Stelle diese Schicht durchbrochen hat oder das Betonierrohr über diese Schicht angestiegen ist, daß der Beton sie nun einschließt und darum wieder leicht fließt!

Zu Abschnitt 7.6

Wird ein Schlitz mit gebrauchter Flüssigkeit aus einem benachbarten Schlitz versorgt, der gerade betoniert wird, so sind vor Beginn des Betonierens Vorrichtungen vorzubereiten, die das Zulaufen von zementverunreinigter Flüssigkeit, Zementbrühe oder Beton verhindern, da sonst die Gefahr besteht, daß die Grenzwerte des Abschnitts 7.3 nicht eingehalten werden können. Der Zulauf an gebrauchter Flüssigkeit ist rechtzeitig vor dem Auftreten verunreinigter Flüssigkeit, mit der spätestens ab 1 m über Betonoberfläche gerechnet werden muß, abzustellen.

Auch bei Aufbereitung der gebrauchten Flüssigkeit ist darauf zu achten, daß betonverunreinigte Tonsuspension nicht zur Aufbereitung kommt, sondern beseitigt wird. Betonverunreinigte Suspensionen lassen sich auch durch Chemikalien nur schwer wieder stabilisieren.

Zu hohe Dichte ist durch Entsanden zu beseitigen. Es ist üblich, die gröbere Körnung durch Sieben, die feinere Körnung mit Zyklonen zu entfernen. Nach Korrektur der Dichte wird die Fließgrenze entweder durch Wasserzugabe oder Tonzugabe auf den Sollwert gebracht.

Die Stabilität ist erforderlichenfalls durch Zusatzmittel zu erhöhen. Im allgemeinen reicht hierfür der Zusatz von Soda (Na_2CO_3) aus. Die Dosierung muß durch Vorversuche ermittelt werden; meistens liefert eine Dosierung im Bereich zwischen 50 und 2500 g kristallwasserfreier Soda (bei Anwesenheit von Kristallwasser ist ein entsprechender Zuschlag zu machen) je m^3 Suspension eine optimale Stabi-

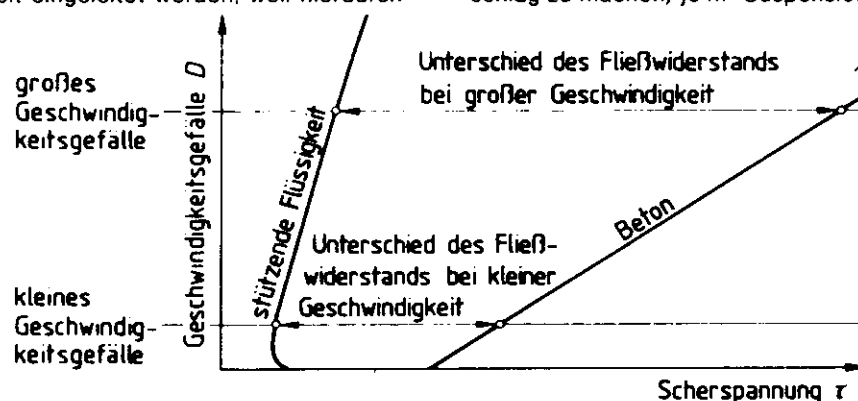


Bild 14. Fließverhalten von stützender Flüssigkeit und Beton

lität. Es ist zu berücksichtigen, daß Zusatzmittel möglicherweise wiederum die Fließgrenze verändern. Die Stabilität kann auch durch Tonzusatz (vorzugsweise Natriumbentonit) verbessert werden. Soweit hierdurch die Fließgrenze unzulässig ansteigt, kann sie durch verflüssigende Zusatzmittel korrigiert werden. Auch hierzu sind stets Vorversuche erforderlich.

Zu Abschnitt 8.1 bis Abschnitt 8.3

Der Verdrängungsvorgang wurde bereits in den Erläuterungen zu Abschnitt 7.3 und zu Abschnitt 7.5 erklärt.

Statisch-konstruktive Überlegungen müssen die Forderungen der Schlitzwandtechnologie berücksichtigen. Es nützt nämlich nicht viel, wenn an sich richtige statische Überlegungen sich bis in letzte Feinheiten auf Plänen niederschlagen, im Bauwerk dann aber die Bewehrung in Tonschlämme liegt, Stützenfüße auf Hohlräumen stehen oder gar ganze Wandbereiche überhaupt keinen Beton enthalten. Deshalb muß z. B. der Fuß einer Stütze, die in der Schlitzwand endet, keilförmig ausgebildet werden, auch wenn das dem konstruktiven Bewußtsein widerspricht. Die Aufnahme der Kräfte muß den Möglichkeiten der Schlitzwandbauweise angepaßt werden, da der umgekehrte Weg nur zu Schaden führt.

Einbauten sind im Bewehrungskorb so zu befestigen, daß außer dem Auftrieb auch die Stromungskraft aufgenommen werden kann.

Die Anforderungen der Abschnitte 8.2 und 8.3 gelten für die üblichen Bewehrungen. Sie sind ein konstruktiv sinnvoller Kompromiß. Möglichst große lichte Durchflußweiten (siehe Erläuterungen zu Abschnitt 7.2) sind nur mit großen Stabquerschnitten zu erzielen. Deshalb wird auf die Ribbreitenbeschränkung nach DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 17.6.1 im Falle der Tabelle 10, Zeilen 2 und 3 verzichtet. Die damit verbundenen Nachteile werden ausgeglichen durch die nach Tabelle 1 gegenüber DIN 1045 wesentlich vergrößerte Betondeckung.

Die lichte Durchflußweite e_1 ist nicht mit der Betondeckung identisch. An sich ist die Betondeckung nach DIN 1045 ausreichend, aber in dieser Bauweise nicht herstellbar.

e_1 muß auch gegen die Fugen zwischen den Schlitzwandelementen eingehalten werden.

Das Betonieren wird durch die Bewehrung umso mehr behindert, je höher die (thixotrop angestiegene) Fließgrenze der stützenden Flüssigkeit, je steifer der Beton und je geringer der Dichteunterschied von Beton und stützender Flüssigkeit ist. Deshalb muß die Durchflußweite e_1 und der lichte Mindestabstand der Bewehrungsstäbe e_2 mit zunehmender Fließgrenze der stützenden Flüssigkeit vergrößert werden (siehe Erläuterungen zu Abschnitt 7.3). Die maximale Fließgrenze, mit der in die Tabelle 1 einzugehen ist, ergibt sich aus Abschnitt 9.1.2 nach Zuschlag eines angemessenen Vorhaltemaßes für die unvermeidlichen Schwankungen der Fließgrenze im Baubetrieb. Solange keine genaueren Unterlagen für den Nachweis nach Abschnitt 9.1.2 vorliegen, empfiehlt es sich, die Werte der Tabelle 1, Zeile 2, zu wählen.

Aus statischen Gründen muß in den meisten Fällen die Vertikalbewehrung von Bügeln umschlossen werden (Schubbügel, Bügel in Druckgliedern oder Wänden), obwohl innenliegende Bügel und außenliegende Vertikalstäbe den Betoniervorgang begünstigen. Sollen die Vertikalstäbe ausnahmsweise außen liegen, so ist zu beachten, daß die unvermeidliche Durchbiegung der Bewehrungskörbe beim Einbau ein Ausbrechen von Vertikalstäben verursachen kann. Dies muß wegen der Unfallgefahr durch zusätzliche Maßnahmen verhindert werden.

Einspannungen mit zahlreichen langen und dicken Anschlußstäben oder zusammenfallende Kreuzungspunkte

mehrerer Bewehrungslagen sind Bewehrungskonzentrationen, die konstruktiv vermieden werden sollten.

Bei Aussparungen für Verankerungen, Decken-, Wand- und sonstige Anschlüsse braucht kein Abstand zwischen Bewehrung und Aussparung vorgesehen zu werden, wenn eine nach DIN 1045 ausreichende Betondeckung durch nachträgliche Maßnahmen erreicht wird.

Zu Abschnitt 8.4

Die Abstellkonstruktionen garantieren die planmäßige Begrenzung der Wandabschnitte und bedingen den Unterschied zwischen Primär- und Sekundärschlitzten, gegebenenfalls auch kombinierten Schlitzten (je eine Primär- und Sekundärfuge (siehe Bild 1). Sie sind nicht als Schalung zu betrachten, da sie weder betondicht sind, noch den Schalungsdruck aufnehmen können. Ihre Form dient auch nicht einer querkraftübertragenden Verzahnung der Schlitzwandelemente. Der nach dem Ziehen der Konstruktion zurückbleibende Hohlraum, der mit stützender Flüssigkeit gefüllt bleiben muß, dient vielmehr der Führung der Aushubwerkzeuge beim Aushub des Sekundärschlitzes. Er erlaubt ein leichtes Entfernen erhärteten umläufigen Betons und sichert Wandflucht und Verlauf der Fuge entsprechend den Maßabweichungen des Primärschlitzes. Derart einwandfrei hergestellte Fugen bedürfen bei Bauhilfskonstruktionen auch im Grundwasser keiner besonderen Abdichtung. Wegen der Vorteile der gezogenen Konstruktionen verdienen diese den Vorzug gegenüber im Bauwerk verbleibenden Fertigteilen. Bei Fertigteilen wird die Anzahl der Fugen verdoppelt. Umläufiger Beton stört vor allem die Fugenausbildung im Sekundärschlitz. Es sind bis heute keine Verfahren bekannt, die die Umläufigkeit des Betons in den Bereich des Sekundärschlitzes sicher verhindern können.

Die Lage der Fugen wird vor dem Aushub festgelegt. Maßabweichungen beim Aushub machen Verschiebungen der Abstellkonstruktionen aus der planmäßigen Lage notwendig. Die Bewehrungskörbe müssen durch entsprechend kleinere Maße hierauf Rücksicht nehmen. Die Bewehrung kann also nie bis in die Fuge geführt werden. Schon deshalb verbietet sich auch eine Bewehrung der Fugenverzahnung. Sind statisch wirksame Verzahnungen nicht zu umgehen, so bedarf es besonderer Überlegungen, die die Eigenart der Schlitzwandtechnik berücksichtigen, und eines erheblichen Aufwands an besonderen Maßnahmen; Schäden sind in solchen Fällen trotzdem häufig, weil sich das Verhalten von Beton und stützender Flüssigkeit in Grenzfällen oft nur schwer abschätzen läßt. Das hat sich besonders an Abstellkonstruktionen gezeigt, die zu dem Zweck hinterfüllt wurden, Umläufigkeit des Betons, Verformungen der Abstellkonstruktionen oder nachträgliche Verschiebungen der Abstellkonstruktionen aus der planmäßigen Lage zu vermeiden. Hinterfüllte Abstellkonstruktionen sollen deshalb möglichst vermieden werden.

Zu Abschnitt 8.5

In den seltenen Fällen, wo das Größtkorn des Bodens die angegebenen Maßabweichungen übersteigt, muß außerdem mit Ausbauchungen der Betonwand bis zur Größe des Größtkorns gerechnet werden.

Zu Abschnitt 9.1

Die Nachweise der Abschnitte 9.1.2 bis 9.1.3 führen in der Regel zur Festlegung eines erforderlichen Tongehalts g in kg/m^3 (siehe DIN 4127, Ausgabe August 1986, Bild 2), mit dem die stützende Flüssigkeit herzustellen ist. Bei beschwerten stützenden Flüssigkeiten, die im Nachweis des Abschnitts 9.1.1 den Flüssigkeitsdruck oder im Nachweis des Abschnitts 9.1.4 die Stützkraft vergrößern, ist auch noch ein Füllstoffgehalt g_1 in kg/m^3 mit der Korndichte ρ_{s1} zu berücksichtigen. Die Berechnung der Mischrezeptur für $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$ stützende Flüssigkeit erfolgt dann nach Tabelle 3 (Beispiel siehe Tabelle 4).

Tabelle 3. Berechnung der Mischrezeptur für 1000 l stützende Flüssigkeit

Stoff	Masse in kg	Korndichte in kg/l	Volumen in l
Ton	g	ρ'_s	$\frac{g}{\rho'_s}$
Füllstoff	g_1	ρ'_{s1}	$\frac{g_1}{\rho'_{s1}}$
Wasser	$1000 - \left(\frac{g}{\rho'_s} + \frac{g_1}{\rho'_{s1}} \right)$	1,000	$1000 - \left(\frac{g}{\rho'_s} + \frac{g_1}{\rho'_{s1}} \right)$
Stützende Flüssigkeit	$g + g_1 + 1000 - \left(\frac{g}{\rho'_s} + \frac{g_1}{\rho'_{s1}} \right)$	$\frac{g + g_1 + 1000 - \left(\frac{g}{\rho'_s} + \frac{g_1}{\rho'_{s1}} \right)}{1000}$	1000

Tabelle 4. Beispiel für die Berechnung der Mischrezeptur

Stoff	Masse in kg	Korndichte in kg/l ³	Volumen in l
Schlitzwandton DIN 4127-42-115-37-60	45**)	2,58 ***)	$\frac{45}{2,58} = 17$
Feinsand	116**)	2,66 ***)	$\frac{116}{2,66} = 44$
Wasser	939	1,000*)	$1000 - 17 - 44 = 939$
Stützende Flüssigkeit	$45 + 116 + 939 = 1100$	$\frac{1100}{1000} = 1,100$	1000*)

*) Diese Zahlenwerte liegen von vornherein fest
 **) Diese Zahlenwerte haben sich aus den erforderlichen Nachweisen ergeben
 ***) Diese Zahlenwerte wurden bei der Eignungsprüfung der Baustoffe bestimmt

Zu Abschnitt 9.1.1

Beispiele für den möglichen Zutritt von Grundwasser in den Schlitz zeigen die Bilder 15 und 16

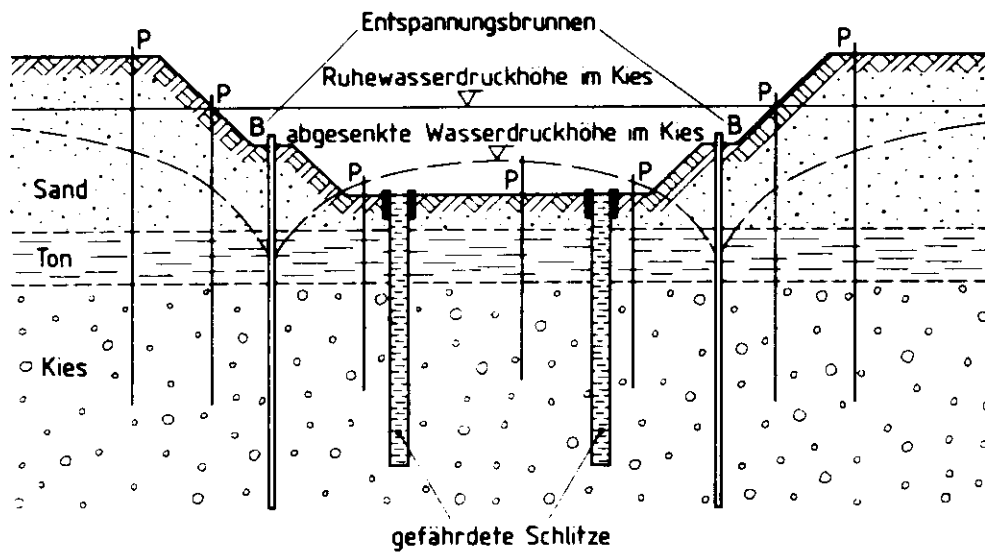


Bild 15. Gespanntes Grundwasser trotz Grundwasserabsenkung

P = Pegel

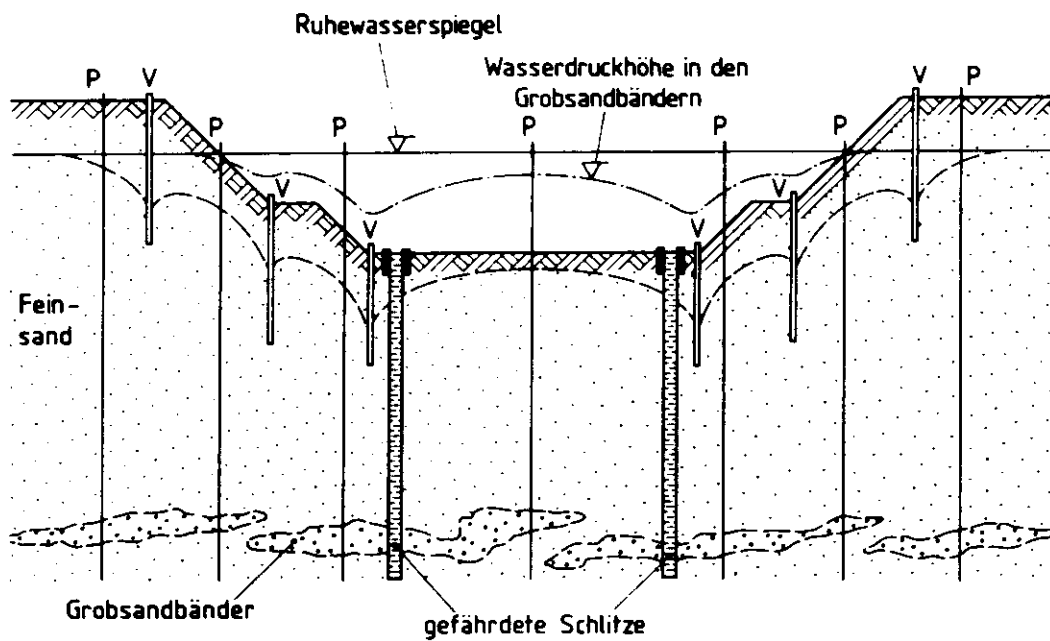


Bild 16. Möglicher Zutritt von Grundwasser in den Schlitz trotz Vakuumwasserhaltung

P = Pegel

V = Vakuumlanze

DIN 4126

Zu Abschnitt 9.1.2

Das erforderliche Druckgefälle erhält man aus der Größen-gleichung

$$\text{erf } f_{s0} = \frac{\gamma''}{\tan \alpha \varphi} \quad (19)$$

Das vorhandene Druckgefälle vorh f_{s0} erhält man aus der maßgebenden Korngröße d_{10} des Bodens und der Fließgrenze τ_F der stützenden Flüssigkeit nach der Größen-gleichung

$$\text{vorh } f_{s0} = \frac{2 \tau_F}{d_{10}} \quad (20)$$

In dieser Gleichung ist durch den Koeffizienten 2 bereits die Standardabweichung der Versuche berücksichtigt. Für die Mittelwerte der Versuche gilt

$$\text{vorh } f_{s0} = \frac{3,5 \tau_F}{d_{10}} \quad (21)$$

Für 2fache Sicherheit ist

$$\text{vorh } f_{s0} = 2 \text{ erf } f_{s0} \quad (22)$$

zu setzen. Aus dieser Gleichung folgt unmittelbar die Bedingung der Norm.

Diese Bedingung ist eingehalten, wenn die Mindestfließgrenzen τ_F nach Tabelle 5 während der Aushubarbeiten nicht unterschritten werden.

Tabelle 5. Mindestfließgrenzen τ_F in Abhängigkeit von der Bodenart

Zeile	d_{10} in mm	min τ_F in N/m ² während der Aushubarbeiten	Bodenart z. B.
1	$\leq 0,6$	10	Mittelsand
2	≤ 2	30	Kies mit mindestens 10% Sand
3	≤ 5	70	Kies mit weniger als 10% Sand, aber mit mindestens 15% Feinkies

Folgende Merkmale und Eigenschaften des Bodens sind zu beachten, wenn beurteilt werden soll, ob er gleichartig oder günstiger ist als der Boden, in dem positive Erfahrungen vorliegen:

- Bodengruppe nach DIN 18 196, maßgebende Korngröße d_{10}
- Lagerungsdichte bzw. Konsistenz
- Schichtmächtigkeiten
- Struktur
- Geologische Herkunft und Vorbelastung
- Diagenetische Verfestigung (Verkittung)
- Grundwasserstand
- Chemische Bestandteile in Boden und Grundwasser

Zu Abschnitt 9.1.3

Der Verlust an stützender Flüssigkeit wird aus dem Volumen des Bodens, in den die Flüssigkeit eindringt, durch Multiplikation mit dessen Porenanteil n berechnet. Meist genügt es, eine Abschätzung mit einem geschätzten $n = 0,25$ vorzunehmen. Nur wenn eine kritische Größenordnung erreicht wird, ist es sinnvoll, mit einem genaueren Wert für n zu rechnen (n kann je nach Boden zwis-

chen 0,1 und 0,4 liegen). Die Eindringtiefe s der Flüssigkeit wird nach der Gleichung

$$s = \frac{\Delta p d_{10}}{2 \tau_F} \quad (23)$$

sicher abgeschätzt, da im Mittel nur die Eindringtiefe

$$s = \frac{\Delta p d_{10}}{3,5 \tau_F} \text{ auftritt (siehe Erläuterungen zu Abschnitt 9.1.2).}$$

Δp ist der Druck der stützenden Flüssigkeit abzüglich des Grundwasserdrucks.

Zu Abschnitt 9.1.4

Die absolute Größe des Sicherheitsbeiwertes nach den beiden Definitionen ist bei einem aktiven Erddruckfall nicht wesentlich unterschiedlich im für den Nachweis maßgebenden Bereich, sodaß beide Sicherheitsdefinitionen im Hinblick auf die Unterschiede in den Rechenverfahren bei Vorgabe der gleichen Sicherheitsbeiwerte verwendet werden können.

Beim Nachweis ausreichender Sicherheit durch einen Probeschlitz kann der Sicherheitsbeiwert beim Versuch dadurch berücksichtigt werden, daß durch einen tieferen Spiegel der stützenden Flüssigkeit, durch eine größere Länge des Schlitzes oder durch zusätzliche seitliche Auflasten um den Sicherheitsbeiwert η ungünstigere Verhältnisse geschaffen werden als bei der späteren Ausführung der Schlitzte. Der Vergleich zwischen Versuch und Ausführung und der Nachweis des Sicherheitsbeiwerts kann nur rechnerisch geführt werden. Der Versuch ersetzt also nur die Bestimmung der Dichte und der Scherparameter des Bodens und die Berechnung des Erddrucks.

Zu Abschnitt 9.1.4.2, Absatz 2

Die Gleichung (7) zur Berechnung des Druckgefälles gilt näherungsweise nur für die reine Bentonitsuspension. Der Nachweis der Verminderung der Eindringtiefe der stützenden Flüssigkeit in den Boden bei Zusatz von Füllstoffen oder Zusatzmitteln kann beispielsweise experimentell mit Hilfe des Geräts nach Bild 13 erfolgen.

Zu Abschnitt 9.1.4.2, Absatz 4 und Abschnitt 9.1.4.3, Absatz 2

Diese Abschnitte berücksichtigen, daß die Leitwand bei entsprechender Ausbildung die jeweiligen Erddrücke aufnimmt und nicht die stützende Flüssigkeit.

Zu Abschnitt 9.2.2

Durch den Verzicht auf Bemessung nach den Betonfestigkeitsklassen B 35 und höher soll vermieden werden, daß eine Entwicklung zu filigranen und stark bewehrten Schlitzwänden einsetzt, was in Widerspruch zu den Abschnitten 8.1 und 8.3 stünde. Die Norm untersagt nicht, Beton höherer Festigkeitsklassen als B 25 herzustellen.

Zu Abschnitt 9.2.3

In der Regel kann davon ausgegangen werden, daß die 30-Stunden-Frist eingehalten wird. Sollte dies wegen unvorhersehbarer Verzögerungen an einzelnen Elementen einer durchgehenden Schlitzwand ausnahmsweise nicht der Fall sein, so ist dies im allgemeinen unbedenklich. Die Norm regelt den Fall, daß bereits die Baugrundaufschlüsse erkennen lassen, daß mit Verzögerungen des Bauablaufes zu rechnen ist, z. B. durch Findlinge, Felsbänke oder andere Hindernisse. Gegebenenfalls ist ein neuer Standsicherheitsnachweis erforderlich, wenn sich erst bei Baubeginn herausstellt, daß mit Verzögerungen zu rechnen ist. Im übrigen gilt die Abminderung des Wandreibungswinkels nur für die Bereiche der Wand, in denen die 30-Stunden-Frist nicht eingehalten werden kann.

Internationale Patentklassifikation

E 02 D 5/18 G 01 N 11/10

232342

**DIN 4232 – Wände aus Leichtbeton
mit haufwerksporigem Gefüge;
Bemessung und Ausführung**

RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung,
Wohnen und Verkehr v. 21. 3. 1988 –
V B 2 – 463.106

1 Die Norm

DIN 4232, Ausgabe September 1987

– Wände aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge; Bemessung und Ausführung –

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt; soweit sie Prüfbestimmungen enthält, wird sie als Richtlinie für die Überwachung nach § 24 der Landesbauordnung anerkannt. Die Ausgabe September 1987 der Norm DIN 4232 gilt nur für werkmäßig hergestellte Wände; sie ersetzt die Ausgabe Dezember 1978, die nur für Ortbetonwände galt und mit RdErl. v. 24. 9. 1979 bauaufsichtlich eingeführt worden ist.

Anlage Die Norm ist als Anlage abgedruckt.

- 2** Nach § 24 der Verordnung über bautechnische Prüfungen (BauPrüfVO) vom 6. Dezember 1984 dürfen vorgefertigte Wände aus Leichtbeton nur verwendet werden, wenn ihre Herstellung einer Überwachung, bestehend aus Eigen- und Fremdüberwachung, unterliegt.
- 3** Der RdErl. v. 24. 9. 1979 (SMBL NW. 232342), mit dem DIN 4232, Ausgabe Dezember 1978 bauaufsichtlich eingeführt worden war, wird hiermit aufgehoben.
- 4** Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen – Anlage zum RdErl. v. 22. 3. 1985 (SMBL NW. 2323) – erhält in Abschnitt 5.3 folgende Fassung:

Spalte 1: 4232

Spalte 2: September 1987

Spalte 3: Wände aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge; Bemessung und Ausführung

Spalte 4: 21. 3. 1988

Spalte 5: MBl. NW. S. 520/
SMBL NW. 232342

Spalte 6: x

DK 692.23-033.33:691.327.3:666.973.4

DEUTSCHE NORM

September 1987

Wände aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge Bemessung und Ausführung

DIN
4232

Walls of no fines lightweight concrete; design and construction

Ersatz für Ausgabe 12.78

Murs en béton léger de structure poreuse; dimensionnement et exécution

Diese Norm wurde vom Fachbereich VII Beton- und Stahlbetonbau/Deutscher Ausschuß für Stahlbeton des NABau ausgearbeitet.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; dies gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe ... „last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Inhalt

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Anwendungsbereich 2 Begriff 3 Werke 4 Baustoffe <ul style="list-style-type: none"> 4.1 Zement 4.2 Zuschlag 4.3 Zugabewasser 4.4 Leichtbeton <ul style="list-style-type: none"> 4.4.1 Allgemeines 4.4.2 Festigkeitsklassen und ihre Anwendung 4.4.3 Rohdichteklassen 4.4.4 Betonzusammensetzung 4.5 Betonstahl 5 Herstellen und Verarbeiten des Leichtbetons <ul style="list-style-type: none"> 5.1 Herstellen 5.2 Verarbeiten <ul style="list-style-type: none"> 5.2.1 Einbringen und Verteilen 5.2.2 Verdichten 6 Bauliche Durchbildung <ul style="list-style-type: none"> 6.1 Mindestmaße von Wänden und Pfeilern <ul style="list-style-type: none"> 6.1.1 Mindestdicke von Wänden 6.1.2 Mindestquerschnitte von Tür- und Fensterpfeilern 6.2 Knickaussteifung 6.3 Querschnittsschwächungen 6.4 Tür- und Fensterstürze 6.5 Kellerwände 6.6 Maßnahmen gegen Schwind- und Temperaturrisse 6.7 Ringanker 6.8 Öffnungen 6.9 Korrosionsschutz der Bewehrung <ul style="list-style-type: none"> 6.9.1 Allgemeines 6.9.2 Korrosionsschutz durch Einbetten in Beton mit geschlossenem Gefüge 6.9.3 Korrosionsschutz durch Überzüge auf Zementbasis 6.9.4 Korrosionsschutz durch Kunststoffüberzüge oder Verzinkung 6.10 Betondeckung 6.11 Verankerung der Bewehrung | <ul style="list-style-type: none"> 6.12 Schutz gegen Durchfeuchtung 6.13 Vergußnuten 6.14 Einbau der Wandtafeln 6.15 Verbindungen <ul style="list-style-type: none"> 6.15.1 Verbindung der Wandtafeln untereinander 6.15.2 Verbindung von Wänden und Decken 7 Nachweis der Standsicherheit <ul style="list-style-type: none"> 7.1 Räumliche Steifigkeit und Stabilität 7.2 Berechnungsgrundlagen <ul style="list-style-type: none"> 7.2.1 Ausmitte des Lastangriffs 7.2.2 Knicklänge 7.2.3 Zulässige Druckspannungen 7.2.4 Aufnahme der Schubkräfte <ul style="list-style-type: none"> 7.2.4.1 Schubspannungen in den Wandtafeln 7.2.4.2 Wandscheiben 7.2.4.3 Zulässige Schubspannungen in den waagerechten Fugen zwischen den Wandtafeln und den Decken 7.2.4.4 Zulässige Schubspannungen in den lotrechten Fugen 8 Nachweis der Güte <ul style="list-style-type: none"> 8.1 Nachweis der Festigkeitsklasse und der Rohdichteklasse <ul style="list-style-type: none"> 8.1.1 Grundlage und Prüfungen 8.1.2 Eignungsprüfung 8.1.3 Güteprüfung <ul style="list-style-type: none"> 8.1.3.1 Nachweis der Druckfestigkeit und der Beton-Trockenrohdsichte 8.1.3.2 Anforderungen an die Druckfestigkeit 8.1.3.3 Anforderungen an die Beton-Trockenrohdsichte 8.2 Nachweis des Korrosionsschutzes bei Überzügen auf Zementbasis <ul style="list-style-type: none"> 8.2.1 Allgemeines 8.2.2 Probenherstellung und -vorbereitung 8.2.3 Kurzzeitprüfung 8.2.4 Langzeitprüfung 9 Überwachung <ul style="list-style-type: none"> 9.1 Allgemeines 9.2 Eigenüberwachung 9.3 Fremdüberwachung 10 Kennzeichnung und Lieferschein |
|---|---|

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für unbewehrte¹⁾ Wände aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge. Die Wände werden als geschoßhohe und großformatige Fertigteile werkmäßig hergestellt. Sie dürfen nur bei vorwiegend ruhenden Lasten nach DIN 1055 Teil 3/06.71, Abschnitt 1.4, in Gebäuden bis zu vier Vollgeschossen, unter Umweltbedingungen nach DIN 1045/12.78, Tabelle 10, Zeilen 1 bis 3, verwendet werden.

2 Begriff

Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge nach dieser Norm ist Beton mit Zuschlag mit porigem und/oder dichtem Gefüge, der nur soviel Feinmörtel besitzt, daß dieser die Zuschlagkörner umhüllt, jedoch die Hohlräume zwischen den Körnern nach dem Verdichten nicht ausfüllt.

3 Werke

Für Personal und Ausstattung von Werken, die Leichtbeton herstellen und/oder verarbeiten, gilt DIN 1045/12.78, Abschnitt 5, sinngemäß.

4 Baustoffe

4.1 Zement

Bei der Betonherstellung ist Zement nach DIN 1164 Teil 1 zu verwenden.

4.2 Zuschlag

Der Zuschlag muß DIN 4226 Teil 1 oder Teil 2 entsprechen. Das zulässige Größtkorn richtet sich nach der Wanddicke. Bei Wanddicken bis 18 cm soll das Größtkorn des Zuschlags 16 mm nicht überschreiten.

4.3 Zugabewasser

Das Zugabewasser muß den Anforderungen nach DIN 1045/12.78, Abschnitt 6.4 entsprechen.

4.4 Leichtbeton

4.4.1 Allgemeines

Der Leichtbeton wird nach seiner Zuordnung zu einer Festigkeitsklasse nach Abschnitt 4.4.2, zu einer Rohdichteklasse nach Abschnitt 4.4.3 und erforderlichenfalls durch den Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108 Teil 4 bezeichnet.

4.4.2 Festigkeitsklassen und ihre Anwendung

(1) Der Leichtbeton wird nach seiner bei der Güteprüfung (siehe DIN 1045) im Alter von 28 Tagen an Würfeln von 200 mm Kantenlänge ermittelten Druckfestigkeit in Festigkeitsklassen LB 2 bis LB 8 eingeteilt (siehe Tabelle 1).

(2) Werden zum Nachweis der Druckfestigkeit Würfel mit 150 mm Kantenlänge verwendet, so darf die Beziehung $\beta_{W200} = 0,95 \beta_{W150}$ benutzt werden.

4.4.3 Rohdichteklassen

Der Leichtbeton wird nach Tabelle 2 in die Rohdichteklassen 0,5 bis 2,0 eingeteilt. Für die Zuordnung des Leichtbetons zu einer der Rohdichteklassen ist seine Trockenrohddichte ρ_d maßgebend.

¹⁾ Abgesehen von Bewehrung nach den Abschnitten 6.4, 6.7, 6.8, 6.15 und 7.2.4.2.

Tabelle 1. Festigkeitsklassen

Spalte	1	2	3
Zeile	Festigkeitsklasse	Nennfestigkeit β_{WN} (Mindestwert für die Druckfestigkeit β_{W28} jedes Würfels) N/mm ²	Serienfestigkeit β_{WS} (Mindestwert für die mittlere Druckfestigkeit β_{Wm} jeder Würfelserie) N/mm ²
1	LB 2	2,0	4,0
2	LB 5	5,0	8,0
3	LB 8	8,0	11,0

Tabelle 2. Rohdichteklassen

Spalte	1	2
Zeile	Rohdichteklasse	Grenzen des Mittelwertes der Beton-Trockenrohddichte ρ_d kg/dm ³
1	0,5	0,41 bis 0,50
2	0,6	0,51 bis 0,60
3	0,7	0,61 bis 0,70
4	0,8	0,71 bis 0,80
5	0,9	0,81 bis 0,90
6	1,0	0,91 bis 1,00
7	1,2	1,01 bis 1,20
8	1,4	1,21 bis 1,40
9	1,6	1,41 bis 1,60
10	1,8	1,61 bis 1,80
11	2,0	1,81 bis 2,00

4.4.4 Betonzusammensetzung

Die für die jeweilige Festigkeitsklasse bzw. Rohdichteklasse erforderliche Betonzusammensetzung ist aufgrund einer Eignungsprüfung nach Abschnitt 8.1.2 festzulegen.

4.5 Betonstahl

Es ist Betonstahl nach DIN 488 Teil 1 zu verwenden.

5 Herstellen und Verarbeiten des Leichtbetons

5.1 Herstellen

(1) Die Bestandteile müssen so zugegeben werden, daß die aufgrund der Eignungsprüfung festgelegte Zusammensetzung eingehalten wird. Wird der Zuschlag durch Wägung abgemessen, so sind sein Feuchtegehalt und seine Dichte (Kornrohddichte oder Schüttdichte) in angemessenen Abständen nachzuprüfen und Veränderungen beim Abmessen zu berücksichtigen. Schwankungen im Feuchtegehalt des Zuschlags sind auch bei der Wassergabe zu berücksichtigen.

(2) Die Verwendung von Transportbeton ist nur zulässig, wenn der Leichtbeton als werkgemischter Beton in Mischfahrzeugen zum Fertigteilwerk gebracht wird.

(3) Beton aus wenig festem und leicht abreibbarem Zuschlag (z.B. Naturbims und weicher Ziegelsplitt) darf wegen der Gefahr des Abriebes während der Fahrt nicht gerührt werden. Die Fahrdauer ist auf 45 min zu beschränken.

5.2 Verarbeiten

5.2.1 Einbringen und Verteilen

Der Leichtbeton ist in gleichmäßigen, waagerechten Lagen in die Schalung zu schütten. Bei stehender Fertigung dürfen diese Lagen höchstens 30 cm dick sein und müssen auch unter Fenstern und anderen Öffnungen ohne Unterbrechung durchlaufen. Die Anordnung von Beobachtungsöffnungen kann zweckmäßig sein.

5.2.2 Verdichten

Der Beton ist so zu verdichten, daß ein möglichst gleichmäßiges Betongefüge entsteht, das dem bei der Eignungsprüfung vorhandenen entspricht und das ausreichende und möglichst gleichmäßige Festigkeiten erwarten läßt, ohne daß die Haufwerksporigkeit verlorengeht. Ein besonders sorgfältiges Einbringen des Betons ist in Schalungsecken und entlang der Schalung notwendig.

6 Bauliche Durchbildung

6.1 Mindestmaße von Wänden und Pfeilern

6.1.1 Mindestdicke von Wänden

(1) Sofern mit Rücksicht auf die Standsicherheit, die Montage, den Wärme-, Schall- oder Brandschutz keine dickeren Wände erforderlich sind, richtet sich die Mindestdicke d von Wänden nach Tabelle 3.

(2) Wände, die nach Abschnitt 7.2.2 als drei- oder vierseitig gehalten gelten sollen, müssen jedoch den Anforderungen nach Tabelle 4 entsprechen.

(3) Die Anforderungen nach Tabelle 4 müssen auch erfüllt sein, wenn nach Abschnitt 7.1 auf den Nachweis der räumlichen Steifigkeit und Stabilität verzichtet werden darf.

Tabelle 3. **Mindestdicke d von Wänden**

Spalte	1	2	3
Zeile	Wandart		d cm min.
1		allgemein	12
2	tragende Wände	nur zur Knickaussteifung tragender Wände	10
3	nichttragende Wände	leichte Trennwände	8

6.1.2 Mindestquerschnitte von Tür- und Fensterpfeilern

Es muß ein Mindestquerschnitt von 500 cm² vorhanden sein, wobei eine Mindestbreite von 25 cm nicht unterschritten werden darf.

6.2 Knickaussteifung

(1) Je nach der Anzahl der rechtwinklig zur Wandebene unverschieblich gehaltenen Ränder (z.B. durch Decken und Wandscheiben) wird zwischen zwei-, drei- und vierseitig gehaltenen Wänden unterschieden.

(2) Bei dreiseitig gehaltenen Wänden darf der Abstand des freien Randes der tragenden Wand von der Mittelebene der aussteifenden Wand höchstens gleich der Geschoßhöhe h_s , aber nicht mehr als 4 m sein.

(3) Bei vierseitig gehaltenen Wänden darf der Mittenabstand der aussteifenden Querwände höchstens das zweifache der Geschoßhöhe h_s , aber nicht mehr als 8 m betragen.

(4) Haben vierseitig gehaltene Wände Öffnungen, deren lichte Höhe größer als $\frac{1}{3}$ der Geschoßhöhe oder deren Gesamtfläche größer als $\frac{1}{10}$ der Wandfläche ist, so sind die Wandteile zwischen Öffnungen und aussteifender Wand als dreiseitig gehalten anzusehen. Für die Wandteile zwischen den Öffnungen gilt Abschnitt 7.2.2 Absatz 3.

Tabelle 4. **Anforderungen an tragende Wände, die nach Abschnitt 7.2.2 als drei- oder vierseitig gehalten gelten sollen oder die nach Abschnitt 7.1 zur Gebäudeaussteifung herangezogen werden**

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Wandarten	Wanddicke d cm	Abstand der aussteifenden Querwände m	Anforderungen an die Geschoßdecke l m
1	einschalige Außenwände	20	$\leq 8,0$	keine
2	Innenschale zweischaliger Außenwände	17,5	$\leq 6,0$	keine
3		15	$\leq 6,0$	$l \leq 4,5$
4	tragende Innenwände	20	$\leq 8,0$	keine
5		17,5	$\leq 6,0$	keine
6		15	$\leq 6,0$	$l \leq 4,5$
7		12	$\leq 4,5$	$l \leq 4,5$ durchlaufend: $0,7 \leq l_1/l_2 \leq 1,42$
l Stützweite der belastenden Deckenplatte; bei kreuzweise gespannten Deckenplatten die kleinere Stützweite l_1, l_2 Stützweiten der beiden angrenzenden Deckenplatten rechtwinklig zur Wand				

- (5) Die Länge aussteifender Wände muß mindestens $\frac{1}{5}$ der Geschoßhöhe h_s , darf jedoch nicht weniger als 0,5 m betragen. Bei aussteifenden Querwänden mit Öffnungen müssen Öffnungen einen Abstand von mindestens $\frac{1}{5}$ ihrer lichten Höhe h_s (siehe Bild 1) von der auszusteifenden Wand haben.
- (6) Die aussteifende Wand ist mit den auszusteifenden Wänden nach Abschnitt 6.15.1 zu verbinden.

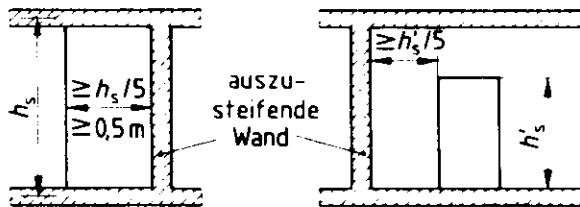


Bild 1. Mindestlänge aussteifender Wände

6.3 Querschnittsschwächungen

- (1) In tragenden Wänden, deren Dicke $d \leq 15$ cm ist, sind Schlitzte unzulässig.
- (2) Schlitzte sind durch Einlegen von Leisten auszusparen.
- (3) Ein nachträgliches Einstemmen von Schlitzten ist unzulässig.
- (4) Das nachträgliche Einfräsen ist nur bei lotrechten Schlitzten zulässig.
- (5) Schlitzte müssen von den Rändern der Wandtafeln einen Abstand von mindestens $1,5 d$ haben.
- (6) In tragenden Wänden sind waagerechte und schräge Schlitzte bei der Bemessung nach Abschnitt 7.2.3 zu berücksichtigen.
- (7) Lotrechte Schlitzte dürfen bei der Bemessung unberücksichtigt bleiben, wenn ihre Tiefe höchstens $\frac{1}{5}$ der Wanddicke, aber nicht mehr als 3 cm, ihre Breite höchstens gleich der Wanddicke ist und ihr gegenseitiger Abstand mindestens 1 m beträgt.

6.4 Tür- und Fensterstürze

- (1) Stürze über Türen und Fenstern mit einer lichten Weite bis zu 1,5 m dürfen in Gebäuden mit Verkehrslasten bis zu $2,75 \text{ kN/m}^2$ (einschließlich der dazugehörigen Flure) aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge hergestellt werden, wenn sie innerhalb eines Wandelementes liegen und gleichzeitig mit diesem betoniert werden. Eine Belastung von Leichtbetonstürzen durch Einzellasten von zusammen mehr als 10 kN ist nicht zulässig.

- (2) Die Höhe der Stürze richtet sich nach Tabelle 5.

Tabelle 5. Höhe von Tür- und Fensterstürzen aus haufwerksporigem Leichtbeton

Spalte	1	2	3
Zeile	lichte Weite der Wandöffnung m	Belastung	Mindesthöhe cm
1	≤ 1,00	nach Absatz 1	20
2	≤ 1,50		40
3		parallel gespannte Decken	30

- (3) In Stürzen sind mindestens 2 Stäbe mit $d_s = 14$ mm oder eine gleichwertige Bewehrung anzuordnen.
- (4) Die Stürze dürfen nicht zur Übertragung von Schubkräften aus Scheibenwirkung herangezogen werden.

6.5 Kellerwände

Für Umfassungswände des Kellergeschosses und des Sockels dürfen bis mindestens 30 cm über dem angrenzenden Gelände nur die Festigkeitsklassen LB 5 und LB 8 verwendet werden.

6.6 Maßnahmen gegen Schwind- und Temperaturrisse

Zur Vermeidung grober Schwind- und Temperaturrisse sind Maßnahmen nach DIN 1045/12.78, Abschnitt 14.4, vorzusehen.

6.7 Ringanker

- (1) In die Außen- und Querwände, die zur Gebäudeaussteifung dienen, sind als Ringanker in Höhe jeder Decke zwei den Gebäudeteil umlaufende Bewehrungsstäbe mit $d_s \geq 12$ mm zu legen.
- (2) Kann eine Unterbrechung der Ringanker (z. B. im Bereich von Treppenhäusern) nicht vermieden werden, so ist die Ringankerwirkung auf andere Weise sicherzustellen.
- (3) Die Ringanker dürfen mit den Massivdecken oder etwaigen Stahlbetonfensterstürzen vereinigt und in Wänden, die mit der Hauptbewehrung der Massivdecken gleichlaufen, weggelassen werden, wenn diese Decken und ihre Bewehrung auf der ganzen Länge der Umfassungswand oder zwischen den Trennfugen ohne Unterbrechung ihrer Bewehrung durchlaufen und außerdem bis nahe zur Außenkante dieser Wände reichen. Stahlsteindecken und Hohlstreife anderer Decken sind dabei innerhalb der Wände durch Vollbetonstreifen zu ersetzen.
- (4) Bei eingeschossigen Gebäuden und über dem obersten Geschoß zweigeschossiger Gebäude dürfen Holzbalkendecken verwendet werden, deren Scheibensteifigkeit in beiden Hauptachsrichtungen (längs und quer zur Spannrichtung) durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen ist. In diesem Falle dürfen ausreichend zugfest ausgebildete Holzbalken als Ringanker herangezogen werden. Eine ausreichende Verankerung mit der Wand und der Decke muß in der statischen Berechnung nachgewiesen werden.
- (5) Bei Verbindungen nach Bild 2 sind je Ankerschraube folgende Lasten zulässig

- waagerechte Lasten quer zur Wandebene:

$$F_{Hq} = 1 \text{ kN}$$

- waagerechte Lasten in Wandebene:

$$F_{Hl} = 2 \text{ kN}$$

- senkrechte Lasten:

$$F_v = 5 \text{ kN}$$

6.8 Öffnungen

Ränder von Öffnungen in Wänden sind durch Bewehrung von mindestens 2 Stäben $d_s = 10$ mm oder eine gleichwertige Bewehrung einzufassen. Die Sturzbewehrung nach Abschnitt 6.4 darf hierbei angerechnet werden.

6.9 Korrosionsschutz der Bewehrung

6.9.1 Allgemeines

- (1) Die nach den Abschnitten 6.4, 6.7, 6.8, 6.15 und 7.2.4.2 erforderlichen Bewehrungsstäbe müssen dauerhaft gegen Korrosion geschützt werden.
- (2) Transportbewehrung muß nicht gegen Korrosion geschützt werden, wenn sie im mittleren Drittel der Wanddicke angeordnet ist.
- (3) Der Korrosionsschutz kann durch Einbetten in Beton mit geschlossenem Gefüge, durch Überzüge auf Zementbasis oder durch andere geeignete Überzüge auf den Bewehrungsstäben erreicht werden.

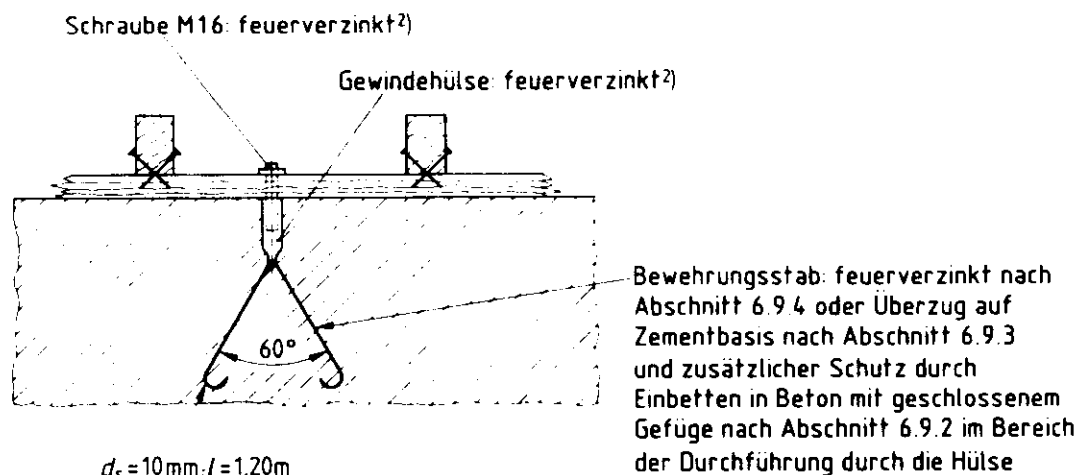


Bild 2. Deckenanschluß

6.9.2 Korrosionsschutz durch Einbetten in Beton mit geschlossenem Gefüge

Die Bewehrungsstäbe sind unmittelbar vor dem Einbringen des Betons mit dicksäimigem Zementleim zu umhüllen und beim Betonieren allseits in Beton mit geschlossenem Gefüge einzubetten. Die Mindestdicke der Einbettung in Beton mit geschlossenem Gefüge muß nach allen Seiten bei Umweltbedingungen nach DIN 1045/12.78, Tabelle 10, Zeilen 1 und 2, 20 mm und bei Umweltbedingungen nach Zeile 3 mindestens 25 mm betragen. Der wirksame Wasser-Zement-Wert des zur Einbettung verwendeten Betons darf nicht größer als 0,60 sein.

6.9.3 Korrosionsschutz durch Überzüge auf Zementbasis
Bewehrungsstäbe, die nicht nach Abschnitt 6.9.2 in Beton mit geschlossenem Gefüge eingebettet werden, sind, sofern sie nicht nach Abschnitt 6.9.4 gegen Korrosion geschützt werden, vor dem Einbau mit einem korrosionsschützenden Überzug auf Zementbasis zu versehen. Vor dem Aufbringen der Schutzmasse dürfen die Bewehrungsstäbe auf ihrer gesamten Oberfläche nur leichten Rostanflug aufweisen. Bewehrungsstäbe mit Blätterrost oder Rostnarben dürfen nicht verwendet werden. Die Eignung des Korrosionsschutzüberzuges ist von der fremdüberwachenden Stelle nach Abschnitt 8.2 zu beurteilen.

6.9.4 Korrosionsschutz durch Kunststoffüberzüge oder Verzinkung

Bei Korrosionsschutz durch Kunststoffüberzüge oder durch Verzinkung ist der Nachweis der Brauchbarkeit zu erbringen (z.B. durch Vorlegen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung).

6.10 Betondeckung

Das Mindestmaß der Betondeckung muß zur Sicherstellung des Verbundes allseits 20 mm betragen.

6.11 Verankerung der Bewehrung

Im haufwerksporigen Leichtbeton sind alle Bewehrungsstäbe durch Haken zu verankern. Dabei müssen die Biegerollendurchmesser d_{br} mindestens $4,0 d_s$, der Biegewinkel α mindestens 150° und die freie Schenkellänge $\bar{u}$ mindestens $5 d_s$ betragen (siehe DIN 1045/12.78, Tabelle 20, Zeile 2).

6.12 Schutz gegen Durchfeuchtung

(1) Bei Außenwänden oder bei Umweltbedingungen nach DIN 1045/12.78, Tabelle 10, Zeile 3, ist ein Feuchteschutz erforderlich, z.B. durch einen Putz nach DIN 18 550 Teil 1/01.85, Tabelle 3 bzw. Tabelle 5, oder durch Verblendmauerwerk nach DIN 1053 Teil 1/11.74, Abschnitt 5.2.1.

(2) Kellerwände sind nach DIN 18 195 Teil 4, Teil 5 oder Teil 6 gegen das Eindringen von Feuchte abzudichten.

6.13 Vergußnuten

Die Wandtafeln tragender Wände sind an den vertikalen Stirnseiten mit Vergußnuten auszuführen, deren Breite mindestens gleich der halben Wanddicke ist und deren Tiefe mindestens 40 mm beträgt.

6.14 Einbau der Wandtafeln

(1) Die Wandtafeln müssen in ihrer ganzen Länge und Dicke in ein waagerechtes Mörtelbett aus Zementmörtel nach DIN 1045/12.78, Abschnitt 6.7.1, versetzt werden. Die senkrechten Vergußnuten zwischen den Wandtafeln sind mit einem Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge, mindestens der Festigkeitsklasse LB 15 nach DIN 4219 Teil 1 mit einem Größtkorndurchmesser von 4 mm auszufüllen.

(2) Die Verbindung der Wandtafeln untereinander sowie der Wandtafeln mit den Decken muß nach Abschnitt 6.15 erfolgen.

(3) Wandtafeln, deren statische Wirksamkeit durch Beschädigungen beeinträchtigt ist, dürfen nicht eingebaut werden.

6.15 Verbindungen

6.15.1 Verbindung der Wandtafeln untereinander

(1) Die Wandtafeln sind untereinander mindestens in den Drittelpunkten der Wandhöhe (Höchstabstand 1,0 m) durch Betonstahlschlaufen mit $d_s \geq 6 \text{ mm}$ und einer Schenkellänge von mindestens 30 cm zu verbinden.

(2) In den vertikalen Vergußfugen ist zur Aufnahme der Spaltzugkräfte im Vergußbeton eine Querbewehrung von mindestens 1 Stab mit $d_s \geq 8 \text{ mm}$ anzuordnen, der durch die sich überlappenden Schlaufen gesteckt wird.

6.15.2 Verbindung von Wänden und Decken

(1) Die Verbindung zwischen den Wandtafeln und der darüberliegenden Decke muß durch rechtwinklig gebogene Bewehrungsstäbe mit $d_s \geq 6 \text{ mm}$ und einer Schenkellänge von mindestens 50 cm im Abstand von höchstens 1 m oder durch eine gleichwertige Verbindung (z.B. nach Bild 3) erfolgen. Bei der obersten Decke ist die Sicherheit gegen Windsog nachzuweisen.

(2) Bei Holzbalkendecken gilt Abschnitt 6.7, Absätze 4 und 5.

²⁾ Mindestzinkschichtdicke $50 \mu\text{m}$ (örtlich) bzw. 400 g/m^2 (im Mittel).

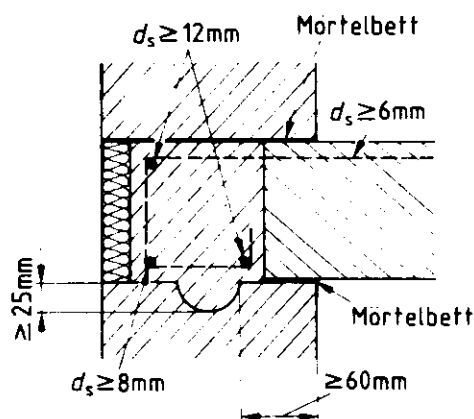


Bild 3. Beispiel für die Verbindung von Wänden und Decken

7 Nachweis der Standsicherheit

7.1 Räumliche Steifigkeit und Stabilität

(1) Für den Nachweis der räumlichen Steifigkeit und Stabilität gilt DIN 1045/12.78, Abschnitt 15.8, sinngemäß.

(2) Bei großer Nachgiebigkeit der aussteifenden Bauteile muß der Einfluß der Formänderungen bei der Ermittlung der Schnittgrößen berücksichtigt werden. Dieser Nachweis darf bei Gebäuden mit Geschoßhöhen bis zu 3 m entfallen, wenn die Bedingungen nach Absatz 4 eingehalten sind. Dieser Nachweis darf weiterhin entfallen, wenn die Bedingung nach Gleichung (1) erfüllt ist:

$$\alpha = h \cdot \sqrt{\frac{N}{EI}} \leq 0,2 + 0,1 n \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

h Gebäudehöhe über der Einspannebene für lotrechte aussteifende Bauteile

N Summe aller lotrechten Lasten des Gebäudes

EI Summe der Biegesteifigkeiten aller lotrechten aussteifenden Bauteile, wobei das Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment) mit 50% des rechnerischen Trägheitsmomentes im Zustand I anzusetzen ist, sofern kein genauer Nachweis geführt wird

n Anzahl der Geschosse ($\leq$ vier, siehe Abschnitt 1)

(3) Rechenwerte für den Elastizitätsmodul des Leichtbetons können für diesen Nachweis Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 6. Rechenwerte für den Elastizitätsmodul des Leichtbetons beim Nachweis nach Absatz 2

Spalte	1	2
Zeile	Festigkeitsklasse des Betons	Elastizitätsmodul E_{lb} MN/m ²
1	LB 2	2000
2	LB 5	4000
3	LB 8	6000

(4) Bei Gebäuden mit Geschoßhöhen bis zu 3 m braucht der Nachweis der räumlichen Stabilität nicht geführt zu werden, wenn die Dicken und Abstände der aussteifenden Wände den Bedingungen nach Tabelle 4 und ihre Längen Abschnitt 6.2 entsprechen.

7.2 Berechnungsgrundlagen

7.2.1 Ausmitte des Lastangriffs

Bei Innenwänden, die beidseitig durch Decken belastet werden, darf die Ausmitte von Deckenlasten unberücksichtigt bleiben. Bei Wänden, die einseitig durch Decken belastet sind, ist am Kopfende der Wand eine dreieckförmige Spannungsverteilung unter der Auflagertiefe der Decke in Rechnung zu stellen. Für die Wand darf angenommen werden, daß sie am unteren Fußpunkt gelenkig gelagert ist. Das Gelenk ist dabei in der Mitte der Aufstandsfläche anzunehmen.

7.2.2 Knicklänge

(1) Es wird zwischen drei- und vierseitig gehaltenen Wänden (siehe Tabelle 4 und Abschnitt 6.2) und zweiseitig gehaltenen Wänden und Pfeilern unterschieden. Die Schlankheit von zweiseitig gehaltenen Wänden oder Pfeilern darf $h_k/d = 14$ (h_k Knicklänge, d Wanddicke), diejenige drei- oder vierseitig gehaltener Wände darf $h_k/d = 20$ nicht überschreiten.

(2) Je nach Art der Halterung ist die Knicklänge h_k in Abhängigkeit von der Geschoßhöhe h_s nach Gleichung (2) in Rechnung zu stellen:

$$h_k = \beta \cdot h_s \quad (2)$$

Für den Beiwert β ist einzusetzen bei

- a) zweiseitig gehaltenen Wänden $\beta = 1,0$
- b) dreiseitig gehaltenen Wänden $\beta = 0,9$
- c) vierseitig gehaltenen Wänden $\beta = 0,8$

(3) Gehen in vierseitig gehaltenen Wänden bei Fensterpfeilern Brüstung und Sturz oder bei Türpfeilern der Sturz in voller Wanddicke durch, so darf als Knicklänge h_k für diese Pfeiler angenommen werden:

$$h_k = h'_s + r(h_s - h'_s) \geq 0,8 h_s \quad (3)$$

Dabei ist h_s die Geschoßhöhe, h'_s die lichte Fenster- oder Türhöhe (siehe Bild 4) und r ein Beiwert nach Tabelle 7.

(4) Liegen beiderseits eines Pfeilers Öffnungen mit verschiedener lichter Höhe h'_s , so ist der größere Wert von h'_s in Rechnung zu stellen.

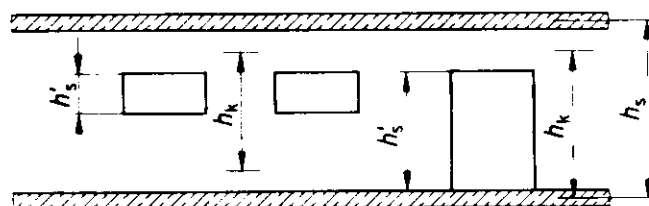


Bild 4. Knicklängen

Tabelle 7. Beiwerte r zur Berechnung der Knicklänge h_k von Fenster- und Türpfeilern

Spalte	1	2
Zeile	Wanddicke d cm	Beiwert r
1	12 bis < 20	1,0
2	20 bis < 25	0,8
3	≥ 25	0,6

7.2.3 Zulässige Druckspannungen

(1) Die in Tabelle 8 in Abhängigkeit von h_k/d festgelegten zulässigen Spannungen (Kantenpressungen) dürfen auch im Bereich von Querschnittsschwächungen nicht überschritten werden.

(2) Für die Berechnung der Spannungen ist von einer gradlinigen Spannungsverteilung auszugehen. Die Mitwirkung des Betons auf Zug darf nicht in Rechnung gestellt werden. Dabei darf unter Gebrauchslast eine klaffende Fuge höchstens bis zum Schwerpunkt des Gesamtquerschnittes entstehen.

7.2.4 Aufnahme der Schubkräfte**7.2.4.1 Schubspannungen in den Wandtafeln**

Die Schubspannungen sind nach der technischen Biegelehre zu ermitteln, wobei Querschnittsbereiche, in denen Zugspannungen auftreten, nicht in Rechnung gestellt werden dürfen. Die Schubspannung unter Gebrauchslast darf $0,05 \text{ MN/m}^2$ nicht überschreiten.

7.2.4.2 Wandscheiben

Werden mehrere Wandtafeln zu einer für die Steifigkeit des Bauwerks notwendigen Scheibe zusammengefügt, so ist auch die Übertragung der in den lotrechten Fugen zwischen den Wandtafeln und in den waagerechten Fugen zwischen den Wandtafeln und den Decken bzw. der Bodenplatte auftretenden Schubkräfte nachzuweisen. Dabei ist die Zugkomponente der Schubkraft, die sich bei einer Zerlegung der Schubkraft in eine horizontale Zugkomponente und eine unter 45° gegen die Stoßfuge geneigte Druckkomponente ergibt, durch eine über die Höhe der Scheibe verteilte Bewehrung aufzunehmen. Diese darf in Höhe der Decken zusammengefaßt werden, wenn die Gesamtbreite der Scheibe mindestens gleich der Geschoßhöhe ist.

7.2.4.3 Zulässige Schubspannungen in den waagerechten Fugen zwischen den Wandtafeln und den Decken

(1) Die zulässige Schubspannung beträgt

$$\text{zul } \tau_H = 0,05 + 0,15 \sigma_0 \leq 0,2 \text{ MN/m}^2 \quad (4)$$

σ_0 ist die kleinste dem gleichen Lastfall zugeordnete mittlere lotrechte Druckspannung im gedrückten Bereich.

(2) Als Scherfläche gilt der rechnerische Querschnitt im gedrückten Bereich des zugehörigen Lastfalls.

7.2.4.4 Zulässige Schubspannungen in den lotrechten Fugen

(1) Die zulässige Schubspannung beträgt
zul $\tau_V = 0,05 \text{ MN/m}^2$.

(2) Als Scherfläche ist das Produkt aus Tafelhöhe und Breite der Vergußnut anzunehmen.

(3) Die zulässige Schubspannung τ_V darf verdoppelt werden, wenn die Fugenflächen gleichmäßig gewellt oder verzahnt ausgeführt werden.³⁾

8 Nachweis der Güte**8.1 Nachweis der Festigkeitsklasse und der Rohdichteklasse****8.1.1 Grundlage und Prüfungen**

(1) Die Herstellung und Lagerung der Probekörper und die Durchführung der Druckfestigkeitsprüfung richten sich nach DIN 1048 Teil 1 und Teil 2. Abweichend davon dürfen die Würfel nicht unter Wasser gelagert werden.

(2) Zur Bestimmung der Beton-Trockenrohddichte werden die auf Druckfestigkeit geprüften Probekörper als Ganzes oder von jedem Probekörper mehrere Bruchstücke aus dem Kern und aus den Randbereichen bei 105°C so lange getrocknet, bis ihre Masse konstant bleibt.

8.1.2 Eignungsprüfung

(1) Für Leichtbeton sind stets Eignungsprüfungen nach DIN 1045/12.78, Abschnitt 7.4.2, durchzuführen, bei denen außer der Druckfestigkeit auch die Beton-Trockenrohddichte zu ermitteln ist.

(2) Bei der Eignungsprüfung sind eine solche Druckfestigkeit und Beton-Trockenrohddichte anzustreben, daß bei der Güteprüfung die Anforderungen an die betreffende Festigkeitsklasse und Rohdichteklasse sicher erfüllt werden.

8.1.3 Güteprüfung**8.1.3.1 Nachweis der Druckfestigkeit und der Beton-Trockenrohddichte**

(1) Zum Nachweis der Druckfestigkeit des Leichtbetons ist stets die in DIN 1084 Teil 2/12.78, Tabelle 1, Zeile 18, für Beton B II angegebene Anzahl Probewürfel zu prüfen. Die Druckfestigkeit in einem früheren Alter (nicht unter 7 Tagen) darf dann zum Nachweis der Festigkeitsklasse des Leichtbetons benutzt werden, wenn der Zusammenhang zwischen der Druckfestigkeit in früherem Alter und der im Alter von 28 Tagen bei der Eignungsprüfung festgestellt wurde.

(2) Die Güteprüfung schließt auch die Bestimmung der Beton-Trockenrohddichte nach Abschnitt 8.1.1 ein.

8.1.3.2 Anforderungen an die Druckfestigkeit

Die in Tabelle 1 genannten Festigkeiten sind nach DIN 1045/12.78, Abschnitt 7.4.3.5.2 nachzuweisen.

Tabelle 8. **Zulässige Druckspannungen**

Spalte	1	2	3	4	5	6
Zeile	Festigkeitsklasse des Leichtbetons	Zulässige Druckspannungen bei Wänden und Pfeilern in Abhängigkeit von h_k/d MN/m^2				örtliche Pressung (z. B. unter Balkenauflagern) MN/m^2
		≤ 5	10	15	20	
1	LB 2	0,50	0,45	0,35	0,20	0,70
2	LB 5	1,20	1,00	0,80	0,50	1,70
3	LB 8	1,90	1,65	1,25	0,80	2,65
Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.						

³⁾ Bezüglich der Wellung oder der Verzahnung siehe Heft 288 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton.

DIN 4232

8.1.3.3 Anforderungen an die Beton-Trockenrohdichte

Die Anforderungen an die Beton-Trockenrohdichte gelten als erfüllt, wenn die mittlere Beton-Trockenrohdichte jeder Würfelserie innerhalb der in Tabelle 2 angegebenen Grenzen für die betreffende Rohdichteklasse liegt. In jeder Serie darf ein Einzelwert um bis zu $0,05 \text{ kg/dm}^3$ außerhalb der zugehörigen Klassengrenzen liegen.

8.2 Nachweis des Korrosionsschutzes bei Überzügen auf Zementbasis**8.2.1 Allgemeines**

Wird der Korrosionsschutz nach Abschnitt 6.9.3 durch Überzüge auf Zementbasis bewirkt, so ist die Eignung des Korrosionsschutzüberzuges nach den Abschnitten 8.2.2 und 8.2.3 zu überprüfen. Kurzzeitprüfung und Langzeitprüfung müssen bestanden werden.

8.2.2 Probenherstellung und -vorbereitung

(1) Im Werk mit Korrosionsschutzmittel überzogene Stäbe werden in Probekörper aus haufwerksporigem Leichtbeton der niedrigsten im betreffenden Werk hergestellten Rohdichteklasse mit den Maßen von mindestens $400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ einbetoniert. In jeden Probekörper sind von allen im Werk verwendeten Durchmessern mindestens zwei Stäbe einzulegen. Die nicht mit Korrosionsschutzmittel überzogenen Stäben sind vor dem Einbetonieren mit einem wasserdichten Überzug (z. B. Bitumenspachtelmasse) zu versehen.

(2) Der Abstand der Bewehrungsstäbe vom unteren Rand soll 20 mm betragen. Für die Kurzzeitprüfung nach Abschnitt 8.2.3 und für die Langzeitprüfung nach Abschnitt 8.2.4 werden je fünf solcher Probekörper benötigt. Davon dienen jeweils drei für die eigentliche Prüfung und zwei für Vergleichszwecke.

(3) Frühestens im Alter von 28 Tagen sind die für die Kurzzeit- und die Langzeitprüfung bestimmten Probekörper bei einer Stützweite von 300 mm mit einer auf der Oberseite rechtwinklig zur Richtung der Bewehrungsstäbe aufgetragenen Streifenlast zu belasten, bis auf der Unterseite ein oder mehrere Risse mit einer Breite von etwa 0,35 mm entstehen. Anschließend werden die Probekörper wieder entlastet.

(4) Die vier für Vergleichszwecke bestimmten Probekörper werden in einem trockenen Raum an der Luft gelagert und zwar zwei bis zum Ende der Kurzzeitprüfung und zwei bis zum Ende der Langzeitprüfung.

8.2.3 Kurzzeitprüfung

(1) Drei Probekörper von den Probekörpern, die nach Abschnitt 8.2.2 Absatz 3 belastet wurden, werden insgesamt 30mal abwechselnd 24 Stunden in Leitungswasser (Trinkwasser) von 18 bis 23°C gelagert und danach 24 Stunden bei 40°C getrocknet (1 Wechsel). Dabei muß der Trocknungsraum mindestens 20mal so groß sein wie das Probenvolumen und die Luft mindestens 2mal in der Stunde erneuert werden.

(2) An arbeitsfreien Tagen sind die Probekörper an der Luft bei Raumtemperatur ohne Einhalten einer bestimmten Luftfeuchte zu lagern.

(3) Nach 30 Wechseln werden der Beton und der Korrosionsschutzüberzug von der Bewehrung entfernt und der Rostbefall der Stäbe festgestellt. Dabei bleibt ein gegebenenfalls vorhandener Rostbefall im Endbereich bis zu einem Abstand von 50 mm von den Stäben unberücksichtigt.

(4) Auf die gleiche Art und Weise wird auch der Zustand der Bewehrung bei unbehandelten Vergleichsproben nach Abschnitt 8.2.2 Absatz 4 festgestellt.

(5) Wird bei den Probekörpern, die der Wechsellagerung ausgesetzt waren, ein deutlich stärkerer Rostbefall festgestellt als bei den unbehandelten Vergleichsproben, so ist das angewendete Korrosionsschutzverfahren unzureichend.

8.2.4 Langzeitprüfung

(1) Drei Probekörper von den Probekörpern, die nach Abschnitt 8.2.2 Absatz 3 belastet waren, werden mindestens 1 Jahr lang in feuchtegesättigter Luft (relative Feuchte etwa 95%) bei ungefähr 20°C gelagert.

(2) Nach Ablauf der Auslagerungszeit wird bei den drei Probekörpern, die ausgelagert waren, und den beiden nach Abschnitt 8.2.2 Absatz 4 gelagerten Vergleichsproben die Bewehrung freigelegt.

(3) Wird bei den Probekörpern, die der Langzeit-Feuchtlagerung ausgesetzt waren, ein deutlich stärkerer Rostbefall der Bewehrung festgestellt als bei den unbehandelten Vergleichsproben, so ist das angewendete Korrosionsschutzverfahren unzureichend.

9 Überwachung**9.1 Allgemeines**

Das Einhalten der in den Abschnitten 4 bis 6 genannten Anforderungen ist durch eine Überwachung, bestehend aus Eigen- und Fremdüberwachung, zu prüfen. Hierfür gilt DIN 1084 Teil 2/12.78, Abschnitte 2 und 3, soweit in den Abschnitten 9.2 und 9.3 nichts anderes bestimmt ist.

9.2 Eigenüberwachung

(1) Bei den Prüfungen nach Abschnitt 9.1 brauchen die in DIN 1084 Teil 2/12.78, Tabelle 1, Zeilen 14 bis 16 und Zeile 33, genannten Prüfungen nicht durchgeführt zu werden.

(2) Die Beton-Trockenrohdichte ist abweichend von DIN 1084 Teil 2/12.78 Tabelle 1A, Zeile 19a bzw. 26a, nach Abschnitt 8.1.1 an jedem der auf Druckfestigkeit geprüften Probekörper zu ermitteln. Für die Anforderungen an die Beton-Trockenrohdichte ist Abschnitt 8.1.3 Absatz 3 maßgebend.

9.3 Fremdüberwachung

Abweichend von DIN 1084 Teil 2/12.78, Abschnitte 3.2 und 3.3, sind von der fremdüberwachenden Stelle stets folgende Prüfungen durchzuführen:

- a) Betondruckfestigkeit nach Abschnitt 8.1.3 Absatz 1 je Festigkeitsklasse,
- b) Beton-Trockenrohdichte nach den Abschnitten 8.1.1 und 8.1.3 Absatz 3 je Rohdichteklasse,
- c) Wanddicke an mindestens drei Wandtafeln,
- d) Korrosionsschutz nach Abschnitt 8.2 bei Verwendung von Überzügen auf Zementbasis,
- e) Kennzeichnung nach Abschnitt 10.

10 Kennzeichnung und Lieferschein

(1) Jede Wandtafel ist gut lesbar und dauerhaft wie folgt zu kennzeichnen:

- a) Name des Herstellers
- b) Herstellwerk und Herstelldatum
- c) Positionsnummer bzw. Typbezeichnung
- d) Überwachungszeichen

(2) Die Wandtafeln sind mit Lieferschein auszuliefern, der folgende Angaben enthalten muß:

- a) Wandtafel DIN 4232
- b) Festigkeitsklasse
- c) Beton-Rohdichteklasse
- d) Maße (Länge $\times$ Breite $\times$ Dicke)
- e) Herstellwerk mit Angabe der fremdüberwachenden Stelle oder des Überwachungszeichens
- f) Tag der Lieferung
- g) Empfänger
- h) Verwendungszweck
- i) zulässige Umweltbedingungen nach DIN 1045/12.78, Tabelle 10
- k) Positionsnummern nach Positionsliste und Verlegeplan bzw. Typbezeichnungen.

Zitierte Normen und andere Unterlagen

DIN 488 Teil 1	Betonstahl; Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
DIN 1045	Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
DIN 1048 Teil 1	Prüfverfahren für Beton; Frischbeton, Festbeton gesondert hergestellter Probekörper
DIN 1048 Teil 2	Prüfverfahren für Beton; Bestimmung der Druckfestigkeit von Festbeton in Bauwerken und Bauteilen, Allgemeines Verfahren
DIN 1053 Teil 1	Mauerwerk; Berechnung und Ausführung
DIN 1055 Teil 3	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
DIN 1084 Teil 2	Überwachung (Güteüberwachung) im Beton- und Stahlbetonbau; Fertigteile
DIN 1164 Teil 1	Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement; Begriffe, Bestandteile, Anforderungen, Lieferung
DIN 4108 Teil 4	Wärmeschutz im Hochbau; Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte
DIN 4219 Teil 1	Leichtbeton und Stahlleichtbeton mit geschlossenem Gefüge; Anforderungen an den Beton, Herstellung und Überwachung
DIN 4226 Teil 1	Zuschlag für Beton; Zuschlag mit dichtem Gefüge; Begriffe, Bezeichnung und Anforderungen
DIN 4226 Teil 2	Zuschlag für Beton; Zuschlag mit porigem Gefüge (Leichtzuschlag); Begriffe, Bezeichnung und Anforderungen
DIN 18 195 Teil 4	Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit; Bemessung und Ausführung
DIN 18 195 Teil 5	Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser; Bemessung und Ausführung
DIN 18 195 Teil 6	Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser; Bemessung und Ausführung
DIN 18 550 Teil 1	Putz; Begriffe und Anforderungen

Heft 288 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton

Weitere Normen

DIN 18 550 Teil 2 Putz; Putze aus Mörteln mit mineralischen Bindemitteln; Ausführung

Frühere Ausgaben

DIN 4232: 09.49, 04.50, 10.55, 01.72, 12.78

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe Dezember 1978 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Beschränkung des Anwendungsbereiches auf Fertigteilwände
- b) Erweiterung der Anzahl der anwendbaren Rohdichteklassen im unteren Bereich
- c) Aufnahme einer Tabelle mit Aussteifungskriterien
- d) Erweiterung der Regelungen für die konstruktive Durchbildung der einzelnen Wandelemente und der Wandelemente im Bauwerksverband
- e) Erweiterung der Regelungen für den Korrosionsschutz der konstruktiven Bewehrung
- f) Anhebung der zulässigen Druckspannungen in den einzelnen Festigkeitsklassen des Leichtbetons beim Knicknachweis in Abhängigkeit von der Schlankheit
- g) Regelungen für Schubkräfte in Wandtafeln und deren Stoßfuge
- h) Regelungen für den Gütenachweis
- i) Regelungen für die Güteüberwachung

Internationale Patentklassifikation

E 04 B 2/72

G 01 N 33/38

23235

**DIN 1075 – Betonbrücken;
Bemessung und Ausführung**

RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung,
Wohnen und Verkehr v. 21. 3. 1988 –
V B 2 – 460.106

- 1 Die Norm
DIN 1075, Ausgabe April 1981*)
– Betonbrücken, Bemessung und Ausführung – wurde am 16. 11. 1982 nach § 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt. Der RdErl. v. 16. 11. 1982 wird jedoch hiermit aufgehoben und durch diesen RdErl. ersetzt.
- 2 Bei Anwendung von DIN 1075, Ausgabe April 1981, ist folgendes zu beachten:
 - 2.1 Zu Abschnitt 2.2.4
Dieses Verfahren ist mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde zu regeln.
 - 2.2 Zu Abschnitt 6.2 Gewölbe
In Absatz 4 ist die Bezugnahme auf DIN 1072 durch folgende Fassung zu ersetzen:
DIN 1072, Ausgabe Dezember 1985, Abschnitt 3.3.9.
 - 2.3 Zu Abschnitt 7.1.1 Übertragung der Bremskräfte
Dieser Abschnitt ist durch folgende Fassung zu ersetzen:
Es gilt DIN 1072, Ausgabe Dezember 1985, Abschnitt 4.4 Abs. 6.
 - 2.4 Zu Abschnitt 7.1.2 Widerlager in Verbindung mit dem Überbau
Absatz 1 ist durch folgende Fassung zu ersetzen:
Sind die flach gegründeten Widerlager von Platten- und Balkenbrücken aus Stahlbeton mit dem Überbau ausreichend verbunden, so darf vereinfachend für die Bemessung der Widerlager und deren Fundamente – bei Straßenbrücken mit einer Überbaulänge bis etwa 20 m, bei Eisenbahnbrücken bis etwa 10 m – an der Widerlager-Oberkante gelenkige Lagerung und am Fundament für das Einspannmoment der Wand volle Einspannung angenommen werden. Für das Feldmoment der Wand ist dann als zweiter Grenzfall am Fundament gelenkige Lagerung anzunehmen.
Absatz 2 ist zu streichen.
 - 2.5 Zu Abschnitt 7.2.1 Zusätzliche Entwurfsgrundlagen
In Absatz 1 ist die Bezugnahme auf DIN 1072 durch folgende Fassung zu ersetzen:
DIN 1072, Ausgabe Dezember 1985, Abschnitte 3.5 und 5.2.
 - 2.6 Zu Abschnitt 7.2.2 Nachweis der Knicksicherheit
Absatz 5 ist durch folgende Fassung zu ersetzen:
Für den Nachweis der Knicksicherheit ist bei Pfeilern mit Rollen- oder Gleitlagern der Bewegungswiderstand der Lager gleich Null zu setzen, d.h. weder als verformungsbehindernd noch als verformungsfördernd einzuführen, sofern sich im Knickfall die Richtung der Reibungskraft umkehrt. Dies darf bei sehr großen Verschiebungswegen, wie z.B. beim Einschieben von Überbauten, nicht immer vorausgesetzt werden, so daß dort besondere Untersuchungen erforderlich sind.
 - 2.7 Zu Abschnitt 8 Übertragung von konzentrierten Lasten
Für den Lastfall HA gilt der Wert β_{WN} des anschließenden Betons als zulässige Pressung unter Lagerplatten.
 - 2.8 Zu Abschnitt 9.1.1 Lastfälle
Die „Kombination HB“ ist durch folgende Fassung zu ersetzen:
Kombination HB Summe der Haupt- und der Sonderlasten aus Bauzuständen.
Die beiden letzten Absätze sind zu streichen.

- 2.9 Zu Abschnitt 9.2.3.2 Sonderlasten aus Anprall von Fahrzeugen
Die Bezugnahme auf DIN 1072 ist durch folgende Fassung zu ersetzen:
DIN 1072, Ausgabe Dezember 1985, Abschnitt 5.3
- 2.10 Zu Abschnitt 9.3.1 Geltungsbereiche
In Absatz 2 wird in der Aufzählung a) der dritte Einschub durch folgende Fassung ersetzt:
– häufig hoch beanspruchten Bauteile, z.B. Konsolen an Fahrbahnübergängen und Bauteile, die nach DS 804 belastet sind.
- 2.11 Zu Abschnitt 9.3.2 Beschränkung der Schwingbreite unter Gebrauchslast
Der Abschnitt 9.3.2 wird durch folgende Fassung ersetzt:
9.3.2 Beschränkung der Schwingbreite unter Gebrauchslast
Bei den unter Abschnitt 9.3.1 genannten nicht vorwiegend ruhend belasteten Bauteilen ist die Schwingbreite $\Delta\sigma_s$ der Stahlspannung aus den Verkehrsregellasten nach DIN 1072, Ausgabe Dezember 1985, Abschnitt 3.3.1, 3.3.4 und 3.3.6 bzw. DS 804 nachzuweisen für die beiden Grenzschnittgrößen

$$S_{\max} = \max(\alpha_p S_p + \alpha_s S_s) + S_g \quad (5)$$

$$S_{\min} = \min(\alpha_p S_p + \alpha_s S_s) + S_g \quad (6)$$
Aus $S_{\max}$ und $S_{\min}$ können die Grenzwerte der Stahlspannung $\max \sigma_s$ bzw. $\min \sigma_s$ bei Zug nach DIN 1045, Ausgabe 1988**), Abschnitt 17.1.3, bei Druck nach Abschnitt 17.8 [Absatz (8)] ermittelt werden.
Die Schwingbreite

$$\Delta\sigma_s = \max \sigma_s - \min \sigma_s \quad (7)$$
darf die zulässigen Werte nach DIN 1045, Ausgabe 1988**), Abschnitt 17.8, nicht überschreiten.
Darin bedeuten:
 S_g Schnittgröße aus ständiger Last
 S_p Schnittgrößen aus den Verkehrsregellasten nach DIN 1072 einschließlich Schwingbeiwert
 S_s Schnittgrößen aus den Regellasten von Schienenfahrzeugen einschließlich Schwingbeiwert
 α_p Beiwert für Straßenverkehr
 α_s Beiwert für Schienenfahrzeuge
Die Beiwerte α_p und α_s ergeben sich aus DIN 1072, Ausgabe Dezember 1985, Abschnitt 3.3.8.
Bei Bauteilen, die nach DS 804 belastet werden, gilt $\alpha_s = 1,0$.
Der vereinfachte Nachweis nach DIN 1045, Ausgabe 1988**), Abschnitt 17.8, Absatz 5ff., ist zulässig; dabei dürfen die Teile α_p bzw. α_s der Verkehrsregellast als häufig wechselnde Lastanteile angenommen werden. Die Prozentsätze von ΔM und ΔQ sind auf Lastfall H zu beziehen.
Bei Straßenbrücken der Brückenklasse 60/30 ohne Belastung durch Schienenfahrzeuge kann der Nachweis der Schwingbreite auf die statisch erforderliche Bewehrung aus geschweißten Betonstahlmatten und auf geschweißte Stöße beschränkt werden.
Weitergehende Forderungen nach DIN 4227 Teile 1 bis 6 bleiben unberührt.
- 2.12 Zu Abschnitt 9.5 Seitenstoß auf Schrammborde und Schutzeinrichtungen
Die Bezugnahme auf DIN 1072 ist durch folgende Fassung zu ersetzen:
DIN 1072, Ausgabe Dezember 1985, Abschnitt 5.4
- 2.13 Zu Abschnitt 9.6 Beanspruchung beim Umkippen
Der Abschnitt 9.6 wird durch folgende Fassung ersetzt:
9.6 Beanspruchung beim Abheben und Umkippen
Für den Nachweis der Sicherheit gegen Abheben und Umkippen gelten die Widerstands-Teilsicherheitsbeiwerte bzw. die Erhöhung der im Gebrauchszustand zulässigen Spannungen nach DIN 1072, Ausgabe Dezember 1985, Anhang A.

- 3 Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen – Anlage zum RdErl. v. 22. 3. 1985 (SMBI. NW. 2323) – wird in Abschnitt 6 wie folgt geändert:

Hinter DIN 1075:

Spalte 4: 21. 3. 1988

Spalte 5: MBI. NW. S. 530/
SMBI. NW. 23235

*) Druckfehler des Erstdruckes (erste Ausgabe) dieser Ausgabe sind berichtigt – vgl. „DIN-Mitteilungen“.

**) Bauaufsichtliche Einführung in Vorbereitung

– MBI. NW. 1988 S. 530.

23236

Bemessungsgrundlagen für Güllebehälter aus Stahlbeton (Ortbeton)

RdErl. d. Ministers für Stadtentwicklung,
Wohnen und Verkehr v. 21. 3. 1988 –
V B 2 – 491.100

- 1 Die „Bemessungsgrundlagen für Güllebehälter aus Stahlbeton (Ortbeton)“ Fassung Oktober 1987 werden hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt.

Anlage Die Bemessungsgrundlagen sind als Anlage abgedruckt.

- 2 Entsprechend dem Einführungsriß vom 19. 8. 1975 zu DIN 11622 Blatt 1 bis 4 – Gärfutterbehälter; Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit – Ausgaben August 1973 – Ziffer 2 dürfen die Normen auch für die Berechnung und Konstruktion für nach Art, Nutzung und Beanspruchung vergleichbare Behälter, z. B. Güllesilos, angewendet werden. Die Normen DIN 11622 Blätter 1 bis 4 befinden sich zur Zeit in der Neubearbeitung. Dabei werden auch Bemessungs- und Ausführungsgrundlagen für Güllebehälter mit eingearbeitet. Die künftigen Normen DIN 11622 „Gärfuttersilos und Güllebehälter“ Teile 1 bis 4 sollen 1988 als Entwurf erscheinen. Bei der Errichtung und der Nutzung von Güllebehältern aus Stahlbeton aufgetretene Schadensfälle machen es jedoch im Rahmen der vorbeugenden Gefahrenabwehr schon jetzt erforderlich, die Bemessung von Güllebehältern aus Stahlbeton den derzeitigen technischen Erkenntnissen, die auch in die Neufassung der Normen DIN 11622 Teile 1 bis 4 einfließen werden, anzupassen.

- 3 Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen – Anlage zum RdErl. v. 22. 3. 1985 (SMBI. NW. 2323) – wird in Abschnitt 7 wie folgt ergänzt:

Hinter 11622 Teil 2:

Spalte 10: Bemessungsgrundlagen für Güllebehälter aus Stahlbeton (Ortbeton) Fassung Oktober 1987; RdErl. v. 21. 3. 1988 (MBI. NW. S. 531/ SMBI. NW. 23236)

Bemessungsgrundlagen für Güllebehälter aus Stahlbeton (Ortbeton)

(Fassung Oktober 1987)

1 Allgemeine Anforderungen

Güllebehälter müssen bei den zu erwartenden Beanspruchungen für eine angemessene Gebrauchsdauer standsicher und dicht sein.

Über die Aggressivität von Gülle liegen noch keine abschließenden Angaben vor. Reine Gülle ist jedoch alkalisch, so daß wahrscheinlich kein „starker“ chemischer Angriff zu erwarten ist. Es wird empfohlen, die Innenflächen der Behälterwände durch geeignete Beschichtung zu schützen. Die Eignung ist durch ein Prüfzeugnis der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin oder des Staatlichen Materialprüfungsamtes Nordrhein-Westfalen in Dortmund auf der Grundlage der Beurteilungsgrundsätze für Innenbeschichtungen für Stahlbetonbehälter zur Lagerung von Gülle des IfBt nachzuweisen. Wenn keine Innenbeschichtung angeordnet wird, muß die Betondeckung der Bewehrung mindestens DIN 1045, Tabelle 10 Zeile 4 entsprechen [s. Abschnitt 3.3*]).

2 Beanspruchungen

Je nach Anwendungsfall können folgende Beanspruchungen auftreten:

- (1) Beanspruchungen aus Eigenlast
- (2) Beanspruchungen aus Lasten der gefüllten Behälter
- (3) Beanspruchungen aus Erddruck und aus hydrostatischem Außendruck von Grundwasser bei Tiefbehältern und ggf. einseitige Verkehrslasten, wenn Fahrzeuge näher an den Behälter heranfahren können.
- (4) Beanspruchungen aus Wind
- (5) Beanspruchungen behinderter Temperaturverformung
- (6) Beanspruchungen aus Setzungsdifferenzen
- (7) Beanspruchungen aus behinderter Schwindverformung

3 Bemessung und Ausführung

3.1 Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit unter Lastbeanspruchung

- (1) Der Standsicherheitsnachweis ist mit den Lastbeanspruchungen nach Abschnitt 2 entsprechend DIN 1045 zu führen.
- (2) Zum Nachweis der Brauchbarkeit ist die Beschränkung der Rißbreite unter Gebrauchslast nach DIN 1045 (Ausgabe 1988) Abschnitt 17.6 Beschränkung der Rißbreite unter Gebrauchslast*) vorzunehmen.

3.2 Nachweis der Brauchbarkeit unter Zwangsbeanspruchung

Es muß eine Mindestbewehrung entsprechend DIN 1045 Abschnitt 17.6.2 vorhanden sein.

3.3 Mindestabmessungen und Betondeckung

- (1) Die Dicke der Wand muß mindestens 16 cm betragen.
- (2) Die Betondeckung**) muß betragen:
 - außen: 2,5 cm (Mindestmaß) bzw. 3,5 cm (Nennmaß)
 - innen: Wenn eine Beschichtung vorhanden ist, 2,0 cm (Mindestmaß) bzw. 3,0 cm (Nennmaß)
 - innen: Wenn keine Beschichtung vorhanden ist, 3,5 cm (Mindestmaß) bzw. 4,5 cm (Nennmaß)

4 Anforderungen an den Beton

- (1) Es ist ein wasserundurchlässiger Beton entsprechend DIN 1045 Abschnitt 6.5.7.2 mindestens der Festigkeitsklasse B 25 zu verwenden.
- (2) Arbeitsfugen sind wasserundurchlässig auszubilden.

*) Bauaufsichtliche Einführung in Vorbereitung

**) siehe Merkblatt Betondeckung, u. a. veröffentlicht in „beton“ Heft 2/1982

– MBl. NW. 1988 S. 531.

Einzelpreis dieser Nummer 15,40 DM

zuzügl. Porto- und Versandkosten

Bestellungen, Anfragen usw. sind an den A. Bagel Verlag zu richten. Anschrift und Telefonnummer wie folgt für

Abonnementabstellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 68 88/238 (8.00–12.30 Uhr), 4000 Düsseldorf 1

Bezugspreis halbjährlich 81,40 DM (Kalenderhalbjahr). Jahresbezug 162,80 DM (Kalenderjahr), zahlbar im voraus. Abbestellungen für Kalenderhalbjahresbezug müssen bis zum 30. 4. bzw. 31. 10., für Kalenderjahresbezug bis zum 31. 10. eines jeden Jahres beim A. Bagel Verlag vorliegen.

Reklamationen über nicht erfolgte Lieferungen aus dem Abonnement werden nur innerhalb einer Frist von drei Monaten nach Erscheinen anerkannt.

In den Bezugs- und Einzelpreisen ist keine Umsatzsteuer i. S. d. § 14 UStG enthalten.

Einzelbestellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 68 88/241, 4000 Düsseldorf 1

Von Vorabesendungen des Rechnungsbetrages – in welcher Form auch immer – bitten wir abzusehen. Die Lieferungen erfolgen nur aufgrund schriftlicher Bestellung gegen Rechnung. Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer beim A. Bagel Verlag vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgeber: Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Haroldstraße 5, 4000 Düsseldorf 1

Herstellung und Vertrieb im Namen und für Rechnung des Herausgebers: A. Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 4000 Düsseldorf 1

Druck: TSB Tiefdruck Schwann-Bagel, Düsseldorf und Mönchengladbach

ISSN 0177-3569