

Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)

Schlitzwände

Deutsche Fassung EN 1538 : 2000

DIN**EN 1538**

ICS 93.020

Teilweise Ersatz für
DIN 4126 : 1986-08

Execution of special geotechnical works – Diaphragm walls;

German version EN 1538 : 2000

Exécution de travaux géotechniques spéciaux – Parois moulées;

Version allemande EN 1538 : 2000

Die Europäische Norm EN 1538 : 2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 "Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)" (Sekretariat: Frankreich, Vorsitz: Deutschland) in der Arbeitsgruppe WG 1 "Schlitzwände" unter französischer Federführung erarbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist hierfür der NABau-Arbeitsausschuss 05.13.00 "Schlitzwände" zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN 4126 : 1986-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Grundlegende Überarbeitung unter den Gesichtspunkten einer Europäischen Harmonisierung,
- b) Berücksichtigung der Eurocodes,
- c) Berücksichtigung neuer Ausführungstechniken und
- d) Einführung einer detaillierten Ausführungsüberwachung.

Frühere Ausgaben

DIN 4126: 1984-01, 1986-08

Fortsetzung 34 Seiten EN

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

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)

Schlitzwände

Execution of special geotechnical works – Diaphragm walls

Exécution de travaux géotechniques spéciaux – Parois
moulées

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1. Juni 1997 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Definitionen	3
4 Bautechnische Unterlagen für die Ausführung	4
5 Baugrunderkundung	4
6 Baustoffe	4
7 Entwurfskriterien	6
8 Ausführung	8
9 Überwachung der Ausführung	12
10 Baustellenberichte	20
11 Besondere Anforderungen	20
Anhang A (informativ) Typische Zusammensetzungen für Tonbeton	20
Anhang B (informativ) Muster für Baustellenberichte für Schlitzwände	20
Anhang C (informativ) Literaturhinweise	32
Anhang D (informativ) Verbindlichkeitsgrad der Festlegungen	32

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 "Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten" erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2000 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Das allgemeine Aufgabengebiet des TC 288 umfaßt die Normung von Ausführungsverfahren für geotechnische Arbeiten einschließlich Prüf- und Überwachungsverfahren sowie die Normung der erforderlichen Materialeigenschaften. Die WG 1 wurde mit der Aufgabe betraut, das Gebiet der Schlitzwände mit stützender Funktion und der Dichtungsschlitzwände zu bearbeiten. Die vorliegende Norm gilt nicht für die Ausführung von vorwiegend durch Normalkräfte belasteten Einzelelementen; für dieses Gebiet gilt EN 1536 Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau); Bohrpfähle.

Dieses Dokument ist in Verbindung mit ENV 1997 Eurocode 7 Teil 1: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Allgemeine Regeln anzuwenden. Abschnitt 8 dieser Norm behandelt den Entwurf von stützenden Bauwerken und enthält Hinweise für die Überwachung. Die vorliegende Norm enthält zusätzliche Angaben zum Entwurf nur dann, wo es erforderlich ist (z. B. Einzelheiten der Bewehrung); die Anforderungen an den Bau und an die Überwachung werden jedoch ausführlich behandelt.

Dieses Dokument wurde von einer Arbeitsgruppe erarbeitet, die aus Delegierten aus zehn Ländern besteht; sie beruht auf der Prüfung von sieben nationalen oder internationalen Ausführungsnormen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm regelt die Ausführung von Schlitzwänden und die Gesichtspunkte, die bei der Herstellung der Ausführungszeichnungen zu berücksichtigen sind. Schlitzwände können bleibende oder vorübergehende Bauwerke sein. Die folgenden Ausführungsarten werden behandelt:

a) Schlitzwände mit stützender Funktion werden üblicherweise gebaut, um die seitlichen Wände einer Baugrube zu stützen. Sie umfassen:

- 1) Ortbetonschlitzwände
- 2) Fertigteilschlitzwände
- 3) Bewehrte Einphasenschlitzwände

b) Dichtungsschlitzwände werden üblicherweise gebaut, um die Bewegung von sauberem oder verunreinigtem Grundwasser oder von anderen Flüssigkeiten im Boden zu verhindern. Sie umfassen:

- 1) Einphasenschlitzwände, ggf. mit Dichtungsbahnen oder Spundwänden
- 2) Tonbetonschlitzwände

Der Entwurf, die Planung und die Ausführung von Schlitzwänden verlangen Erfahrung und Kenntnis in diesem besonderen Aufgabengebiet. Die Ausführungsphase erfordert geschultes Fachpersonal. Diese Norm kann das Fachwissen von Spezialisten und die Kenntnisse von erfahrenen Bauunternehmen nicht ersetzen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

ENV 197

Zement – Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien

ENV 206

Beton – Eigenschaften, Herstellung, Verarbeitung und Gütenachweis

ENV 1991

Eurocode 1: Grundlagen von Entwurf, Berechnung und Bemessung sowie Einwirkungen auf Tragwerke

ENV 1992

Eurocode 2: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken

ENV 1994

Eurocode 4: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Verbundbauwerken aus Stahl und Beton

ENV 1997

Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

ENV 1998

Eurocode 8: Maßnahmen und Bemessungsregeln zur Ermittlung der Erdbebenbeanspruchbarkeit von Tragwerken

EN 10080

Betonbewehrungsstahl – Schweißgeeigneter, gerippter Betonstahl B 500 – Technische Lieferbedingungen für Stäbe, Ringe und geschweißte Matten

ISO 9690

Herstellung und Überwachung von Beton – Klassifizierung von chemisch aggressiven Umweltbedingungen

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Ortbetonschlitzwand

en: cast in situ concrete diaphragm wall

fr: paroi moulée en béton

Schlitzwand aus unbewehrtem oder bewehrtem Ortbeton, die in einem im Baugrund ausgehobenen Schlitz hergestellt wird. Der Beton wird bei flüssigkeitsgestützten Schlitten unter der stützenden Flüssigkeit mit Hilfe von Betonierrohren oder in einigen Fällen auch im Trockenen eingebaut.

3.2 Fertigteilschlitzwand

en: precast concrete diaphragm wall

fr: paroi préfabriquée en béton

Schlitzwand aus Fertigteilen, die in einen Schlitz abgesenkt werden, der eine selbsterhärtende Suspension enthält.

3.3 Bewehrte Einphasenschlitzwand

en: reinforced slurry wall

fr: paroi moulée en coulis armé

Schlitzwand aus einer selbsterhärtenden Suspension, die mit Stahlprofilen, Stahlmatten oder anderen geeigneten Bauteilen bewehrt ist.

3.4 Einphasenschlitzwand

en: slurry wall

fr: paroi moulée en coulis

Schlitzwand aus einer selbsterhärtenden Suspension. In den meisten Fällen wird für den Aushub eine selbsterhärtende Suspension als stützende Flüssigkeit verwendet; Abdichtungselemente wie Membranen oder Spundwände können eingebaut werden.

3.5 Tonbetonschlitzwand

en: plastic concrete wall

fr: paroi moulée en béton plastique

Schlitzwand aus einem Tonbeton; sie wird in einem im Baugrund ausgehobenen Schlitz hergestellt. Der Beton wird bei flüssigkeitsgestützten Schlitten unter der stützenden Flüssigkeit mit Hilfe von Betonierrohren oder in einigen Fällen auch im Trockenen eingebaut.

3.6 Schlitzwandelement

en: panel

fr: panneau

Abschnitt der Schlitzwand, der als einzelne Einheit betoniert wird. Ein Schlitzwandelement kann die Form einer Geraden, eines T, L oder eine andere Form besitzen.

3.7 Leitwände

en: guide-walls

fr: murettes-guides

Parallele Wände geringer Tiefe mit vorübergehender Funktion, die als Führung für das Aushubwerkzeug dienen und die Schlitzwandung im Bereich des schwankenden Spiegels der stützenden Flüssigkeit gegen Einsturz sichern.

3.8 Betonierrohr

en: concreting pipe

fr: tube plongeur

Rohr, mit dem der Beton ohne Ver- und Entmischung unter der stützenden Flüssigkeit eingebracht wird.

3.9 Stützende Flüssigkeit

en: supporting fluid
fr: fluide d'excavation

Flüssigkeit, die während des Aushubs zum Stützen der Schlitzwände verwendet wird. In der Regel handelt es sich dabei um eine Bentonitsuspension, eine Polymerlösung oder eine selbsterhärtende Suspension.

3.10 Selbsterhärtende Suspension

en: self-hardening slurry
fr: coulis autodurcissant

Suspension, die zeitabhängig erhärtet. Es handelt sich dabei um eine Suspension, die Zement bzw. ein anderes Bindemittel und zusätzliche Stoffe, wie z. B. Ton (Bentonit), gemahlene Hochofenschlacke, Flugasche, Füller und Zusatzmittel enthält.

3.11 Tonbeton

en: plastic concrete
fr: béton plastique

Ein hochplastischer Beton niedriger Festigkeit. Hier bedeutet hohe Plastizität die Eigenschaft, größere Verformungen als normaler Beton zu überstehen. Er besitzt einen niedrigen Zementgehalt und enthält Bentonit und/oder anderes Tonmaterial. Er kann auch andere Materialien wie Flugasche und Zusatzmittel enthalten.

4 Bautechnische Unterlagen für die Ausführung

Zur Erstellung der Ausführungspläne und zur Ausführung werden folgende Angaben benötigt:

- Topographie des Geländes;
- vorherige Nutzung des Geländes;
- geotechnische Unterlagen und Kennwerte nach Abschnitt 5;
- Unterlagen über benachbarte Straßen und Bauwerke, insbesondere über die Gründungsart und über Vorkehrungen zur Sicherung ihrer Standsicherheit;
- Lage, Art und Zustand der Versorgungsleitungen (Gas, Strom, Abwasser, . . .);
- Hindernisse im Baugrund (altes Mauerwerk, . . .);
- Archäologische Reste;
- Verunreinigter Baugrund;
- ggf. Einschränkungen der Arbeit (Schwingungen, Lärm, lichte Höhe, Arbeitsebene, . . .);
- alle notwendigen Unterlagen zur Herstellung der Ausführungspläne;
- besondere Anforderungen an die Wand, insbesondere diejenigen, die die Maßabweichungen, Baustoffeigenschaften, Wasserundurchlässigkeit und Fugenausbildung betreffen;
- umgebungsbezogene Anforderungen;
- falls verfügbar, vorherige Erfahrungen mit Schlitzwänden oder Gründungsarbeiten an ähnlichen Baustellen.

Für Dichtungswände sind die Durchlässigkeit, die Festigkeit und die Verformungseigenschaften des Wandmaterials sowie die Prüfverfahren anzugeben.

Es kann nicht erwartet werden, daß Schlitzwände vollkommen wasserdicht sind, da Durchsickerungen an Fugen, an Aussparungen und durch den Wandbaustoff vorkommen können. Feuchte Stellen und Wassertropfen können unter normalen Bedingungen nicht vermieden werden.

Die Kontinuität der Bewehrung zwischen den Bewehrungskörben sowie über Fugen hinweg wird normalerweise nicht verlangt, kann aber unter besonderen Umständen vorgeschrieben werden.

5 Baugrunderkundung

5.1 Allgemeines

Die Baugrunderkundung für die Planung und Ausführung einer Schlitzwand muß sich nach den allgemeinen Regeln der ENV 1997 richten.

Alle Ergebnisse der Baugrunderkundung sind nach den in Abschnitt 4 angegebenen Anforderungen zur Verfügung zu stellen.

5.2 Besondere Gesichtspunkte

Besondere Aufmerksamkeit muß auf folgende Gesichtspunkte gerichtet werden, die wichtig für die Ausführung einer Schlitzwand sind:

- Wasserdruckhöhen aller Grundwasserstockwerke und Durchlässigkeitsbeiwerte der Böden;
- grobe, stark durchlässige Böden und natürliche oder künstliche Hohlräume, die plötzliche Verluste an stützender Flüssigkeit und Schlitzzeinsturz verursachen können und somit besondere Vorkehrungen erfordern;
- Vorkommen, Festigkeit und Verformungswerte weicher Böden, wie sehr weicher Ton und Torf, die Schwierigkeiten beim Aushub verursachen können (Verformung, Einsturz);
- Vorkommen von Findlingen oder Hindernissen, die Schwierigkeiten beim Aushub verursachen können, und, wenn möglich, eine Beurteilung ihrer Abmessungen und Häufigkeit;
- Vorkommen, Lage, Festigkeit und Härtegrad von Fels oder anderem harten Material, das Schwierigkeiten beim Aushub verursachen oder besondere Werkzeuge erfordern kann;
- schädliche chemische Bestandteile im Grundwasser, Boden und Fels sowie ggf. die Wassertemperaturen (siehe ISO 9690);
- schädliche chemische Bestandteile von Auffüllungen (siehe ISO 9690);
- Vorkommen vorbehandelter Böden, die sich während des Aushubs ungünstig auswirken können.

Die Wasserdruckhöhen der verschiedenen Grundwasserstockwerke im Bereich der Baustelle müssen gesondert und über einen ausreichenden Zeitraum überwacht werden, um die höchsten Wasserstände einzuschätzen, die während der Herstellung der Schlitzwand auftreten können. Besondere Aufmerksamkeit muß auf artesischen Bedingungen gerichtet werden.

Die Festigkeit des Baugrunds und des Fels ist durch Labor- und/oder durch Felduntersuchungen über die gesamte Tiefe der Schlitzwand und auch unter der Sohle zu ermitteln. Die Erkundungstiefe richtet sich nach der Art des Baugrunds und der Funktion der Wand.

Die Körnungslinien kohäsionsloser Böden sind zu bestimmen.

Wenn gefordert wird, daß Schlitzwände in den Fels einbinden oder ihn durchfahren, ist die Höhe der Felsoberfläche über die Länge der Schlitzwand und auch in der Querrichtung zu bestimmen. Auch die Eigenschaften des Fels einschließlich des Verwitterungsgrads und des Umfangs der Klüftung sind zu bestimmen.

6 Baustoffe

6.1 Allgemeines

Sofern in dieser Europäischen Norm nichts anderes festgelegt wird, müssen die verwendeten Baustoffe den einschlägigen Europäischen Normen entsprechen.

6.2 Bestandteile

Bentonit wird zur Herstellung stützender Flüssigkeiten verwendet, entweder als Bestandteil einer Bentonitsuspension oder zusammen mit Polymeren und auch als wesentlicher Bestandteil selbsterhärtender Suspensionen.

Bentonit ist ein Ton, der hauptsächlich Montmorillonit oder ähnliche Mineralien enthält. Es werden Calcium-Bentonit, natürlicher Natrium-Bentonit und aktivierter Bentonit unterschieden; dieser ist ein Natrium-Bentonit, der durch Ionenaustausch aus natürlichem Calcium-Bentonit hergestellt wird.

Bentonit für Bentonitsuspensionen darf bewehrungs- oder betonschädliche Bestandteile nicht in schädigender Konzentration enthalten.

Die chemische und mineralogische Zusammensetzung des Bentonits muß vorgelegt werden.

Bei der Wahl der zu verwendenden Zementart ist die Aggressivität des Baugrunds und des Grundwassers zu berücksichtigen. Im Beton enthaltener Zement muß der ENV 206, 4.1, genügen.

6.3 Stützende Flüssigkeiten

Dieser Abschnitt bezieht sich nur auf Bentonitsuspensionen, Polymerlösungen und selbsterhärtende Suspensionen.

6.3.1 Bentonitsuspensionen

Eine Bentonitsuspension ist entweder aus natürlichem oder künstlich aktiviertem Natrium-Bentonit herzustellen.

In bestimmten Fällen, z. B. wenn die Dichte der Suspension erhöht werden muß, können geeignete inerte Baustoffe zugegeben werden.

Eine selbsterhärtende Suspension darf aus Calcium-Bentonit oder aus natürlichem oder aktiviertem Natrium-Bentonit hergestellt werden.

Im Normalfall muß die Bentonitsuspension die Bedingungen der Tabelle 1 erfüllen.

Die Werte der Tabelle 1 dürfen besonderen Umständen angepaßt werden, z. B. bei

- Böden oder Fels mit hoher Durchlässigkeit oder mit Hohlräumen, die zu Bentonitverlusten führen können;
- hohem Grundwasserstand (artesische Bedingungen);
- sehr weichen Böden;
- Salzwasserbedingungen.

Im Zustand "vor dem Betonieren" ist in Sonderfällen eine obere Begrenzung des Sandgehalts zwischen 4 % und 6 % zulässig (z. B. nichttragende Wände, unbewehrte Wände).

Um Sandkörner in Suspension zu halten und um die Eindringung in den Boden zu verringern, ist eine Bentonitsuspension mit einer ausreichenden Fließgrenze erforderlich.

Wenn es für notwendig gehalten wird, kann die Fließgrenze mit Rotationsviskosimeter oder einer anderen geeigneten Einrichtung geprüft werden.

Die Marsh-Zeit, die Filtratwasserabgabe, der Sandgehalt und die Filterkuchendicke können mit den Prüfverfahren nach "Recommended Practice Standard Procedure for Field Testing Water-Based Drilling Fluids" des "American Petroleum Institute (American Petroleum Institute Recommended Practice 13B-1, June 1, 1990)" gemessen werden.

Die Marsh-Zeit ist die Zeit, die für das Ausfließen eines Volumens von 946 ml durch die Ausflußöffnung des Trichterkegels gemessen wird. Ein Volumen von 1000 ml darf verwendet werden. In diesem Fall müssen die Marsh-Zeiten der Tabelle 1 angepaßt werden.

Die Versuchsdauer bei der Bestimmung der Filtratwasserabgabe darf für laufende Überwachungsversuche auf 7,5 min verringert werden. Auch in diesem Fall müssen Filtratwasserabgabe und Filterkuchendicke angepaßt werden. Die Filtratwasserabgabe in 7,5 min beträgt näherungsweise die Hälfte des Wertes, der in 30 min erzielt wird.

ANMERKUNG: Unter Sandgehalt ist hier der Volumenanteil einschließlich des Porenvolumens, nicht der Gewichtsanteil, der Körnung > 74 µm (= Maschenweite des Prüfgerätes für den Sandgehalt) zu verstehen.

6.3.2 Polymerlösungen

Polymerlösungen, möglicherweise mit Bentonitzusatz, dürfen als stützende Flüssigkeiten aufgrund früherer Erfahrung unter ähnlichen oder schlechteren geotechnischen Bedingungen oder nach Versuchsschlitzten im Maßstab 1 : 1 auf der Baustelle verwendet werden. Aus früherer Erfahrung darf mit Hilfe von Laborversuchen oder theoretischen Überlegungen angemessen extrapoliert werden.

6.4 Selbsterhärtende Suspensionen

Im allgemeinen werden selbsterhärtende Suspensionen in der Fertigteilschlitzwand-Technik und für bewehrte oder unbewehrte Einphasenwände verwendet. Sie dienen als stützende Flüssigkeit während des Aushubs und bilden zusammen mit den durch die Aushubarbeit eingemischten Feinteil aus dem natürlichen Baugrund den endgültigen, erhärteten Baustoff. Die Suspension muß so beschaffen sein, daß das zufriedenstellende Verhalten der Suspension während der Ausführung sichergestellt ist. Die Verwendung von Zusatzmitteln könnte erforderlich sein, um die Verarbeitbarkeit während des Aushubs und des Einbringens von Einbauteilen sowie die Abbindedauer unter Berücksichtigung der möglichen Auswirkungen der Temperatur und der chemischen Bestandteile des Bodens und des Grundwassers zu sichern. Die für die jeweilige Anwendung erforderlichen Eigenschaften des erhärteten Baustoffes (z. B. Durchlässigkeitsbeiwert, Festigkeit und Verformungseigenschaften) sowie die Prüfverfahren sind in Abhängigkeit von den Gebrauchsanforderungen an die Schlitzwand anzugeben.

Tabelle 1: Eigenschaften der Bentonitsuspension

Eigenschaften	Verwendung		
	Zustand "frisch"	Zustand fertig für die Wiederverwendung	Zustand vor dem Betonieren
Dichte in g/ml	< 1,10	< 1,25	< 1,15
Marsh-Zeit in s	32 bis 50	32 bis 60	32 bis 50
Filtratwasserabgabe in ml	< 30	< 50	entfällt
pH-Wert	7 bis 11	7 bis 12	entfällt
Sandgehalt in %	entfällt	entfällt	< 4
Filterkuchendicke in mm	< 3	< 6	entfällt

6.5 Beton

6.5.1 Allgemeines

Sofern nicht anders festgelegt, muß der Beton für Ortbeton- und Fertigteilschlitzwände der ENV 206 entsprechen.

Die folgenden Bestimmungen dieses Abschnittes sind auf Ortbetonchlitzwände anzuwenden. Sie befassen sich nur mit den für eine fachgerechte Ausführung notwendigen Eigenschaften. Der Beton muß darauf abgestellt sein, daß während des Einbaus keine Entmischung auftritt, daß er leicht die Bewehrung umfließt und daß man im Endzustand einen dichten und wasserundurchlässigen Baustoff erhält. Die Eigenschaften des erhärteten Betons in bezug auf Festigkeit und Dauerhaftigkeit sind so zu wählen, wie es die geforderte Verarbeitbarkeit erlaubt.

6.5.2 Zuschläge

Um Entmischung zu vermeiden, muß der Zuschlag gut abgestuft sein. Das Zuschlaggrößtkorn muß < 32 mm oder kleiner als $1/4$ des lichten Abstandes der Längsbewehrungsstäbe sein, wobei der kleinere Wert maßgebend ist.

Bei einem Zuschlaggrößtkorn von 32 mm muß die Betonrezeptur folgende Kennwerte aufweisen:

- Sandgehalt $> 40\%$ Massenanteil, bezogen auf den gesamten Zuschlag;
- Mehlkorngesamt (einschließlich Zement und andere feine Partikel) zwischen 400 kg/m^3 und 550 kg/m^3 . Diese Partikel sind zwischen $2 \mu\text{m}$ und $63 \mu\text{m}$ groß und umfassen Zement und andere feine Materialien.

6.5.3 Zement

Der Zementgehalt muß mindestens dem Zuschlaggrößtkorn nach Tabelle 2 entsprechen.

Ein Teil des Portland-Zementes (Typ 1 nach ENV 206) darf durch Zusatzstoffe wie Flugasche oder gemahlene Hochofenschlacke ersetzt werden.

Tabelle 2: Mindestzementgehalt

Größtkorn des Zuschlags mm	Mindestzementgehalt kg/m^3
32	350
25	370
20	385
16	400

6.5.4 Wasserzementwert

Der Wasserzementwert darf 0,6 nicht überschreiten.

Falls Zusatzstoffe in der Mischung verwendet werden, könnte es erforderlich sein, diesen Wert zu ändern.

6.5.5 Zusatzmittel

Zur Einhaltung der Betoneigenschaften, die für das Einbringen mit Hilfe von Betonierrohren erforderlich sind, sind folgende Zusatzmittel zulässig:

- Betonverflüssiger und Fließmittel, um das Bluten oder die Entmischung, die in manchen Situationen auftreten könnten, zu verhindern;
- Verzögerer zur Verlängerung der Verarbeitbarkeitszeit, insbesondere als Vorsorge für Betonierunterbrechungen.

6.5.6 Frischbeton

Die Frischbetonkonsistenz muß unmittelbar vor dem Betonieren einem Slump zwischen 160 mm und 220 mm entsprechen. Ein Slump zwischen 180 mm und 210 mm wird empfohlen.

Anstelle der Slump-Prüfung darf der Ausbreitversuch verwendet werden. In diesem Fall soll die Konsistenz des Frischbetons unmittelbar vor dem Betonieren einem Ausbreitmaß zwischen 520 mm und 630 mm entsprechen. Ein Ausbreitmaß zwischen 550 mm und 600 mm wird empfohlen.

6.6 Tonbeton

Tonbeton wird für Dichtungswände verwendet, wenn zu einem niedrigen Durchlässigkeitsbeiwert hohe Verformbarkeit verlangt wird. Sie bestehen aus:

- Ton oder Bentonit;
- Zement oder einem anderen Bindemittel;
- gut abgestuften Zuschlägen;
- Zusatzmitteln;
- Wasser;
- und ggf. Zusatzstoffen und -mitteln.

Der Begriff Tonbeton ohne Kiesfraktion im Zuschlag wird angewendet, wenn die Korngröße des Zuschlages auf die von Sand begrenzt ist.

Die Mischung ist so festzulegen, daß die geforderte Verformbarkeit und Durchlässigkeit sowie eine ausreichende Verarbeitbarkeit und Festigkeit eingehalten werden.

Typische Zusammensetzungen von Tonbeton mit und ohne Kiesfraktion im Zuschlag bei Verwendung von Bentonit sind in Anhang A angegeben.

6.7 Stahl

Der in Schlitzwänden verwendete Betonstahl muß EN 10080 entsprechen. Sofern keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, dürfen andere in Ortbeton-Schlitzwänden verwendete Metallbauteile, wie z.B. Rohre, Platten, Verbindungsteile usw., nicht aus verzinktem Stahl oder anderen Metallen hergestellt werden, die elektrostatische Wirkungen mit dem Ergebnis des Aufbaus eines Bentonitkuchens erzeugen oder elektrochemische Korrosion der Bewehrung verursachen können.

7 Entwurfskriterien

7.1 Allgemeines

Die Terminologie, die zur Beschreibung der Maße und Einzelheiten der Schlitzwandelemente verwendet wird, ist in den Bildern 1 und 2 enthalten.

Die in 8.2 angegebenen Toleranzen sind beim Entwurf zu berücksichtigen.

Die Maße der Schlitzwandelemente sollten die Maße der für den Aushub zur Verfügung stehenden Geräte, die Methoden und die Reihenfolge des Aushubs, die Stabilität der Schlitzwand und die Lieferung des Betons sowie die zutreffenden Informationen in Abschnitt 4 berücksichtigen.

Die vorgesehene Wanddicke entspricht der Dicke des Aushubwerkzeugs. Eine größere Wanddicke könnte in Frage kommen, vorausgesetzt, daß sie durch Messungen auf der Baustelle nachgewiesen wird.

Die Schlitzwandelemente sind in der Regel vertikal und besitzen über die Tiefe den gleichen horizontalen Querschnitt. In bestimmten Fällen kann der horizontale Querschnitt unterhalb einer bestimmten Tiefe reduziert sein.

Die Planung der Wand muß die Diskontinuität der Bewehrung an den Fugen zwischen den Elementen und zwischen benachbarten Bewehrungskörben im gleichen Element berücksichtigen. Zwischen den Bewehrungskörben benachbarter Elemente muß ein ausreichender Zwischenraum vorgesehen werden, der von der Art der Fugen und den Maßabweichungen abhängt.

Wo es erforderlich ist, Lasten zu verteilen und Verformungen auf ein Mindestmaß zu reduzieren, wird normalerweise ein Kopfbalken aus Beton auf Stahlbeton-Schlitzwänden angeordnet. Für den seltenen Fall, bei dem eine über die Fugen durchgehende Tragwirkung erforderlich ist, sind besondere Verfahren anwendbar.

7.2 Standsicherheit während des Aushubs

Die Länge der Elemente muß so sein, daß die Standsicherheit des Schlitzes während des Aushubs gesichert ist.

Die Standsicherheit des Schlitzes umfaßt zwei Aspekte:

- Stabilität der Bodenkörner an den Schlitzwänden;
- Gesamtstabilität des Schlitzes.

Die Standsicherheit des Schlitzes während des Aushubs rührt von den stützenden Kräften der stützenden Flüssigkeit her, die auf die Wandungen des Schlitzes wirken. Im Fall der Bentonitsuspensionen rührt die Wirkung in feinen Böden von der Bildung eines Filterkuchens her. Bei gröberen Böden entsteht diese Wirkung durch die Stagnation der Bentonitsuspension nach begrenzter Eindringung in den Boden. Im Fall der Polymerlösungen rührt die Wirkung hauptsächlich von der Eindringung der Flüssigkeit in den Boden her. Die Eindringtiefe, die im Verlauf der Zeit zunimmt, ist bei schluffigen oder sandigen Böden beträchtlich; bei tonhaltigen Böden bleibt sie gering.

Die hauptsächlichsten Einflußgrößen auf die Standsicherheit, die während der Bauausführung gesteuert werden können, sind:

- Eigenschaften der stützenden Flüssigkeit;
- Spiegelhöhe der stützenden Flüssigkeit;
- Länge der Schlitzwandelemente;
- Zeit, in der der Schlitz offensteht, in Abhängigkeit von den Boden- und Grundwasserverhältnissen (möglicher Verlust an Scherfestigkeit mit zunehmender Zeit).

Die Aushubwerkzeuge und Aushubverfahren können, insbesondere wenn gemeißelt oder gesprengt wird, einen Einfluß auf die Stabilität des Schlitzes haben.

Die Standsicherheit des Schlitzes muß auf der Grundlage vergleichbarer Erfahrung, aufgrund rechnerischer Standsicherheitsnachweise oder durch Versuchsschlitzte auf der Baustelle bestimmt werden. Wenn die vergleichbare Erfahrung als unzureichend anzusehen ist, muß die zweite oder dritte Möglichkeit angewendet werden.

Vergleichbare Erfahrung ist definiert als Erfahrung bei ähnlichen Arbeiten unter ähnlichen Bedingungen. Insbesondere sind folgende Punkte im Vergleich zu berücksichtigen:

- Eigenschaften von Boden und Fels;
- Grundwasserhöhen;
- angrenzende Bauwerke;
- Bauverfahren.

Diese Erfahrung ist ausführlich zu dokumentieren bzw. auf eine andere Art und Weise eindeutig nachzuweisen. Örtlich gewonnene Erfahrung ist als besonders wichtig zu betrachten.

Die Standsicherheitsberechnung muß folgende Einflußgrößen berücksichtigen:

- stützende Kräfte infolge der stützenden Flüssigkeit;
- Grundwasserhöhen;
- Erddruck einschließlich der Geometrie des dreidimensionalen Erddruckproblems;
- Scherfestigkeitsparameter der Böden;
- Einflüsse aus benachbarten Lasten.

Im Fall der Ausführung von Versuchsschlitzten müssen Sicherheitsbeiwerte beim Entwurf der später auszuführenden Schlitzte berücksichtigt werden.

Die Spiegelhöhe der stützenden Flüssigkeit muß dem höchsten, während des Aushubs zu erwartenden Grundwasserspiegel angepaßt werden. Sie muß stets mindestens 1 m über dem höchsten Grundwasserspiegel liegen.

Im Fall sehr weicher Böden kann es notwendig sein, während des Aushubs den Spiegel der stützenden Flüssigkeit

anzuheben und/oder ihre Dichte zu vergrößern und die Zeit zu minimieren, in der der Schlitz offensteht.

Im Fall von groben, stark durchlässigen Böden oder von Hohlräumen im Baugrund, in dem ein Verlust an stützender Flüssigkeit auftreten kann, sollte eine der folgenden Maßnahmen ergriffen werden:

- Steigerung der Fließgrenze der Flüssigkeit durch Vergrößern des Bentonitgehalts der Suspension;
- Zugabe eines Füllstoffs zur Bentonitsuspension in der Mischanlage oder unmittelbar im Schlitz;
- Im Fall von Hohlräumen Zufüllen des Schlitzes mit Magerbeton oder einem anderen geeigneten Baustoff in der festgestellten Höhe und Wiederaushub;
- Verpressen solcher Schichten vor dem Schlitzaushub.

7.3 Felseinbindung

Wenn in eine Felsschicht einbindende Schlitzwände verlangt werden, müssen die folgenden Gesichtspunkte bei der Planung berücksichtigt werden:

- Funktion der Wand;
- Felseigenschaften wie Festigkeit, Struktur (Klüftung, Schichtung usw.), Verwitterungsgrad und ggf. die Durchlässigkeit;
- die Neigung der Felsoberfläche in Längs- und Querrichtung der Schlitzwand;
- die Arbeitsweise, den Fels mit den vorgesehenen Werkzeugen zu durchfahren.

Die Planung muß besondere Lösungen einschließen wie:

- unterschiedliche Tiefen entlang der Sohle eines einzelnen Schlitzwandelements oder zwischen Schlitzwandelementen;
- Verdübelung im Fels mit Stahlprofilen, Rohren, Balken usw. an der Sohle;
- Sohlverpressung.

7.4 Bewehrungskörbe

7.4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt gilt für Bewehrungskörbe in planmäßig bewehrten Ortbetonschlitzwänden.

Die Bewehrung eines Elements kann einen oder mehrere Körbe innerhalb der Elementlänge umfassen.

Die Planung der Bewehrungskörbe muß ENV 1992 entsprechen. Die Bewehrung muß nicht nur die Tragfähigkeit der endgültigen Wand sicherstellen, sondern auch eine angemessene Festigkeit und Steifigkeit der Körbe während der Bauarbeiten, insbesondere für die Phasen des Einbaus und Betonierens. Er muß auch dem Frischbeton erlauben, leicht um jedes seiner Teile zu fließen.

Die vertikale Lage eines Bewehrungskorbes ist so zu wählen, daß der Abstand zwischen Korbunterseite und Aushubsohle mindestens 0,2 m beträgt.

Der Bewehrungskorb muß beinhalten:

- die vertikale Bewehrung in einer oder mehreren Lagen auf jeder Seite der Wand;
- die horizontale Bewehrung in der Form von Haken, Bügeln oder anderen geeigneten Formen;
- Stäbe zum Anhängen und Hochziehen;

und falls erforderlich:

- besondere Bewehrung für Anker, Stützen oder andere mit Schlitzwänden verbundene Tragwerksteile;
- Diagonalstäbe zur Verbesserung der Korbsteifigkeit für die Einbauvorgänge;
- Formteile für Aussparungen oder Rohre für Anker, Versorgungsleitungen;

- vertikale Rohre für Einpressungen, Dübel, Meßeinrichtungen . . .

Im Fall des Schweißens ist nur Elektroschweißung zulässig, vorausgesetzt, daß die Stahlqualität geeignet ist.

Heftschweißen ist für alle Stahlarten für Montagezwecke erlaubt, vorausgesetzt, daß die mechanischen Eigenschaften der Stäbe nicht beeinträchtigt werden.

7.4.2 Vertikalbewehrung

Der Mindestdurchmesser der Stäbe muß 12 mm betragen. Auf jeder Seite des Korbs müssen mindestens 3 Stäbe/m angeordnet werden.

Der horizontale lichte Abstand zwischen Einzelstäben oder Stabgruppen parallel zur Wandung muß mindestens 100 mm sein. Er darf auf 80 mm an Stoßstellen oder im Fall stark bewehrter Elemente verringert werden, vorausgesetzt, das Größtkorn des Zuschlags liegt unter 20 mm.

Wenn der Korb in der Vertikalen aus mehreren Teilen besteht, muß eine Verbindung zwischen den Stäben durch Überlappung oder Kupplung hergestellt werden. Bei Überlappung muß das Auseinandergleiten durch Heftschweißung oder andere geeignete Mittel verhindert werden.

7.4.3 Horizontalbewehrung

Die Horizontalbewehrung ist so anzuordnen, daß die Bewehrung von Vertikalstäben unterbunden und ein angemessener Raum für die Kontraktorrohre vorgesehen wird.

Der vertikale lichte Abstand zwischen den Stäben muß mindestens 200 mm sein. Dieser darf auf 150 mm verringert werden, vorausgesetzt, das Größtkorn des Zuschlags liegt unter 20 mm.

Der horizontale lichte Abstand den Bewehrungskorb durchdringender Horizontalstäbe muß mindestens 150 mm sein. Ein Mindestabstand von 200 mm wird empfohlen, um den freien Fluß des Betons zu sichern.

7.4.4 Geteilte Bewehrungskörbe und Fugen

Der lichte Abstand zwischen zwei Bewehrungskörben im gleichen Element muß 200 mm betragen.

Der lichte Abstand zwischen den Enden des Bewehrungskorbs und den Fugen des Elements muß 100 mm betragen; dabei sind die zulässigen Abweichungen in der Vertikalen, die Form der Fugen und ggf. der Einbau von Dichtungselementen zu berücksichtigen. Im Fall von Fugen mit gekrümmtem Grundriß darf der Korb nicht in die Zwickel reichen, die zwischen Schlitzwandung und Fugenwandung liegen. Dieses bezieht sich nicht auf den Fall von Schlitzwänden mit kontinuierlich durch die Fugen durchlaufender Bewehrung.

7.5 Aussparungen und Durchdringungen

Alle Teile der Schalung zur Herstellung von Aussparungen und Durchdringungen sind sicher am Bewehrungskorb zu befestigen, um Verschiebungen während des Betonierens zu verhindern.

Aussparungen und Durchdringungen müssen in ihrer Größe begrenzt sein. Sie sind so zu formen, daß der freie Fluß des Betons nicht gestört wird.

Aussparungen für Deckenanschlüsse dürfen für jedes Element nicht länger sein als der Bewehrungskorb (siehe Bild 1).

Aussparungen sollten möglichst nicht hinter die erste Bewehrungslage geführt werden.

In der Regel gehen die Durchdringungen für Anker nicht über einen Rohrdurchmesser von 300 mm hinaus, um den freien Fluß des Betons nicht zu stören. Bei Durchdringungen mit einem Durchmesser > 300 mm könnten besondere Vorkehrungen erforderlich sein.

7.6 Betondeckung

Die planmäßige Betondeckung ist definiert als der Abstand zwischen der Außenseite des Bewehrungskorbs und der Nennlage der Schlitzwandung.

Um den freien Fluß des Betons und die Einhaltung der Anforderungen der ENV 1992 sicherzustellen, muß die planmäßige Betondeckung mindestens 75 mm betragen.

Mit Ausnahme von sehr weichen Böden darf dieser Wert bei nicht angreifendem Baugrund oder bei Schlitzwänden, die einen vorübergehenden Zweck haben, auf 60 mm verringert werden.

Es müssen Abstandhalter vorgesehen werden, damit die Betondeckung eingehalten wird.

Die Abstandhalter müssen entweder vertikale Rohre oder besondere Einzelteile (Platten, Rollen) sein. Ihre Größe muß den Baugrundbedingungen angepaßt sein.

Für bleibende Tragwerke müssen die Abstandhalter aus einem nichtmetallischen Stoff bestehen, der hinsichtlich der zeitlichen Beständigkeit dem Beton mindestens gleichwertig ist, außer sie werden während des Betonierens entfernt.

8 Ausführung

8.1 Allgemeines

Die Ausführungsphasen unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Art der Schlitzwand und der verwendeten stützenden Flüssigkeit. Im Normalfall mit stützender Flüssigkeit sind die grundlegenden Arbeitsfolgen:

- bei Ortbetonschlitzwänden:
 - 1) Aushub, in der Regel unter einer Bentonitsuspension;
 - 2) Reinigung des ausgehobenen Schlitzes;
 - 3) Einbau der Bewehrung;
 - 4) Betonieren;
 - 5) Abspitzarbeiten.
- bei Fertigteilschlitzwänden:
 - 1) Aushub, in der Regel unter einer selbsterhärtenden Suspension, bisweilen unter einer Bentonitsuspension;
 - 2) Reinigung des ausgehobenen Schlitzes. Austausch der Bentonitsuspension gegen eine selbsterhärtende Suspension. Sofern planmäßig gefordert, kann ein Baustoff mit einer höheren Festigkeit, wie z. B. Beton, an der Aushubsohle eingebaut werden, um das Fertigteil und die aufgebrachten Lasten zu stützen;
 - 3) Einbau des Fertigteils.
- bei Einphasenschlitzwänden:
 - 1) Aushub unter einer selbsterhärtenden Suspension. In einigen Fällen (z. B. bei Aushubarbeiten längerer Dauer) darf eine andere stützende Flüssigkeit verwendet werden, die anschließend durch die selbsterhärtende Suspension zu ersetzen ist;
 - 2) gegebenenfalls Einbau von Bauteilen wie Dichtungsbahnen, Bewehrung oder Spundwänden.
 - 3) Abspitz- und Abdekarbeiten.
- bei Tonbetonschlitzwänden:
 - 1) Aushub, in der Regel unter einer Bentonitsuspension;
 - 2) Reinigung des ausgehobenen Schlitzes;
 - 3) Betonieren;
 - 4) Abspitzarbeiten.

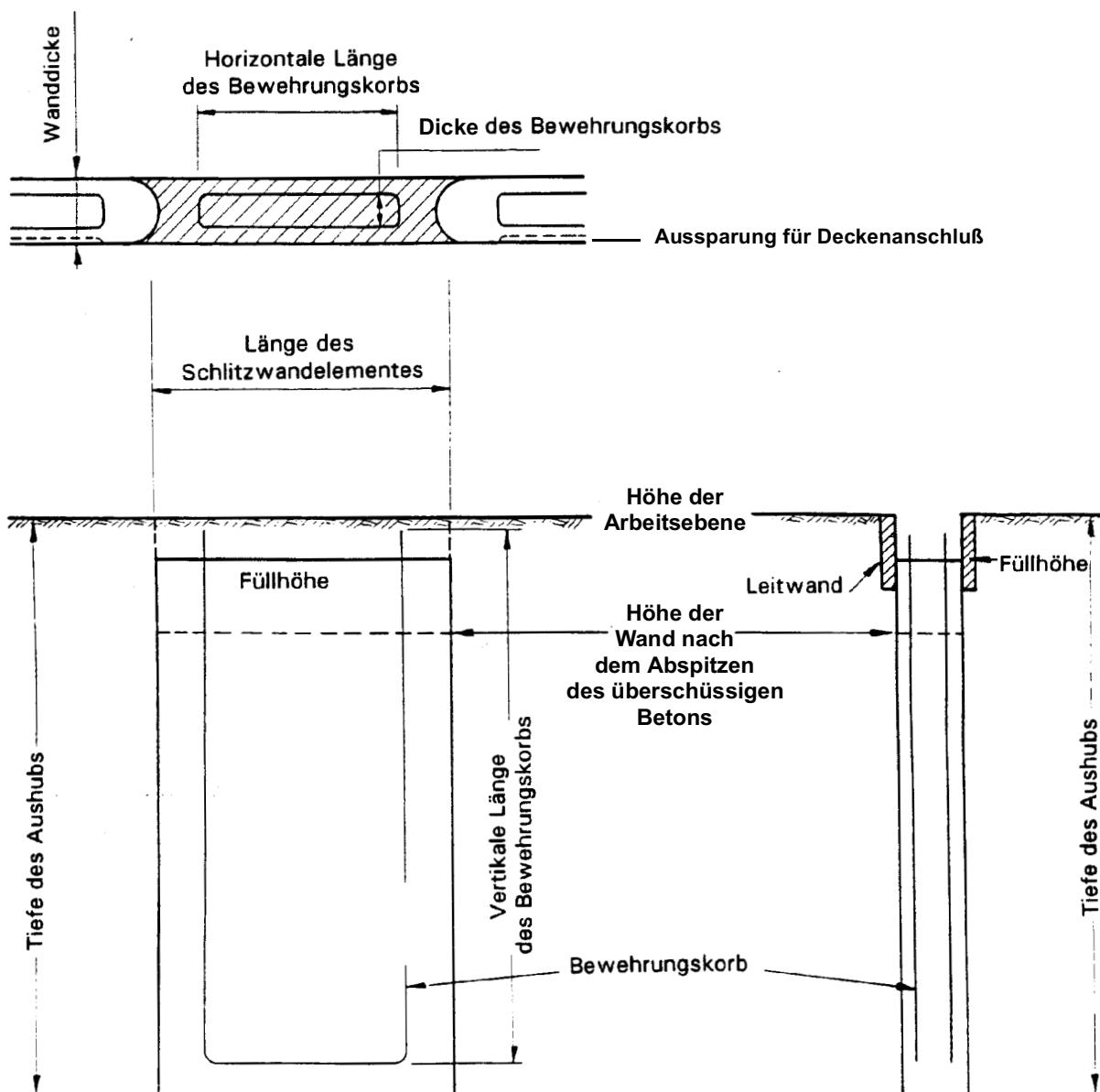


Bild 1: Geometrie eines Schlitzwandelementes

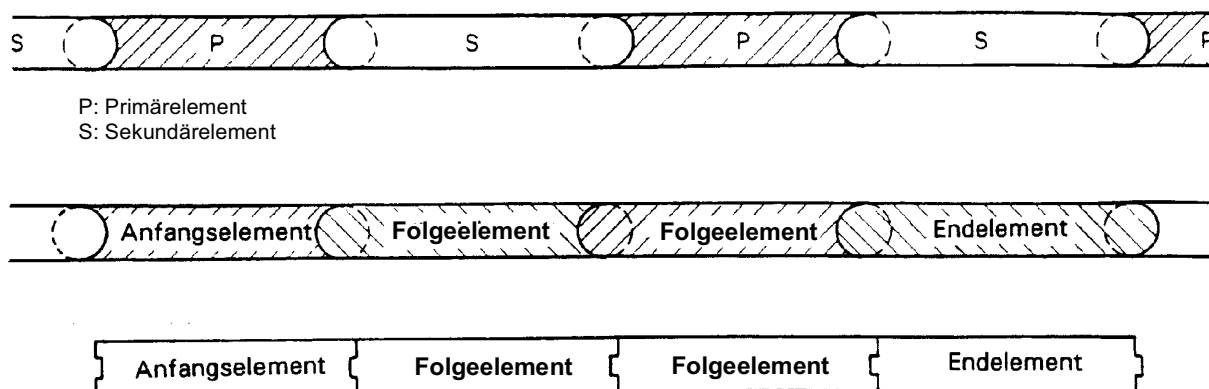


Bild 2: Schematische Beispiele für verschiedene Arten von Elementen und Fugen (Grundriß)