

## Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Deutsches Institut für Bautechnik  
ANSTALT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten  
Bautechnisches Prüfamt

Mitglied der Europäischen Organisation für  
Technische Zulassungen EOTA und der Europäischen Union  
für das Agrément im Bauwesen UEA tc

Tel.: +49 30 78730-0

Fax: +49 30 78730-320

E-Mail: [dibt@dibt.de](mailto:dibt@dibt.de)

Datum:

24. Oktober 2008

Geschäftszeichen:

I 18-1.71.2-6/08

Zulassungsnummer:

**Z-71.2-34**

Geltungsdauer bis:

**31. Juli 2011**

Antragsteller:

**CEMEX Deutschland AG, Ingenieurdienstleistungen**

Daniel-Goldbach Straße 25, 40880 Ratingen

Zulassungsgegenstand:

**Kellerwände aus CEMEX-Stahlfaserbeton**



Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.  
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 14 Seiten und acht Anlagen.

## **I. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN**

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender des Zulassungsgegenstandes Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen.
- 5 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht widersprechen. Übersetzungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.



## II. BESONDERE BESTIMMUNGEN

### 1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

Zulassungsgegenstand sind Kellerwände im Wohnungsbau, deren lichte Höhe 3,00 m nicht überschreitet. Sie bestehen aus Stahlfaserbeton mit oder ohne zusätzlicher Betonstahlbewehrung. Die Minstdicke der Außenwände beträgt 15 cm. Die Wände können auch als Innenwände eingesetzt werden.

Die Wände dürfen durch vorwiegend ruhende vertikale und horizontale, gleichmäßig verteilte Lasten beansprucht werden.

Die Wände werden in den hier beschriebenen Nachweisschritten nicht für Zwangbeanspruchungen bemessen und sind daher in der Regel nicht für eine wasserundurchlässige Konstruktion geeignet.

Bei Einwirkung von horizontalen Lastkonzentrationen (z.B. Einzellasten) oder vertikalen Einzellasten im Bereich von Öffnungen oder wenn die Wände frei auskragend oder als wandartige Träger ausgebildet werden, sind sie stets nach DIN 1045-1<sup>1</sup> zu bemessen

### 2 Bestimmungen für das Bauprodukt

#### 2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

##### 2.1.1 Betonstahl

Es darf jeder Betonstahl mit den Eigenschaften entsprechend DIN 488-1<sup>2</sup> oder allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für Bauteile aus Beton entsprechend DIN 1045-1<sup>1</sup> verwendet werden.

##### 2.1.2 Fasern

Es dürfen nur lose, kaltgezogene Stahldrahtfasern, die allgemein bauaufsichtlich zugelassen sind oder Stahlfasern nach DIN EN 14889-1<sup>3</sup> mit einer Konformitätsbescheinigung gemäß System "1" verwendet werden. Die detaillierte Spezifizierung der zulässigen Stahlfasern ist in Tabelle 1 angegeben.

##### 2.1.3 Stahlfaserbeton

Stahlfaserbeton ist ein Normalbeton nach DIN EN 206-1<sup>4</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>5</sup> und DIN 1045-2/A2<sup>6</sup>, dem zum Erreichen einer äquivalenten Zugfestigkeit Stahlfasern beigemischt werden. Der Beton muss mindestens der Festigkeitsklasse C20/25 entsprechen. Höhere Festigkeiten als C30/37 dürfen rechnerisch nicht angesetzt werden.

Die Konsistenzklasse ist auf  $\leq F4$  zu beschränken.

Es darf nur werksgemischter Transportbeton verwendet werden. Die Zugabe der Stahlfasern erfolgt ausschließlich unter Werksbedingungen.

Die Stahlfasern, die einer Betoncharge zugegeben werden, müssen gleich sein und den Angaben unter 2.1.2 entsprechen. Die Mischung von Fasertypen ist nicht zulässig.

Der eingesetzte Fasergehalt muss den Werten gemäß Tabelle 1 entsprechen.

**Tabelle 1:** Spezifikation der Stahlfasern sowie Mindest- und Höchstfasergehalte

	gerade Stahlfasern mit Endverankerung durch				gewellte Stahlfasern	
	aufgestauchten Kopf	gekröpfte Enden	flachgedrückte Enden	gekröpfte und flachgedrückte Enden	ohne Endverankerung	mit flachgedrückten Enden
Durchmesser	$\geq 1,0$ mm	$\geq 0,55$ mm	$\geq 0,65$ mm	$\geq 0,9$ mm	$\geq 0,8$ mm	$\geq 1,0$ mm
Länge L	$\geq 54$ mm	$\geq 30$ mm	$\geq 30$ mm	$\geq 50$ mm	$\geq 20$ mm	$\geq 60$ mm
Zugfestigkeit R <sub>m</sub>	$\geq 1100$ N/mm <sup>2</sup>	$\geq 850$ N/mm <sup>2</sup>	$\geq 950$ N/mm <sup>2</sup>	$\geq 950$ N/mm <sup>2</sup>	$\geq 900$ N/mm <sup>2</sup>	$\geq 900$ N/mm <sup>2</sup>
min. Fasergehalt	30 kg/m <sup>3</sup>	20 kg/m <sup>3</sup>	20 kg/m <sup>3</sup>	15 kg/m <sup>3</sup>	20 kg/m <sup>3</sup>	20 kg/m <sup>3</sup>
max. Fasergehalt	50 kg/m <sup>3</sup>	80 kg/m <sup>3</sup>	80 kg/m <sup>3</sup>	70 kg/m <sup>3</sup>	70 kg/m <sup>3</sup>	70 kg/m <sup>3</sup>



Der Stahlfaserbeton muss in den Prüfungen nach Anlage 7 die je nach vorgesehener Anwendung erforderlichen äquivalenten Zugfestigkeiten erreichen, jedoch in jeder Probe-  
serie mindestens eine mittlere äquivalente Zugfestigkeit von  $f_{eq,ctm,II} = 0,4 \text{ N/mm}^2$ .

#### 2.1.4 Baustoffkennwerte

Druckfestigkeit und E-Modul des Stahlfaserbetons werden durch die Baustoffkennwerte und deren Rechengrößen nach DIN 1045-1<sup>1</sup> und DIN EN 206-1<sup>4</sup> einschließlich DIN 1045-2<sup>5</sup> hinreichend genau beschrieben.

Die äquivalente Zugfestigkeit ist gemäß Anlage 7 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung definiert und wird in der Eignungsprüfung für den in dieser Zulassung geregelten Stahlfaserbeton nachgewiesen.

#### 2.1.5 Wände

Die Wände bestehen aus Stahlfaserbeton mit oder ohne bereichsweise zusätzlicher Betonstahlbewehrung und werden als Ortbetonwände ausgeführt. Dabei darf nur werks-  
gemischter Transportbeton verwendet werden. Die Zugabe der Stahlfasern erfolgt ausschließlich unter Werksbedingungen.

## 2.2 Herstellung und Kennzeichnung

### 2.2.1 Stahlfaserbeton

Stahlfaserbeton gilt als Beton im Sinne von DIN EN 206-1<sup>4</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>5</sup> sowie DIN 1045-2/A2<sup>6</sup>, dem Stahlfasern entsprechend Abschnitt 2.1.2 im vorgeschriebenen und statisch erforderlichen Verhältnis beigemischt sind. Für die Anforderungen an das Herstellwerk und den Umfang der Prüfungen gilt DIN EN 206-1<sup>4</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>5</sup> und DIN 1045-2/A2<sup>6</sup> sowie zusätzlich die Regelungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Es darf nur werksgemischter Transportbeton mindestens der Festigkeitsklasse C20/25 nach DIN EN 206-1<sup>4</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>5</sup> und DIN 1045-2/A2<sup>6</sup> verwendet werden, falls nicht im Abschnitt 3 höhere Festigkeitsklassen gefordert werden. Höhere Festigkeiten als C30/37 dürfen rechnerisch nicht angesetzt werden. Die Übergabe des Betons darf grundsätzlich nur auf der Baustelle erfolgen.

Die Fasern dürfen nur im Werk zugegeben werden. Die Stahlfasern sind in fertig abgewogenen Gebinden für die Betonherstellung bereitzuhalten oder sie sind über eine geeignete geeichte automatische Wägeeinrichtung zuzugeben; es ist zu überprüfen, dass die geforderten Eigenschaften durch Lieferschein (Ü-Zeichen oder CE-Kennzeichen) nachgewiesen sind.

Die Betonzusammensetzung ist stets aufgrund von Erstprüfungen entsprechend DIN EN 206-1<sup>4</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>5</sup> und DIN 1045-2/A2<sup>6</sup> und DIN 1045-3<sup>7</sup> sowie dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung festzulegen. Hierbei sind für eine gleichmäßige Faserverteilung in der Mischung das Verfahren der Faservereinzelung (Art und Zeitpunkt der Faserzugabe), das Mischverfahren, die Mischzeit, die Zusammensetzung des Betons (Zementsorte und Zementgehalt, Sieblinie, Größtkorn, Fasergehalt, Fasertyp, Zusatzmittel und der w/z-Wert), die Verdichtungsart und -dauer aufeinander abzustimmen.

Die Eignung des zur Einbringung des Stahlfaserbetons vorgesehenen Pumpgerätes ist zu prüfen und das Ergebnis zusammen mit dem Ergebnis der Erstprüfung schriftlich festzuhalten. Aufgrund der Erstprüfung ist eine schriftliche Mischanweisung zu erstellen.

Die Erstprüfung ist bei jeder Abweichung von der ursprünglichen Zusammensetzung erneut durchzuführen und die erzielte äquivalente Zugfestigkeit von der Fremdüberwachung zu bestätigen. Dies gilt nicht, wenn die Abweichungen nicht über den in Abschnitt 9.5 von DIN EN 206-1<sup>4</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>5</sup> und DIN 1045-2/A2<sup>6</sup> definierten Umfang hinausgehen und der w/z-Wert der Erstprüfung nicht überschritten wird. Die Einwaagegenauigkeit der Stahlfasern ist mit 3% einzuhalten. Ein Unterschreiten des Mindestfasergehaltes ist durch die Wahl eines geeigneten Vorhaltemaßes auszuschießen.

Bei Wechsel der Produktionsstätte ist stets eine neue Erstprüfung durchzuführen.





### 2.2.2. Wände

Die Wände sind in einem Zuge auf volle Höhe zu betonieren, auch bei vorgesehenen Fenster- bzw. Türöffnungen. Die Kontaktfläche der erstellten Bodenplatte bzw. Geschossdecke ist gemäß DIN 1045-1<sup>1</sup>, 10.3.6 rau auszubilden, zu reinigen und vorzunässen. Die Übertragung der Horizontalkräfte in die erstellte Bodenplatte bzw. Geschossdecke ist nachzuweisen. Um Schwindrisse zu vermeiden, ist insbesondere eine schwindarme Betonrezeptur zu wählen.

Zur Anordnung von Fugen siehe Abschnitt 3.1.6.

### 2.2.3 Kennzeichnung

Der Lieferschein des Transportbetons einschließlich der Stahlfasern muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

## 2.3 Übereinstimmungsnachweis

### 2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauprodukts mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Bauprodukts nach Maßgabe der Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, insbesondere Abschnitt 2.2.1 erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauprodukts eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

### 2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

Die werkseigene Produktionskontrolle muss nach Art und Umfang mindestens entsprechend DIN 1045-3<sup>7</sup> unter Beachtung von DIN EN 206-1<sup>4</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>5</sup> und DIN 1045-2/A2<sup>6</sup> durchgeführt werden und darüber hinaus die nach Anlage 8 aufgeführten Prüfungen einschließen.

Die werkseigene Produktionskontrolle schließt alle Überwachungsmaßnahmen im Transportbetonwerk gemäß Anlage 8 sowie die folgenden Prüfungen am Einbauort ein:

- (i) Konsistenzprüfung für jede Lieferung und Überprüfung mit den Anforderungen der statischen Berechnung
- (ii) Überprüfung von Fasergehalt und -verteilung durch Augenschein

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen

Dabei ist sicherzustellen, dass von jeder Lieferung mindestens drei Proben genommen werden.

Die Zuordnung von Wänden oder Wandabschnitten zu einzelnen Betonlieferungen ist im Rahmen der Aufzeichnung der werkseigenen Produktionskontrolle zu dokumentieren.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen.

Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Beton, der den Anforderungen nicht entspricht, ist so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmendem ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

### 2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung des Bauprodukts durchzuführen.

Die geforderten Festigkeitswerte sind gemäß Anlage 8 zu prüfen. Diese Probenahme darf auch am Einbauort erfolgen.

Probenahme und Prüfungen obliegen der anerkannten Überwachungsstelle. Zusätzlich zu den Anforderungen nach DIN 1045-3<sup>7</sup> sind die Arbeiten nach Abschnitt 4 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu überwachen.

Bei Beton der Festigkeitsklasse C20/25 darf die Fremdüberwachung auf die Überprüfung aller Aufzeichnungen sowie auf zwei Baustellenbesuche im Jahr begrenzt werden, wenn die Prüfungen im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle zu keinen Beanstandungen geführt haben.

Die Methode der Zuordnung von Wänden und Wandabschnitten zu einzelnen Betonlieferungen, die im Rahmen der Aufzeichnung der werkseigenen Produktionskontrolle dokumentiert wird, ist auf ihre Zuverlässigkeit und Eignung zu überprüfen.

Die Ergebnisse der Zertifizierung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik vorzulegen.

Die Ergebnisse der Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik auf Verlangen vorzulegen.

## 3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

### 3.1 Entwurf

#### 3.1.1 Allgemeines

Es gilt DIN 1045-1<sup>1</sup>, falls im Folgenden nichts anderes bestimmt wird.

Die Größe der äquivalenten Zugfestigkeit des verwendeten Stahlfaserbetons, die geplante Konsistenzklasse und die Zulassungsnummer sind in den Ausführungsplänen bzw. Bewehrungsplänen anzugeben.

Die Wände bestehen aus Stahlfaserbeton ohne oder mit Betonstahlbewehrung. Sie werden auf die vorab erstellte Bodenplatte bzw. Geschossdecke betoniert. Die Wände werden unten durch die Bodenplatte und oben durch die Decke horizontal gehalten. Die lichte Höhe darf 3,00 m nicht überschreiten.

Die Kellerwände können einachsig vertikal gespannt oder bei Vorhandensein entsprechender aussteifender Tragelemente (siehe 3.1.4) zweiachsig gespannt berechnet werden. Bei zweiachsigem Lastabtrag ist sicherzustellen, dass eine Zwangbeanspruchung in horizontaler Wandrichtung nicht zu vertikalen Rissen führt.

Die Verwendung als eingespannte Wände, Abfangträger, wandartige Träger, frei auskragende Wände oder freitragende Wandscheiben ist nicht zulässig.



Kellerwände, die aussteifende Funktion haben und bei denen Zugspannungen auftreten, sollten vollständig aus Stahlbeton hergestellt werden. Bei vollständig überdrückten Wänden ist die ganze Wand für die auftretende Rand-Druckspannung (maßgebender Wert, d. h. minimale oder maximale Druckspannung) auszulegen. Dabei wird der Minimalwert in der Regel bei überlagerter Querbiegung maßgebend sein.

### 3.1.2 Mindestwanddicke

Die Mindestdicke der Wände beträgt 15 cm.

### 3.1.3 Aussparungen und Schlitzte

Werden bei den Kellerwänden Aussparungen oder Schlitzte vorgesehen, so ist die dort verbleibende geringste Wanddicke der Bemessung zugrunde zu legen.

Ist die verbleibende Wanddicke in Bereichen von Aussparungen oder Schlitzten kleiner als die Mindestdicke von 15 cm, so sind die Bereiche der Aussparungen und Schlitzte wie Öffnungen in Wänden (siehe 3.1.5) zu behandeln.

Die sich aus Aussparungen oder Schlitzten gegebenenfalls ergebenden Exzentrizitäten sind bei der Schnittgrößenermittlung zu berücksichtigen.

### 3.1.4 Horizontale Stützung - aussteifende Querwände

Die Kellerwände werden unten durch die Bodenplatte und oben durch die Decke horizontal gehalten. Bei zweiachsigem Lastabtrag sind aussteifende Querwände aus Mauerwerk anzuordnen, deren Ausbildung entsprechend DIN 1053-1<sup>8</sup> zu erfolgen hat. Alternativ kann die Aussteifung durch andere Tragwerkselemente aus Beton, Stahl oder Stahlbeton sichergestellt werden, wobei diese für die auftretenden Beanspruchungen zu bemessen sind.

### 3.1.5 Öffnungen in Wänden

Grundsätzlich sind Stürze über Wandöffnungen bewehrt auszuführen.

Unter bestimmten Umständen kann auf eine zusätzliche Biegezugbewehrung verzichtet werden, wenn eine ausreichende Sturzhöhe sowie eine seitlich unverschiebliche Lagerung vorhanden ist, so dass sich ein Druckgewölbe ausbilden kann. Im Einflussbereich des Sturzes dürfen nur gleichmäßige Linienlasten wirken. Die maximale Belastung  $N_d$  sowie der Anteil aus der unmittelbar darüber liegenden Decke  $N_{d,direkt}$  ergibt sich in Abhängigkeit von der lichten Öffnungsbreite nach Anlage 5.

Um die Rissneigung in den Ecken von Öffnungen zu verringern, ist bei erhöhten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit eine zusätzliche konstruktive Randeinfassung anzuordnen. Dies empfiehlt sich insbesondere bei Wandabschnitten mit  $l > 12$  m.

In jedem Fall sind - falls sich aus einer Bemessung nicht höhere Bewehrungsgrade ergeben über jeder Öffnung zwei Bewehrungsstäbe  $d_s = 12$  mm anzuordnen.

Sofern Öffnungen die Tragwirkung der Wand nennenswert beeinflussen, sind gesonderte Maßnahmen hinsichtlich der konstruktiven Durchbildung zu ergreifen (z. B. lokale Verstärkungen) oder die Wand ist nach DIN 1045-1<sup>1</sup> zu bemessen.

### 3.1.6 Fugen

Fugen sind nur zulässig, wenn sie planmäßig im Tragwerksentwurf vorgesehen und außerhalb des Bereiches von Öffnungen angeordnet sind.

Die Fugen sind vorzugsweise in Bereichen mit geringer Biegebeanspruchung anzuordnen. Es wird empfohlen, die Fugen rau oder profiliert auszubilden.

Bei Wänden mit Vertikalfugen innerhalb eines Feldes darf in diesem Bereich für die Bemessung nur ein einachsiger Lastabtrag angesetzt werden (vertikale Spannrichtung).

Wird die Wand als zweiachsig gespannt berechnet, so ist jede Art von Betonierfugen innerhalb der Felder auszuschließen. Hierauf ist in der Berechnung hinzuweisen (Fugenskizze).

Wenn Zug- oder Querkkräfte über Fugen übertragen werden sollen, so sind die Wände im Bereich der Fugen bis zu einem Abstand von der 2,5fachen Wanddicke nach DIN 1045-1<sup>1</sup> zu bemessen und auszuführen. Auf die nach DIN 1045-1<sup>1</sup> erforderliche Querbewehrung darf verzichtet werden, wenn für die Übertragung der Kräfte nicht mehr als  $A_s = 8 \text{ cm}^2/\text{m}$  erforderlich sind und der Stabdurchmesser kleiner als 14 mm ist.

Der Nachweis der Querkrafttragfähigkeit der Fuge am Kopf- und Fußpunkt der Wand (Decken- bzw. Bodenplattenanschluss) ist nach Abschnitt 3.2.3.3 zu führen.

Werden Druckfugen angeordnet, so sind die auftretenden Querkzugspannungen zu berücksichtigen. Für Lagerfugen darf nur Beton oder Mörtel verwendet werden.

Wände dürfen als Ganzes oder abschnittsweise zwischen den Fertigungsfugen auch nach DIN 1045-1<sup>1</sup> bemessen und nach den Regeln des Stahlbetons ausgeführt werden. Die Stahlfasern werden dabei - sofern vorhanden - nicht berücksichtigt.

### 3.1.7 Zusätzliche Betonstahlbewehrung

Bei Verwendung von Betonstahlbewehrung sind die betreffenden Bereiche nach DIN 1045-1<sup>1</sup> zu bemessen und zu bewehren ohne Anrechnung der Wirkung der Stahlfasern.

Abschnitt 13.7 von DIN 1045-1<sup>1</sup> ist zu beachten.

## 3.2 Bemessung

### 3.2.1 Allgemeines

Die Wände werden im Zustand II für den Grenzzustand der Tragfähigkeit bemessen. Im Gebrauchszustand müssen sie im ungerissenen Zustand verbleiben.

Bereiche der Kellerwände dürfen als Stahlbetonbauteile gemäß DIN 1045-1<sup>1</sup> ausgeführt und bemessen werden. Bei der Bemessung eines kombiniert bewehrten Querschnitts (Stahlfasern und Betonstahl) ist die Bemessung entweder nach DIN 1045-1<sup>1</sup> ohne Berücksichtigung der Stahlfaserwirkung oder auf Basis dieser Zulassung unter ausschließlicher Berücksichtigung der Wirkung der Stahlfasern zu führen.

Eine rechnerische Berücksichtigung von Betonfestigkeiten höher als C30/37 ist nicht zulässig.

Für die Wände sind die folgenden Nachweise zu führen:

- a) Nachweise für die Grenzzustände der Tragfähigkeit einschließlich der Standsicherheit bei örtlich verminderter Faserwirkung gemäß Abschnitt 3.2.3.

Beim Stabilitätsnachweis darf die Wirkung der Stahlfasern nicht berücksichtigt werden.

Der Nachweis einer ausreichenden Begrenzung der Rissbreite zur Sicherstellung der Faserwirksamkeit ist bei Anwendung des Bemessungsdiagramms in Anlage 4 erbracht.

- b) Nachweise für die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit gemäß Abschnitt 3.2.3.

Bei Öffnungen in Wänden ist Abschnitt 3.1.5 zu beachten.

### 3.2.2 Schnittgrößen

Die Schnittgrößenermittlung erfolgt unter Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks  $E_{ah}'$  zu

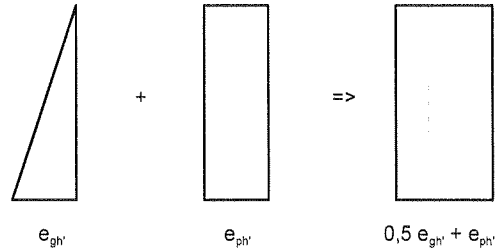
$$E_{ah}' = 0,5 (E_{ah} + E_{0h}).$$

Der Erddruck wird rechteckförmig angesetzt, mit einem dreieckförmigen Anteil  $e_{gh}'$  infolge Eigengewicht und einem konstanten Anteil  $e_{ph}'$  infolge Auflast (Verkehrslasten).





$q_e$  Erddruck auf Wand  
 $q_e = 0,5 e_{gh}' + e_{ph}'$



Der vertikale Erddruckanteil  $E_{av} = E_{ah} \tan(\delta)$  darf nicht berücksichtigt werden.

Die Schnittgrößenermittlung erfolgt im Regelfall an der einachsigen gespannten Wand. Bei zweiachsigen gespannten Wänden können die Biegemomente mit Hilfe der Beiwerte aus Tabelle 2 ermittelt werden.

**Tabelle 2:** Momentenbeiwerte der teilweise angeschütteten Wand

Ermittlung der Momentenbeiwerte			$\alpha = \frac{b}{l}$									
			1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3	$\infty$
$\beta = \frac{l_e}{l}$	1	$\varphi_e$	0,50	0,59	0,67	0,79	0,87	0,91	0,94	0,98	0,99	1,00
		$k_x$	16,00	17,92	20,49	27,67	37,77	51,10	68,00	128,20	218,67	
		$k_y$	16,00	13,46	11,86	10,08	9,22	8,76	8,50	8,20	8,10	8,00
	0,9	$\varphi_e$	0,51	0,60	0,68	0,80	0,87	0,91	0,94	0,98	0,99	1,00
		$k_x$	16,20	18,18	20,83	28,20	38,57	52,24	69,56	131,25	223,94	
		$k_y$	16,13	13,60	12,00	10,24	9,38	8,92	8,66	8,37	8,26	8,16
	0,8	$\varphi_e$	0,52	0,62	0,70	0,81	0,88	0,92	0,95	0,98	0,99	1,00
		$k_x$	16,82	19,02	21,92	29,93	41,15	55,91	74,60	141,08	240,93	
		$k_y$	16,55	14,06	12,48	10,73	9,88	9,43	9,17	8,88	8,78	8,68
	0,7	$\varphi_e$	0,56	0,65	0,72	0,83	0,89	0,93	0,95	0,98	0,99	1,00
		$k_x$	18,04	20,63	24,01	33,26	46,12	62,99	84,31	160,05	273,70	
		$k_y$	17,36	14,92	13,37	11,66	10,84	10,39	10,14	9,86	9,76	9,66
	0,6	$\varphi_e$	0,60	0,69	0,76	0,85	0,91	0,94	0,96	0,98	0,99	1,00
		$k_x$	20,18	23,48	27,71	39,13	54,88	75,46	101,42	193,47	331,45	
		$k_y$	18,79	16,43	14,93	13,28	12,47	12,05	11,80	11,53	11,43	11,34
	0,5	$\varphi_e$	0,67	0,75	0,81	0,88	0,93	0,95	0,97	0,99	0,99	1,00
		$k_x$	24,00	28,57	34,31	49,62	70,54	97,76	132,00	253,20	434,67	
		$k_y$	21,33	19,08	17,65	16,07	15,31	14,90	14,67	14,40	14,31	14,22

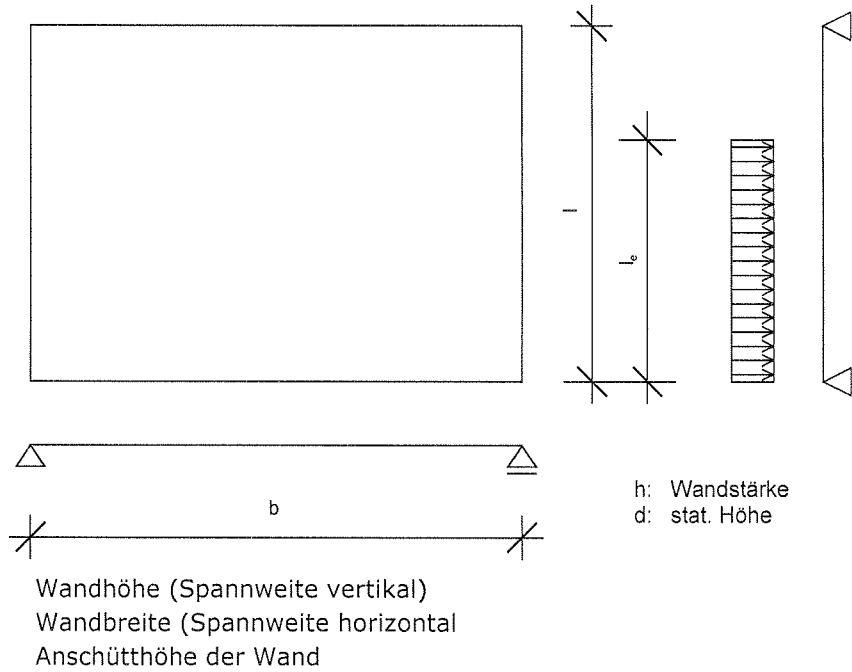
Bezeichnungen für Beanspruchungen:

- $m_y$  Biegemoment aus Beanspruchung vertikal  
(Zugkräfte in vertikaler Richtung)
- $m_x$  Biegemoment aus Beanspruchung horizontal  
(Zugkräfte in horizontaler Richtung)
- $k_y, k_x$  Beiwerte zur Berechnung der Biegemomente nach Tabelle 2
- $\varphi_e$  Anteil der Tragwirkung in vertikaler Richtung

$$m_y = \frac{q \cdot l^2}{k_y} \quad \text{mit} \quad k_y = \frac{8}{\beta^2(2-\beta)^2 \cdot \varphi_e}$$

$$m_x = \frac{q \cdot l^2}{k_x} \quad \text{mit} \quad k_x = \frac{8}{(1-\varphi_e) \alpha}$$





**Bild 1: Statisches System zur Berechnung der Biegebeanspruchung**

### 3.2.3 Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit

#### 3.2.3.1 Nachweis bei Biegung mit Längskraft

Die Kellerwände werden belastet durch Normalkraft aus der aufgehenden Konstruktion, durch gleichmäßig verteilte horizontale Kräfte aus dem Erddruck der Anschüttung sowie aus Ausmittigkeit der aufgelagerten Decken.

Die Bemessung erfolgt über die Ermittlung einer erforderlichen äquivalenten Zugfestigkeit  $f_{eq,ctd,II}$  mit Hilfe des in Anlage 4 bereitgestellten Bemessungsdiagramms. Der erforderliche charakteristische Wert der äquivalenten Zugfestigkeit  $f_{eq,ctk,II}$  lässt sich aus dem Bemessungswert  $f_{eq,ctd,II}$  nach folgender Gleichung bestimmen

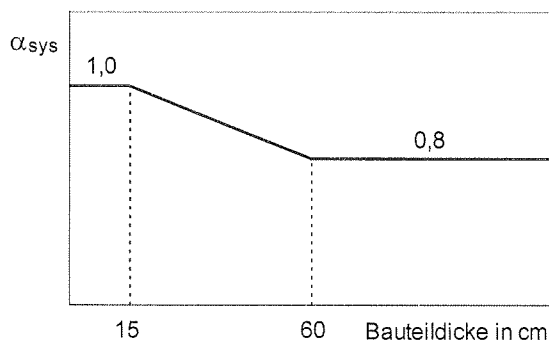
$$\text{erf } f_{eq,ctk,II} = f_{eq,ctd,II} \cdot \frac{\gamma_{ct}^f}{\alpha_c^f \cdot \alpha_{sys}}$$

darin sind

$\gamma_{ct}^f$  Teilsicherheitsbeiwert für den Stahlfaserbeton im gerissenen Zustand  $\gamma_{ct}^f = 1,25$

$\alpha_c^f$  Beiwert zur Berücksichtigung des Dauerstandverhaltens  $\alpha_c^f = 0,85$

$\alpha_{sys}$  Beiwert zum Gestalteinfluss für Wände mit  $h > 15$  cm nach Bild 2



**Bild 2: Beiwert zum Gestalteinfluss für Wände mit  $h > 15$  cm**



### 3.2.3.2 Nachweis örtlich vermindelter Faserwirkung

Beim Nachweis einer örtlich verminderten Faserwirkung sind die Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen einheitlich zu  $\gamma_F = 1,35$  unter Berücksichtigung der Kombinationsbeiwerte  $\psi_0$  nach DIN 1055-100<sup>9</sup> für alle ungünstig wirkenden Einwirkungen anzusetzen. Alle Teilsicherheitsbeiwerte für die verwendeten Baustoffe betragen in diesem Fall  $\gamma_M = 1,0$ .

Für den Nachweis ist ein Beiwert  $\kappa$  in Abhängigkeit von der gezogenen Querschnittsfläche nach Anlage 6 zu ermitteln, mit dem der Bemessungswert der äquivalenten Zugfestigkeit des Stahlfaserbetons reduziert wird.

Die Schnittgrößen dürfen hierbei unter Ansatz des aktiven Erddrucks  $E_{ah}$  und der Berücksichtigung einer Teileinspannung der Kellerwand am Wandkopf und Wandfuß ermittelt werden. Die Aufnahme der Schnittgrößen aus der Teileinspannung durch die benachbarten Bauteile ist nachzuweisen.

Das Einspannmoment ist bei gegebener Normalkraft  $N_{Ed}$  wie folgt zu ermitteln:

- Fall 1: keine Bewehrung in der Kontaktfuge
  - Einspannmoment  $M_{E,j}$  nach MN-Interaktionsdiagramm für  $\omega = 0$  ermitteln
- Fall 2: Anschlussbewehrung in der Kontaktfuge
  - Einspannmoment  $M_{E,st}$  nach MN-Interaktion gemäß DIN 1045-1<sup>1</sup> ermitteln
  - maximal aufnehmbares Einspannmoment  $M_{E,f}$  der angrenzenden Querschnitte nach MN-Interaktionsdiagramm für Stahlfaserbeton ermitteln
- Das anzurechnende Einspannmoment ist das betragsmäßige Minimum von  $M_{E,j}$  u.  $M_{E,st}$ .

Es sind in der Regel folgende Lastkombinationen zu berücksichtigen:

#### (1) max m / min n:

Im Falle von Biegung mit geringer Normalkraft wirkt die Längskraft traglaststeigernd. Es ist darauf zu achten, dass die Normalkräfte gemäß DIN 1055-100<sup>9</sup> mit den zutreffenden Kombinationsbeiwerten in die Bemessung eingehen.

#### (2) max m / max n

Im Falle von Biegung mit hoher Längskraft begrenzt die Druckfestigkeit des Betons die Tragfähigkeit. Die Normalkraft wird als maximal auftretende Bemessungskraft ermittelt.

Der Nachweis einer örtlich verminderten Faserwirkung wird nur maßgebend, wenn  $\kappa < 0,8 E_{ah}/E_{ah}'$ . Für übliche Gegebenheiten unter Ansatz eines Erddruckbeiwertes  $K_{agh} = 0,33$  und eines Erdrudruckbeiwertes von  $K_{ogh} = 0,5$  ergibt sich damit eine erforderliche gezogene Fläche von  $A_{ct}^f \geq 0,38 \text{ m}^2$ . Für eine 20 cm dicke, einachsige gespannte Wand folgt daraus beispielhaft eine erforderliche durchgehende Wandlänge von  $l \geq 3,17 \text{ m}$  damit der Nachweis einer örtlich verminderten Faserwirkung nicht maßgebend wird. Bei zweiachsigen gespannten Wänden kann der Nachweis in der Regel vernachlässigt werden.

### 3.2.3.3 Nachweis bei Querkraft

Die Querkrafttragfähigkeit der Wand ist bei Verwendung von Betonstahl nach DIN 1045-1<sup>1</sup> nachzuweisen.

Bei ausschließlicher Verwendung von Stahlfasern ist der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit in Tabelle 3 angegeben. Die Nachweise sind für die maßgebenden Schnitte am oberen und unteren Wandende jeweils im Abstand  $0,88 h$  vom Auflager zu führen. Die Werte in Tabelle 3 sind bei einachsigen gespannten Wänden nur gültig für ein Verhältnis von Wandbreite  $b$  zu Wanddicke  $h$  von  $b/h \geq 5$ .

Tabelle 3: Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit  $V_{Rd}$  für  $b \geq 5h$

$V_{Rd}$ [kN/m]					
$h$ [m]	$f_{eq,ctk,II}$ [N/mm <sup>2</sup> ]				
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
0,10	21,0	31,5	42,0	52,5	63,0
0,15	30,5	45,7	60,9	76,1	91,4
0,20	39,2	58,8	78,4	98,0	117,6
0,25	47,3	70,9	94,5	118,1	141,8
0,30	54,6	81,9	109,2	136,5	163,8

$f_{eq,ctk,II}$  siehe Abschnitt 3.2.3.1

Der Nachweis der Querkrafttragfähigkeit der Fuge am Wandkopf bzw. Wandfuß (Weiterleitung der Horizontallasten aus Erddruck in die Bodenplatte bzw. die Deckenplatte) ist nach DIN 1045-1<sup>1</sup>, Abschnitt 10.3.6 zu führen. Die für die Querkraftübertragung maßgebenden Flächen sind rau auszuführen (vgl. Tabelle 13, DIN 1045-1<sup>1</sup>).

### 3.2.3.4 Begrenzung der Schlankheit / Nachweis unter Druckbeanspruchung

Der Nachweis der Längskraftbeanspruchung in Richtung der lichten Wandhöhe ist nach DIN 1045-1<sup>1</sup>, Abschnitt 8.6 sowie DAfStb - Heft 525 (zu Abschnitt 8.6.7) für unbewehrte und bewehrte Wände zu führen.

Für die zusätzliche Lastausmitte  $\Delta e_{II}$  nach Theorie II. Ordnung ist anzunehmen:

$$\Delta e_{II} = -0,07 h + 0,14 e_{tot} + 0,01 l_0 \geq 0$$

(Bezeichnungen entsprechend DIN 1045-1<sup>1</sup>, Abschnitt 8.6).

Der Nachweis kann entfallen, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

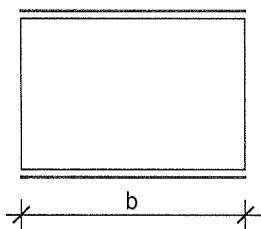
$$\lambda'_{crit} \leq 7,23$$

$$\lambda'_{crit} \leq 4,62 \sqrt{\frac{A_c \cdot f_{cd}}{N_{Ed}}}$$

$$\text{mit } \lambda'_{crit} = l_0 / d$$



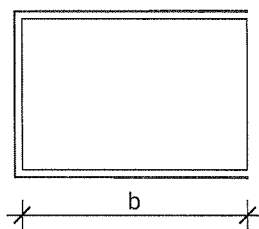
zweiseitig gehalten



$$\beta = 1$$

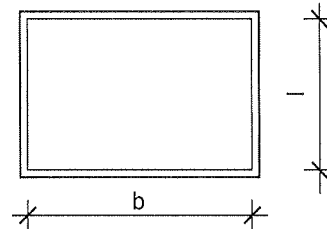
$$l_0 = \beta \cdot l$$

dreiseitig gehalten



$$\beta = \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{3 \cdot b}\right)^2}$$

vierseitig gehalten



$$\beta = \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{b}\right)^2} \quad \text{für } l \leq b$$

$$\beta = \frac{1}{2 \cdot \left(\frac{l}{b}\right)} \quad \text{für } l > b$$

Für übliche Ausführungen sind in Anlage 1 Grenznormalkräfte  $N_{crit}$  angegeben, bei deren Unterschreitung ein Nachweis nach Theorie II. Ordnung entfallen kann.

### 3.2.4 Nachweis für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

#### 3.2.4.1 Nachweis der Begrenzung der Spannungen

Die Nachweise der Begrenzung der Spannungen erfolgen nach DIN 1045-1<sup>1</sup>.

#### 3.2.4.2 Nachweis der Begrenzung der Verformungen

Der Nachweis der Begrenzung der Verformung braucht nicht geführt zu werden.

#### 3.2.4.3 Nachweis der Rissbreitenbeschränkung

Es ist der Nachweis zu führen, dass die Zugspannungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit den Bemessungswert der Betonzugfestigkeit  $f_{ctk;0,05}/1,5$  nicht überschreiten.

## 4 Bestimmungen für die Ausführung

Es gilt DIN 1045-3<sup>7</sup> falls im Folgenden nichts anderes bestimmt wird.

Die Wände sind fugenlos in einem Zuge zu betonieren.

Das mit der Herstellung beauftragte Personal muss über ausreichende Erfahrung bei der Verarbeitung von Stahlfaserbeton verfügen.

Es dürfen nur solche Fachkräfte (Bauleiter, Poliere usw.) eingesetzt werden, die bereits an der Verarbeitung und Nachbehandlung von Stahlfaserbeton verantwortlich beteiligt gewesen sind.

Das ausführende Unternehmen hat dafür zu sorgen, dass die Führungskräfte und das maßgebende Fachpersonal über die Verarbeitung von Stahlfaserbeton so unterrichtet und geschult sind, dass sie alle Maßnahmen für eine ordnungsgemäße Durchführung des Bauvorhabens treffen können.

Die Schulung der Fachkräfte ist in Aufzeichnungen festzuhalten. Die Erfahrungen der Baustellen sind für weitere Arbeiten auszuwerten.

Die Übergabe des Betons schließt die folgenden Prüfungen am Verwendungsort ein:

- (i) Konsistenzprüfung für jede Lieferung
- (ii) Überprüfung von Fasergehalt und -verteilung durch Augenschein

Die bauausführende Firma hat eine Erklärung der Übereinstimmung mit dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung gemäß § 24 Abs. 1 bis 3 MBO abzugeben.

Die in der Rechnung verwendete planmäßige äquivalente Zugfestigkeit und die Konsistenz des Betons sind in den Bauakten zu vermerken. Der für die Überwachung auf der Baustelle Verantwortliche ist namentlich zu benennen.

Der Transport des Stahlfaserbetons vom Herstellwerk zur Verwendungsstelle darf nur in Fahrzeugen mit Rührwerk erfolgen. Unmittelbar vor dem Entladen ist der Beton nochmals so durchzumischen, dass er auf der Baustelle in gleichmäßiger Zusammensetzung übergeben wird.



Das Einbringen des Stahlfaserbetons darf nur mit solchem Fördergerät und das Verdichten des Betons nur mit solchen Verfahren erfolgen, die im Rahmen der Erstprüfung des Betons als geeignet befunden worden sind. Die Nachbehandlung ist mit besonderer Sorgfalt durchzuführen.

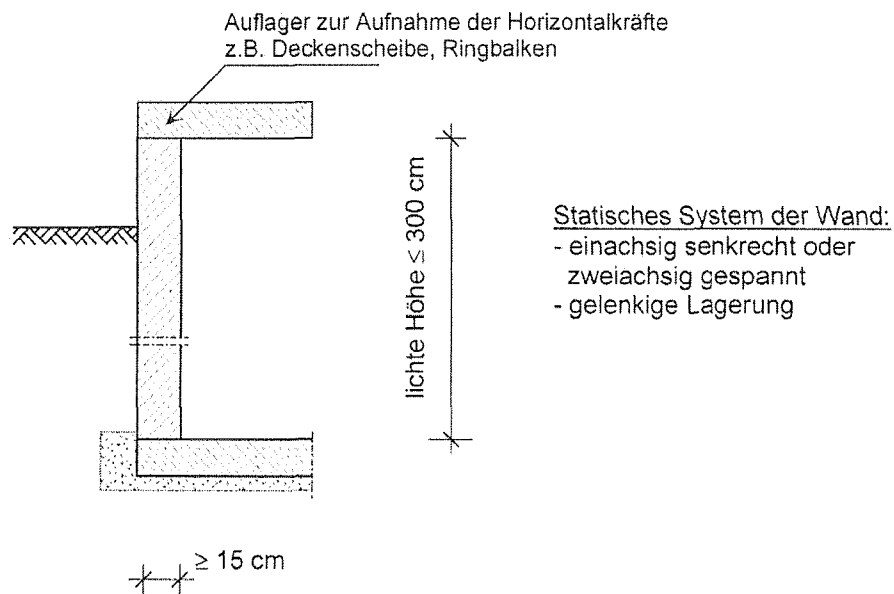
Häusler

Beglaubigt



1	DIN 1045-1:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion
2	DIN 488-1:1984-09	Betonstahl - Teil 1: Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
3	DIN EN 14889-1:2006-11	Fasern für Beton – Teil 1: Stahlfasern – Begriffe, Festlegungen und Konformität; Deutsche Fassung EN 14889-1:2006
4	DIN EN 206-1:2001-07	Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
5	DIN 1045-2:2001-07	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton, Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
6	DIN 1045-2/A2:2007-06	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton, Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1; Änderung A2
7	DIN 1045-3:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung
8	DIN 1053-1:1996-11	Mauerwerk Teil 1: Berechnung und Ausführung
9	DIN 1055-100:2001-03	Einwirkungen auf Tragwerke Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessung

## Zulassungsgegenstand (Prinzipskizze)

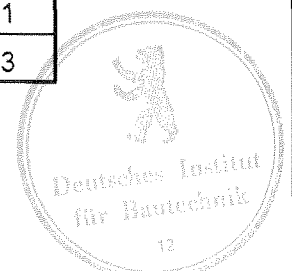


Es sind lose, kaltgezogene Stahldrahtfasern, die allgemein bauaufsichtlich zugelassen sind oder Stahlfasern nach DIN EN 14889-1:2006-11 mit einer Konformitätsbescheinigung gemäß System "1" zu verwenden.

Die Stahlfasern müssen den Spezifikationen der Tabelle 1 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

## Grenznormalkräfte für Entfallen eines Knicksicherheitsnachweises

$N_{crit}[kN]$		$l_0 [m]$			
C20/25		2,00	2,20	2,40	2,60
Wanddicke h [m]	0,15	170	140	118	100
	0,175	269	223	187	159
	0,20	402	332	279	238
	0,24	695	574	483	411
	0,30	1357	1122	943	803



**CEMEX Deutschland AG**  
Daniel-Goldbach-Strasse 25  
D - 40880 Ratingen

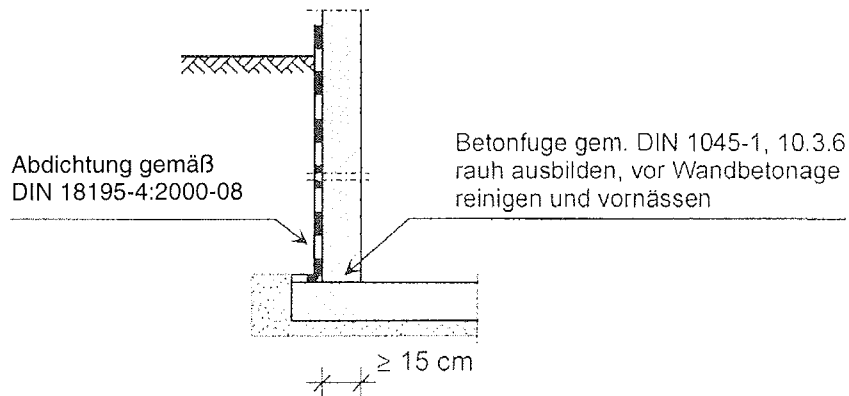
**Kellerwände aus  
CEMEX-Stahlfaserbeton**

Zulassungsgegenstand

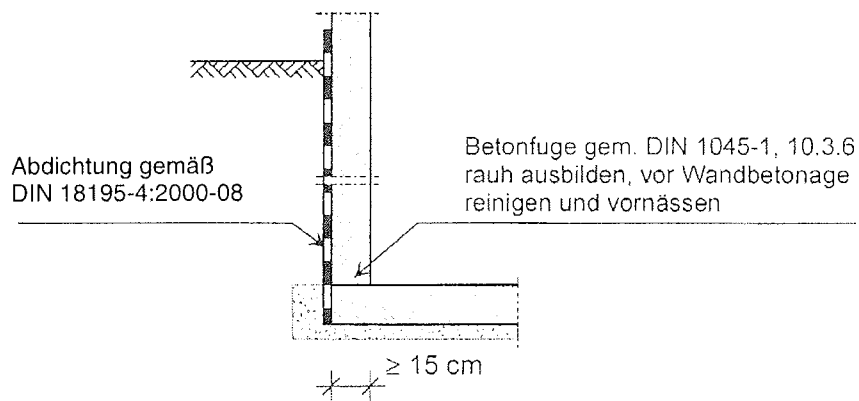
**Anlage 1**  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. **Z-71.2-34**  
vom 24. Oktober 2008

## Ausbildung des Wandfußes

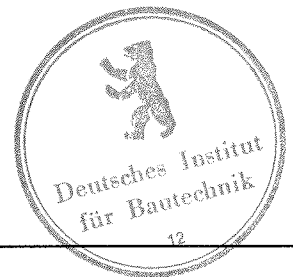
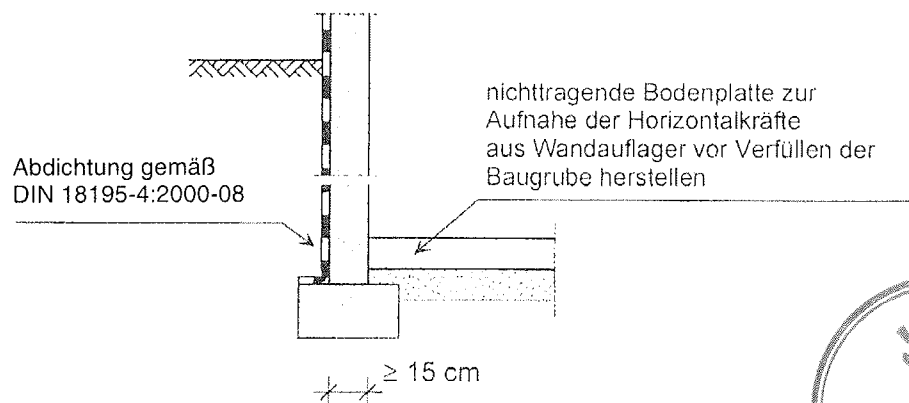
Typ 1a: Gründung auf Fundamentplatte mit Überstand



Typ 1b: Gründung auf Fundamentplatte ohne Überstand



Typ 2: Gründung auf Streifenfundament



**CEMEX Deutschland AG**  
Daniel-Goldbach-Strasse 25  
D – 40880 Ratingen

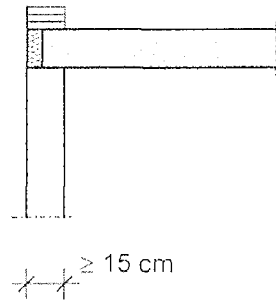
**Kellerwände aus  
CEMEX-Stahlfaserbeton**  
Fußpunktdetails

**Anlage 2**  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. **Z-71.2-34**  
vom 24. Oktober 2008



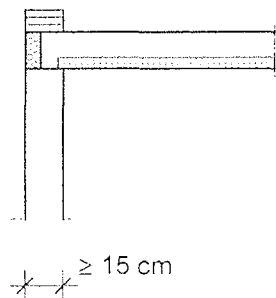
## Ausbildung des Wandkopfes

Typ 1: Deckenaufleger als Ortbetonplatte



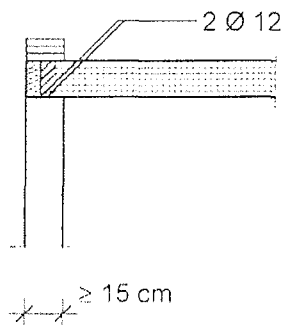
vorhandene Querbewehrung  
der Deckenplatte stabilisiert  
Wandscheibe

Typ 2: Deckenaufleger als Fertigteildecke mit statisch mitwirkender Ortbetonschicht



vorhandene Querbewehrung  
in der Ortbetonschicht  
der Deckenplatte stabilisiert  
Wandscheibe

Typ 3: Fertigteildecken ohne ausreichende Scheibenwirkung



Stabilisierung der Wandscheibe  
durch konstruktive Ringbalken-  
bewehrung in Deckenhöhe oder  
in der Kellerwand bis max. 10 cm  
unterhalb des Deckenauflegers



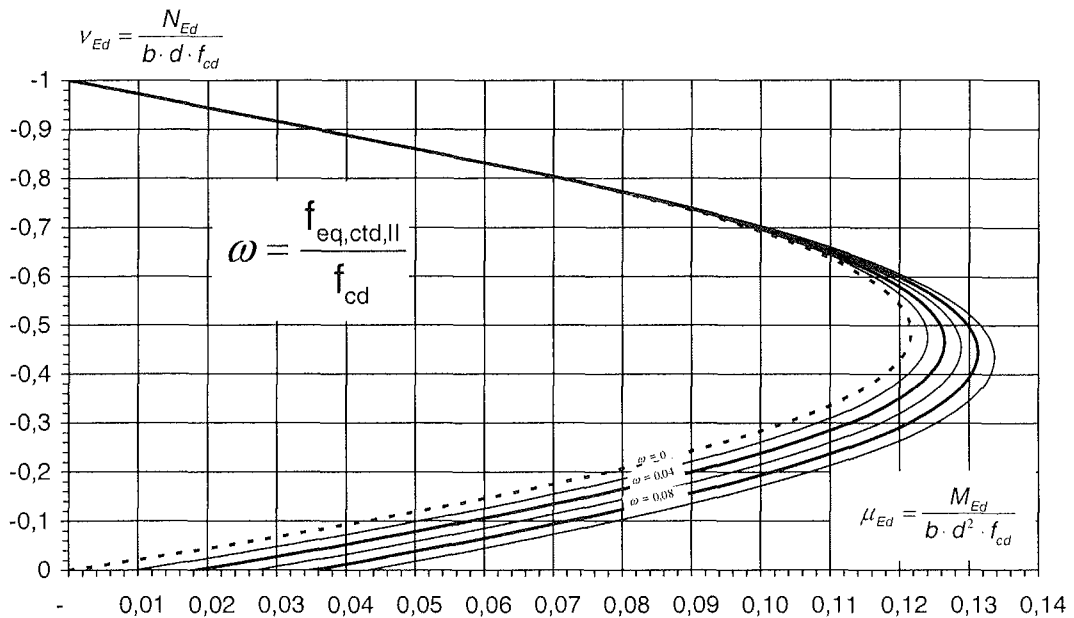
**CEMEX Deutschland AG**  
Daniel-Goldbach-Strasse 25  
D - 40880 Ratingen

**Kellerwände aus  
CEMEX-Stahlfaserbeton**

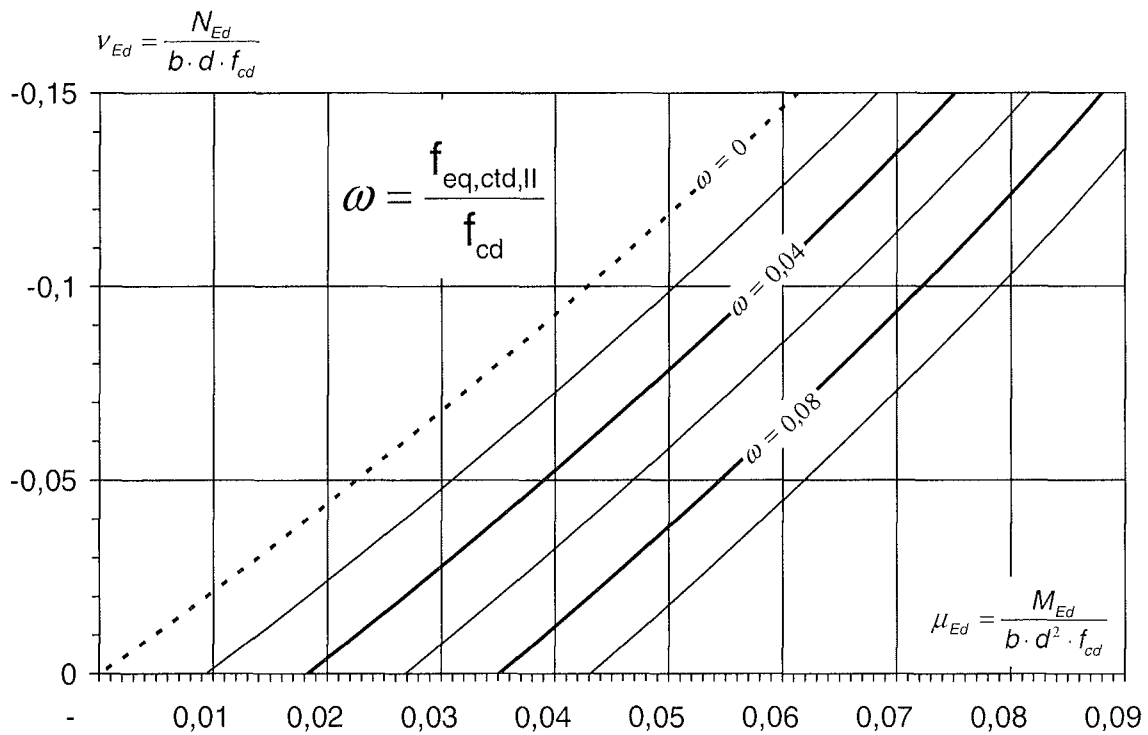
Detail Wandkopf

**Anlage 3**  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. **Z-71.2-34**  
vom 24. Oktober 2008

## Bemessungsdiagramm



## Ausschnittsvergrößerung



**CEMEX Deutschland AG**  
 Daniel-Goldbach-Strasse 25  
 D - 40880 Ratingen

**Kellerwände aus  
 CEMEX-Stahlfaserbeton**

Bemessungsdiagramm

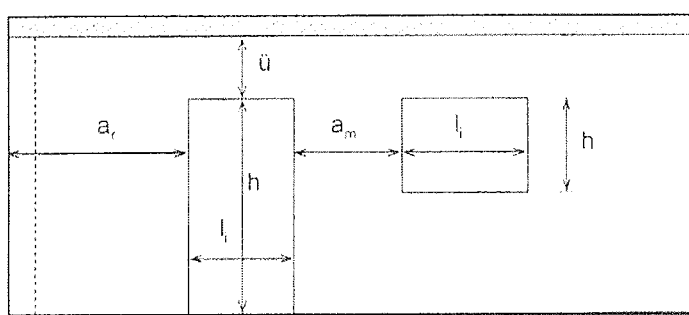
**Anlage 4**

zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung

Nr. **Z-71.2-34**

vom 24. Oktober 2008

## Bedingungen für rein stahlfaserbewehrte Öffnungen in Wänden.

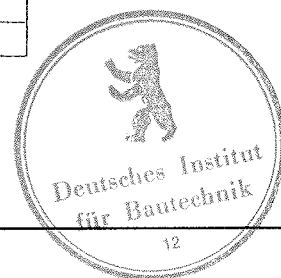


Mindestwandstärke	=	15 cm		
max $l_i$	=	1,50 m		
min $\ddot{u}$	=	0,15 m		
$\ddot{u}$	$\geq$	$0,2 \cdot l_i$		
$a_r$	$\geq$	$1,5 \cdot l_i$	für $2,10 \geq h \geq 1,20$ m	und $\ddot{u} < 0,30$ m
	$\geq$	$1,0 \cdot l_i$	für $2,10 \geq h \geq 1,20$ m	und $\ddot{u} \geq 0,30$ m
	$\geq$	$1,2 \cdot l_i$	für $h < 1,20$ m	und $\ddot{u} < 0,30$ m
	$\geq$	$0,7 \cdot l_i$	für $h < 1,20$ m	und $\ddot{u} \geq 0,30$ m
min $a_m$	$\geq$	$0,4 \cdot l_i$		

Die verringerten Mindestrandabstände  $\min a_m$  für Mittelpfeiler sind nur zulässig, wenn die Überdeckung  $\ddot{u}$  jeweils konstant ist und die größte lichte Öffnungsweite nicht mehr als das 1,50-fache der kleinsten lichten Öffnungsweite ist.

### Zulässige Stützweiten für ausschließlich faserbewehrte Stürze

Lichte Weite $l_i$ [m]	Maximale Gesamtlast (Bemessungswert) $N_d$ [kN/m] je 1cm Wandstärke	davon direkt (Bemessungswert) $N_{d,direkt}$ [kN/m] je 1cm Wandstärke
bis 0,50	keine Beschränkung	7
bis 0,80	10	7
bis 1,00	7	5
bis 1,25	5	3,5
bis 1,50	3,5	2,5
über 1,50	nicht zulässig	nicht zulässig



**CEMEX Deutschland AG**  
Daniel-Goldbach-Strasse 25  
D – 40880 Ratingen

**Kellerwände aus  
CEMEX-Stahlfaserbeton**

Bedingungen für  
ausschließlich  
faserbewehrte Stürze

**Anlage 5**  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. **Z-71.2-34**  
vom 24. Oktober 2008

## Abminderungsfaktor für den Nachweis der örtlich verminderten Faserwirkung

Für ein mögliches statisches System ist der Grenzzustand der Tragfähigkeit mit reduzierter Faserwirkung und Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_M = 1$  nachzuweisen:  $E_d \leq \kappa \cdot R_d$ .

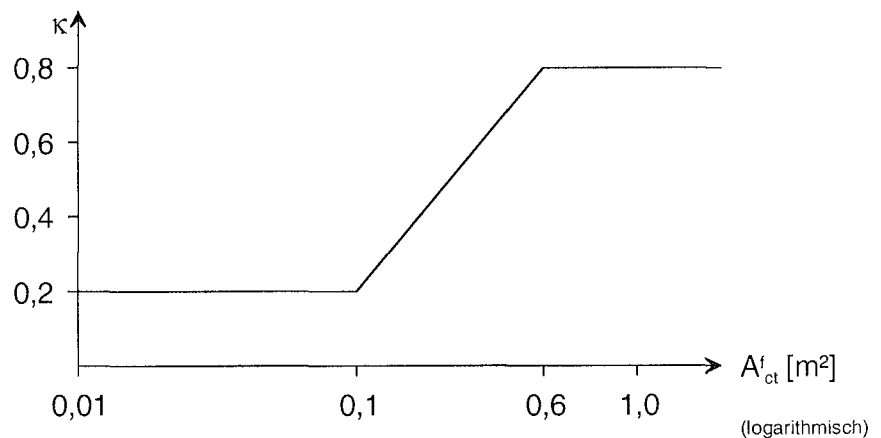
Für den Einsatz werkgemischten Faserbetons gelten in Abhängigkeit der Zugzonenfläche folgende Abminderungsfaktoren:

$$\kappa = 0,2 \quad \text{für} \quad A_{ct}^f \leq 0,1 \text{ m}^2$$

$$\kappa = 0,2 + 0,6 \frac{\ln(A_{ct}^f / 0,1 \text{ m}^2)}{\ln(6)} \quad \text{für} \quad 0,1 \text{ m}^2 > A_{ct}^f > 0,6 \text{ m}^2$$

$$\kappa = 0,8 \quad \text{für} \quad A_{ct}^f \geq 0,6 \text{ m}^2$$

$A_{ct}^f$ [m <sup>2</sup> ]	$\kappa$
< 0,1	0,2
0,1	0,2
0,15	0,336
0,2	0,432
0,25	0,507
0,3	0,568
0,35	0,620
0,4	0,664
0,45	0,704
0,5	0,739
0,55	0,771
0,6	0,8
>0,6	0,8



Der Nachweis wird geführt mit einem Materialsicherheitsbeiwert  $\gamma_c^f = 1,0$  für die Faserwirkung. Es darf gegenüber der Regelbemessung mit dem aktiven Erddruck  $E_{ah}$  als Einwirkung gerechnet werden (keine Begrenzung der Verformungen).

Gegenüber der Regelbemessung wird der Nachweis örtlich verminderter Faserwirkung nur dann maßgebend, wenn  $\kappa < 0,8 \cdot \frac{E_{ah}}{E_{ah}^i}$  ist.



**CEMEX Deutschland AG**  
Daniel-Goldbach-Strasse 25  
D - 40880 Ratingen

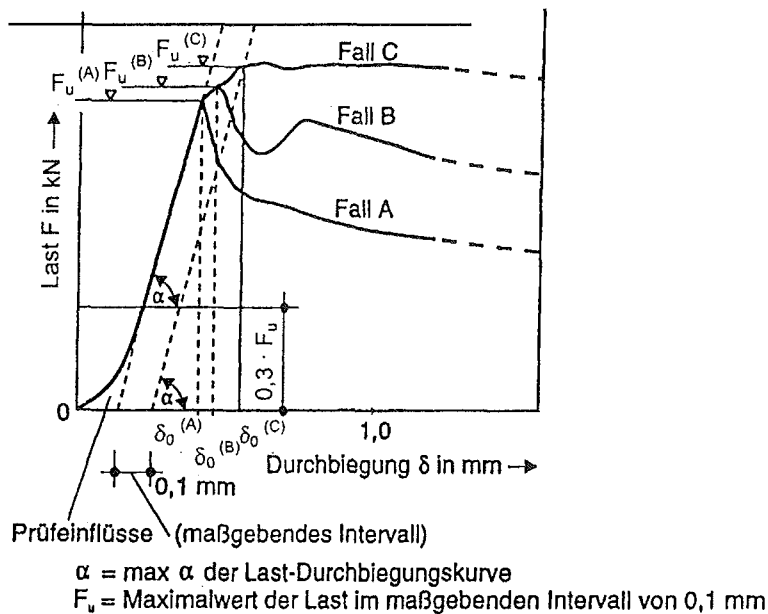
**Kellerwände aus  
CEMEX-Stahlfaserbeton**

Nachweis örtlich  
verminderter Faserwirkung

**Anlage 6**  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. **Z-71.2-34**  
vom 24. Oktober 2008

## 1. Ermittlung der Biegezugfestigkeit

In Anlehnung an DIN 1048 wird die Biegezugfestigkeit  $f_{ct}^f$  mit dem auf S. 5 dargestellten Versuchsaufbau wie folgt ermittelt (vergleiche Bild 1).



**Bild 1.** Ermittlung der für die Biegezugfestigkeit  $f_{ct,fl}^f$  maßgebenden Last  $F_u$

$$f_{ct,fl}^f = \frac{M_w}{W} = \frac{F_u \cdot \ell}{b \cdot h^2} \quad (1)$$

mit  $F_u =$  Maximalwert der Last nach Bild 1

$\ell =$  Auflagerabstand (600 mm)

$b =$  Probenbreite (150 mm)

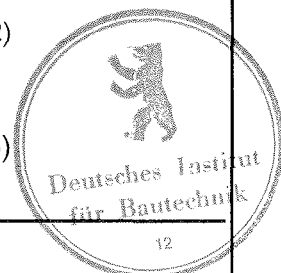
$h =$  Probenhöhe (150 mm)

Dabei wird für die Bestimmung von  $F_u$  der Größtwert der Last innerhalb des nach Bild 1 maßgebenden Intervalls zugrundegelegt. Es gelten folgende Beziehungen:

- für die mittlere Biegezugfestigkeit  $f_{ctm,fl}^f$ :

$$f_{ctm,fl}^f = f_{ctms,fl}^f - \frac{s_{s,fl} \cdot t_{10,(n-1)}}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

$$\text{mit } s_{s,fl} = \sqrt{\frac{\sum (f_{ctms,fl}^f - f_{ct,fl}^f)^2}{(n-1)}} \quad (3)$$



**CEMEX Deutschland AG**  
Daniel-Goldbach-Strasse 25  
D - 40880 Ratingen

**Kellerwände aus  
CEMEX-Stahlfaserbeton**

Materialkennwerte

**Anlage 7,** Blatt 1 von 5  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. **Z-71.2-34**  
vom 24. Oktober 2008

- $f_{ctms,fl}^f$  = mittlere Biegezugfestigkeit der Serie [N/mm<sup>2</sup>]  
 $f_{ct,fl}^f$  = Einzelwert der Biegezugfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]  
 $s_{s,fl}$  = Standardabweichung der Serie nach Gleichung (3) [N/mm<sup>2</sup>]  
 $n$  = Anzahl der Proben  
 $t_{10}$  = Wert der Student-Verteilung an der 10%-Fraktile

- für den charakteristischen Wert der Biegezugfestigkeit  $f_{ctk,fl}^f$ :

$$f_{ctk,fl}^f = f_{ctm,fl}^f - 1,645 \cdot s_{m,fl} \quad (4)$$

$$\text{mit } s_{m,fl} = s_{s,fl} \cdot \left( 1 + \frac{s_{s,fl} \cdot t_{10,(n-1)}}{f_{ctms,fl}^f \cdot \sqrt{n}} \right) \quad (5)$$

- $f_{ctm,fl}^f$  = mittlere Biegezugfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]  
 $f_{ctms,fl}^f$  = mittlere Biegezugfestigkeit der Serie [N/mm<sup>2</sup>]  
 $s_{m,fl}$  = mittlere Standardabweichung der Grundgesamtheit [N/mm<sup>2</sup>]  
 $s_{s,fl}$  = Standardabweichung der Serie nach Gleichung (3) [N/mm<sup>2</sup>]

## 2. Ermittlung der äquivalenten Biegezugfestigkeit

Aus der Last-Durchbiegungskurve in Bild 2 ist das maßgebende Arbeitsvermögen  $D_{fl}$  des Stahlfaserbetons zu ermitteln.

Es ergibt sich als Fläche unter der Last-Durchbiegungskurve bis zu den maßgebenden Durchbiegungswerten  $\delta_I$  bzw.  $\delta_{II}$  und setzt sich zusammen aus den Flächenanteilen des unbewehrten Betons  $D_{fl}^c$  und dem des Fasereinflusses  $D_{fl}^f$ :

$$D_{fl} = D_{fl}^c + D_{fl}^f \quad (6)$$

Verformungs- bereich	Durchbiegung
I	$\delta_I = \delta_0 + 0,65 \text{ mm}$
II	$\delta_{II} = \delta_0 + 3,15 \text{ mm}$



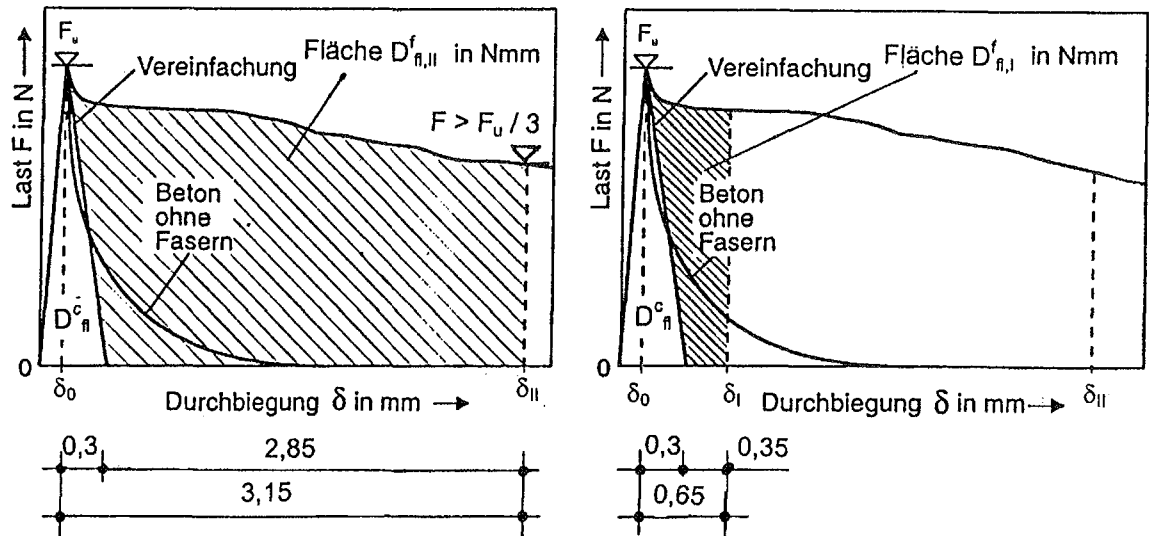
**CEMEX Deutschland AG**  
Daniel-Goldbach-Strasse 25  
D - 40880 Ratingen

**Kellerwände aus  
CEMEX-Stahlfaserbeton**

Materialkennwerte

**Anlage 7**, Blatt 2 von 5  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. **Z-71.2-34**  
vom 24. Oktober 2008

Die Abgrenzung beider Teile kann vereinfachend durch eine Gerade zwischen dem Kurvenpunkt  $F_u$  und dem Abszissenpunkt  $(\delta_0 + 0,3 \text{ mm})$  vorgenommen werden.  $\delta_0$  ist der zu  $F_u$  gehörige Durchbiegungswert.



**Bild 2.** Ermittlung der äquivalenten Biegezugfestigkeiten  $f_{eq,I}$  bzw.  $f_{eq,II}$

Die maßgebenden Durchbiegungsendwerte  $\delta_I$  und  $\delta_{II}$  ergeben sich nach Bild 2 zu:

$$\delta_I = \delta_0 + 0,65 \text{ mm} \quad (7)$$

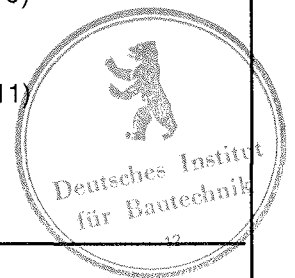
$$\delta_{II} = \delta_0 + 3,15 \text{ mm} \quad (8)$$

Zur Durchbiegung  $\delta_I$  gehörig werden ermittelt:

$$F_{eq,I} = \frac{D_{fl,I}^f}{0,5} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (9)$$

$$f_{eq,I} = \frac{F_{eq,I} \cdot l}{b \cdot h^2} \quad (10)$$

$$f_{eq,I} = 1200 \frac{D_{fl,I}^f}{b \cdot h^2} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (11)$$



<p><b>CEMEX Deutschland AG</b> Daniel-Goldbach-Strasse 25 D - 40880 Ratingen</p>	<p><b>Kellerwände aus CEMEX-Stahlfaserbeton</b></p> <p>Materialkennwerte</p>	<p><b>Anlage 7,</b> Blatt 3 von 5 zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. <b>Z-71.2-34</b> vom 24. Oktober 2008</p>
--	--	---

Zur Durchbiegung  $\delta_{II}$  gehörig werden ermittelt:

$$F_{eq,II} = \frac{D'_{fl,II}}{3,0} \quad [N/mm^2] \quad (12)$$

$$f_{eq,II} = \frac{F_{eq,II} \cdot \ell}{b \cdot h^2} \quad (13)$$

$$f_{eq,II} = 200 \frac{D'_{fl,II}}{b \cdot h^2} \quad [N/mm^2] \quad (14)$$

mit  $D'_{fl,i}$  bzw.  $D'_{fl,II}$  = Beitrag der Stahlfasern zur Energieabsorptionsfähigkeit in Nmm  
(s. Bild 2)

$b$  bzw.  $h$  = Breite bzw. Höhe des definierten Probekörpers in mm

Der Mindestwert der mittleren äquivalenten Biegezugfestigkeit in Abhängigkeit von der Probenanzahl darf nach folgenden Verfahren ermittelt werden:

$$f_{eqm,i} = f_{eqms,i} - \frac{s_{s,i} \cdot t_{10,(n-1)}}{\sqrt{n}} \quad (15)$$

mit  $s_{s,i} = \sqrt{\frac{\sum (f_{eqms,i} - f_{eq,i})^2}{(n-1)}}$  für eine Probenanzahl  $n \geq 3$  (16)

mindestens jedoch  $s_{s,i} \geq 0,5$  für eine Probenanzahl  $3 \leq n \leq 5$ : (17)

$f_{eqm,i}$  = mittlere äquivalente Biegezugfestigkeit der Grundgesamtheit für den Verformungsbereich  $i$

$f_{eqms,i}$  = mittlere äquivalente Biegezugfestigkeit der Serie für den Verformungsbereich  $i$

$f_{eq,i}$  = Einzelwert der äquivalenten Biegezugfestigkeit der Prüfkörper der Serie für den Verformungsbereich  $i$

$s_{s,i}$  = Standardabweichung der Serie für den Verformungsbereich  $i$  nach Gleichung (16 bzw. 17)

$n$  = Anzahl der Proben der Serie

$t_{10,(n-1)}$  = Wert der Student-Verteilung an der 10%-Fraktile ( $t_{10}$  ist abhängig von der Probenanzahl – einige Werte sind nachfolgend angegeben)

n	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	$\infty$
$t_{10,(n-1)}$	1,89	1,64	1,53	1,48	1,42	1,38	1,36	1,34	1,33	1,32	1,31	1,28



<p><b>CEMEX Deutschland AG</b> Daniel-Goldbach-Strasse 25 D – 40880 Ratingen</p>	<p><b>Kellerwände aus CEMEX-Stahlfaserbeton</b></p> <p>Materialkennwerte</p>	<p><b>Anlage 7</b>, Blatt 4 von 5 zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. <b>Z-71.2-34</b> vom 24. Oktober 2008</p>
--	--	---



Aus den mittleren äquivalenten Biegezugfestigkeiten  $f_{eqm,i}$  mit  $i = I$  für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und  $i = II$  für den Nachweis der Tragfähigkeit ermitteln sich die charakteristischen Werte wie folgt:

- Charakteristischer Wert der äquivalenten Biegezugfestigkeit der Grundgesamtheit  $f_{eqk,i}$  :

$$f_{eqk,i} = f_{eqm,i} - 1,645 \cdot s_{m,i} \quad (18)$$

$$\text{mit } s_{m,i} = s_{s,i} \cdot \left( 1 + \frac{s_{s,i} \cdot t_{10,(n-1)}}{f_{eqms,i} \cdot \sqrt{n}} \right) \quad (19)$$

$s_{m,i}$  = mittlere Standardabweichung der Grundgesamtheit

$s_{s,i}$  = Standardabweichung der Serie

Aus den äquivalenten Biegezugfestigkeiten ermitteln sich die entsprechenden zentrischen Zugfestigkeiten (Nachrisszugfestigkeiten) zu:

$$f_{eq,ctm,I} = 0,45 \cdot f_{eqm,I} \quad (20)$$

$$f_{eq,ctm,II} = 0,37 \cdot f_{eqm,II} \quad (21)$$

sowie

$$f_{eq,ctk,I} = 0,45 \cdot f_{eqk,I} \quad (22)$$

$$f_{eq,ctk,II} = 0,37 \cdot f_{eqk,II} \quad (23)$$

### 3. Messvorrichtung und Abmessungen des Probekörpers

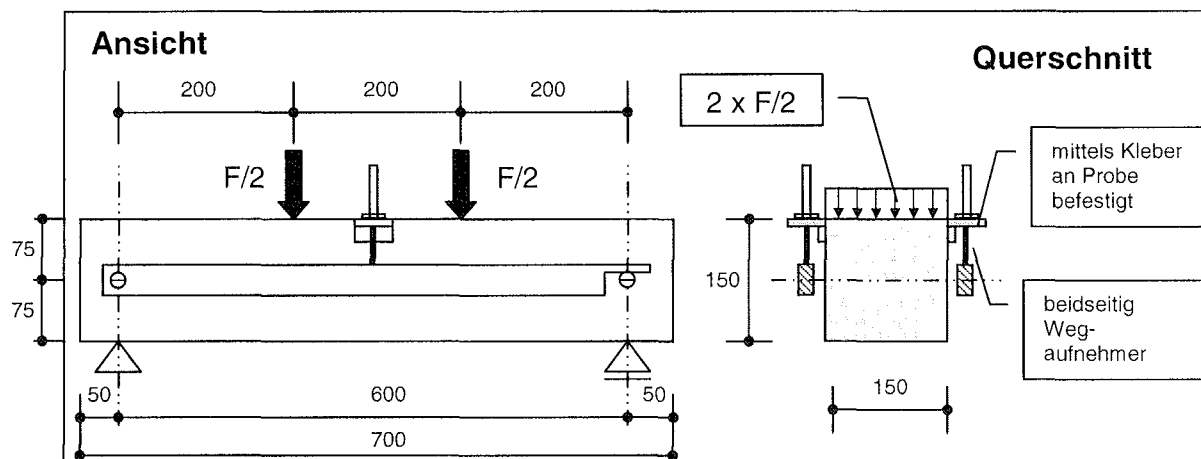


Bild 3 Messvorrichtung und Abmessungen des Probekörpers



<p><b>CEMEX Deutschland AG</b> Daniel-Goldbach-Strasse 25 D - 40880 Ratingen</p>	<p><b>Kellerwände aus CEMEX-Stahlfaserbeton</b></p> <p>Materialkennwerte</p>	<p><b>Anlage 7</b>, Blatt 5 von 5 zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung <b>Nr. Z-71.2-34</b> vom 24. Oktober 2008</p>
--	--	---

1	2	3	4
Gegenstand der Prüfung	Prüfung	Anforderungen	Häufigkeit
Frischbeton	Konsistenz-Sichtprüfung	Einhalten der auf Grund der Erstprüfung festgelegten Konsistenz	Jede Mischung sowie jede Anlieferung
Festbeton	Druckfestigkeit nach DIN 1045-3, Abschnitt A2	Nachweis der Druckfestigkeit	nach Überwachungsklasse 2
Frischbeton	Nachweis der gleichbleibenden Zusammensetzung (Auswaschversuch).	Fasergehalt *) entsprechend der Anforderung der Bemessung, jedoch mindestens 20 kg/m <sup>3</sup>	jede Anlieferung
Festbeton	Nachrisszugfestigkeit und äquivalente Biegezugfestigkeit	vgl. Anlage 7 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung	1 Serie Biegezugbalken (3 Stück) je 6 Produktionstage bzw. je 500 m <sup>3</sup> je Betonsorte
Betonsortenverzeichnis, Misanweisung, Lieferschein, Fahrzeugverzeichnis	Nach DIN 1045-3	entsprechend DIN 1045-3:	für Überwachungsklasse 2

\*) Der Fasergehalt ist durch Probenahme und Auswaschen der Proben zu überprüfen. Das Volumen jeder einzelnen Probe darf 15 Liter nicht unterschreiten. Die Abweichung vom Sollwert des Stahlfasergehaltes darf bei den Einzelproben 15% und bei der Summe der Einzelproben 5% nicht überschreiten.



**CEMEX Deutschland AG**  
Daniel-Goldbach-Strasse 25  
D – 40880 Ratingen

**Kellerwände aus  
CEMEX-Stahlfaserbeton**

Prüfplan

**Anlage 8**  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. **Z-71.2-34**  
vom 24. Oktober 2008