

10829 Berlin, 27. Februar 2006

Kolonnenstraße 30 L

Telefon: 030 78730-363

Telefax: 030 78730-320

GeschZ.: I 14-1.71.3-7/05

## Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

**Zulassungsnummer:**

Z-71.3-25

**Antragsteller:**

TREFILARBED Bissen S.A.  
Groupe Arcelor  
rte de Finsterthal  
7769 BISSEN  
LUXEMBURG

**Zulassungsgegenstand:**

TREFILARBED Fundamentplatte aus Stahlfaserbeton

**Geltungsdauer bis:**

30. Juni 2010

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen. \*  
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst neun Seiten und fünf Anlagen.



---

\* Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-71.3-25 vom 24. Juni 2005.

## 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 Bodenplatten, die im Regelfall aus Stahlfaserbeton ohne Betonstahlbewehrung bestehen, und im Wohnungsbau bis zu zwei Vollgeschossen verwendet werden. Länge und Breite dürfen jeweils 12 m nicht überschreiten. Die Bodenplatten sind elastisch gebettete Gründungselemente, die für Wandlasten und Stützenlasten gemäß den nachfolgenden Bestimmungen eingesetzt werden dürfen, dabei sind die Anschlüsse von Wand zur Bodenplatte gelenkig auszubilden (siehe Anlage 1).

Zur Anwendung der Bemessungsdiagramme muss der Baugrund eine Bettungsziffer von mindestens  $0,03 \text{ N/mm}^3$  aufweisen.



### 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 oder bauaufsichtlicher Zulassung für Bauteile aus Beton entsprechend DIN 1045-1:2001-07 verwendet werden.

##### 2.1.2 Stahldrahtfasern

Es müssen die allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Stahldrahtfasern des Herstellers TREFILARBED Bissen, Typ TABIX, TABIX FE, TWINCONE, HE, FE bzw. HFE, jeweils gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-3.71-1763 in ihrer jeweils gültigen Fassung verwendet werden. Die Fasern dürfen die Länge von 45 mm nicht unterschreiten.

##### 2.1.3 Stahlfaserbeton

Stahlfaserbeton ist ein Normalbeton nach DIN 1045-1:2001-07, dem zum Erreichen einer äquivalenten Nachrisszugfestigkeit Stahlfasern beigemischt werden. Der Beton muss mindestens der Festigkeitsklasse C20/25 entsprechen. Bei Plattendicken unter 24 cm darf Beton mit der Konsistenzklasse F5 und F6 nach DIN 1045-2:2001-07 nicht angewendet werden. Der Fasergehalt darf die in Tabelle 1 angegebenen Mindestwerte nicht unterschreiten und die Höchstwerte nicht überschreiten.

Tabelle 1: Mindest- und Höchstfasergehalte in Abhängigkeit vom Stahlfasertyp

Stahlfasertyp	TABIX FE	TABIX	HE und FE	HFE	TWINCONE
Mindestfasergehalt in $\text{kg/m}^3$	20	20	20	15	30
maximaler Fasergehalt in $\text{kg/m}^3$	70	70	80	70	50

Der Stahlfaserbeton muss in den Prüfungen nach Anlage 2 in jeder Probeserie eine äquivalente Nachrisszugfestigkeit von mindestens  $f_{\text{eq,ctm,II}} = 0,4 \text{ N/mm}^2$  entsprechend Anlage 2 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung erreichen.

## **2.2 Herstellung und Kennzeichnung**

### **2.2.1 Herstellung**

#### **2.2.1.1 Stahlfaserbeton**

Es darf nur werksgemischter Transportbeton mindestens der Festigkeitsklasse C20/25 nach DIN 1045-1:2001-07 verwendet werden, falls nicht im Abschnitt 3 höhere Festigkeitsklassen gefordert werden. Die Übergabe des Betons darf grundsätzlich nur auf der Baustelle erfolgen.

Dem Beton sind Stahldrahtfasern nach Abschnitt 2.1.2 dieser Zulassung und entsprechend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-3.71-1763 im nach Zulassung und statischem Erfordernis vorgeschriebenen Verhältnis beigemischt. Die Fasern dürfen nur im Werk zugegeben werden. Die Stahlfasern sind in fertig abgewogenen Gebinden für die Betonherstellung bereitzuhalten, es ist zu überprüfen, dass die geforderten Eigenschaften durch Lieferschein (Ü-Zeichen) nachgewiesen sind.

Die Betonzusammensetzung ist stets aufgrund von Erstprüfungen entsprechend DIN EN 206-1 zusammen mit DIN 1045-2 und -3 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 Betonrezeptur (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 Rezeptur erneut durchzuführen und eine Zuordnung zum Faserbetonkollektiv von der Fremdüberwachung zu bestätigen. Dies gilt nicht, wenn die Abweichungen nicht über die in Abschnitt 9.5 von DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 definierten 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 auszuschließen.

Bei Wechsel der Produktionsstätte ist stets eine neue Erstprüfung durchzuführen.

#### **2.2.1.2 Bodenplatte**

Die Bodenplatte ist fugenlos ohne Unterbrechung in einem Stück zu betonieren. Um Schwindrisse zu vermeiden, wird eine schwindarme Betonrezeptur und eine sorgfältige Nachbehandlung empfohlen.

### **2.2.2 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 folgenden Bestimmungen 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 soll nach Art und Umfang mindestens entsprechend DIN 1045-3 unter Beachtung von DIN EN 206-1 zusammen mit DIN 1045-2 durchgeführt werden und darüber hinaus die in Anlage 3 aufgeführten Prüfungen einschließen.

Die werkseigene Produktionskontrolle schließt alle Überwachungsmaßnahmen im Transportbetonwerk nach Prüfplan sowie die folgenden Prüfungen am Einbauort ein:

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

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 Bodenplatten 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 und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde 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 der Anlage 4 zu entnehmen und zu prüfen.

Diese Probenahme darf auch am Einbauort erfolgen. Probenahme und Prüfungen obliegen der anerkannten Überwachungsstelle. Zusätzlich zu den Anforderungen nach DIN 1045-3 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 Bodenplatten 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 und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren.

Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

### **3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung**

#### **3.1 Entwurf**

##### **3.1.1 Allgemeines**

Es gilt DIN 1045-1:2001-07, falls im Folgenden nichts anderes bestimmt wird.

Die Fundamentplatten können sowohl Gründungsbauteil eines unterkellerten als auch eines nicht unterkellerten Gebäudes sein. Als Beanspruchung der Fundamentplatten aus aufgehender Konstruktion treten im Regelfall Linien- und Einzellasten auf.

Die Bodenplatten dürfen maximal 30 cm dick und müssen mindestens 16 cm dick sein. Die Fundamentplatten bestehen im Regelfall aus Stahlfaserbeton ohne zusätzliche Betonstahlbewehrung. Unter den Platten ist eine mindestens 0,3 mm dicke PE-Folie mit mindestens 50 cm Überlappungsstößen anzuordnen, jedoch ist unter Wänden die Folie auf einer Breite von 2 m zweilagig anzuordnen.

Weder Länge noch Breite dürfen zur Begrenzung von Zwangsspannungen 12 m überschreiten. Die Abstände paralleler Wände dürfen in jeder Richtung 6,0 m nicht überschreiten. Fugen dürfen nicht angeordnet werden (vgl. Anlage 1).

Die Fundamentplatten sind durch den Fasergehalt i.d.R. nicht dazu geeignet, im Sinne einer Weißen Wanne eine Wasserundurchlässigkeit zu gewährleisten. Daher ist die Konstruktion nur in Bereichen ohne anstehendes Grundwasser anwendbar.

Reibungskräfte in der Sohlfuge zum Abtrag ständig wirkender Horizontalkräfte (z.B. infolge einseitiger Erdanschüttung) dürfen nicht angesetzt werden.

Im Grundriss einspringende Ecken sind konstruktiv mit mindestens 2 Ø 12 BSt 500 S oben und unten zu bewehren.

##### **3.1.2 Zusätzliche Betonstahlbewehrung**

Unter Öffnungen in den Wänden bis zu einer lichten Weite, die der fünffachen Plattendicke entspricht, ist keine Zusatzbewehrung erforderlich.

Unter größeren Öffnungen ist eine Betonstahlbewehrung anzuordnen, die nach den Regelungen von DIN 1045-1 ohne Berücksichtigung der Faserwirkung zu bemessen und einzubauen ist. Eine Berücksichtigung von Betonstahlbewehrung in Verbindung mit Stahlfaserbewehrung in einem Bauteil (innere Balken, Gurte unter Einzellasten, Durchstanzbereiche) ist nicht zulässig. Insbesondere sind die zugehörigen Querkraftnachweise bei erforderlicher Längsbewehrung entsprechend DIN 1045-1:2001-07 zu führen und die entsprechende Betonstahlbewehrung einzulegen.



## 3.2 Bemessung

### 3.2.1 Allgemeines

Die aufgehenden Wände dürfen für den Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit nicht als in der Bodenplatte eingespannt angesehen werden.

Die rechnerische Berücksichtigung von Betonfestigkeiten über C30/37 ist nicht zulässig. Für übliche Plattengeometrien und Belastungen enthält Anlage 4 Nomogramme, in die die Bedingungen gemäß 3.2.4.2 bis 3.2.4.6 eingearbeitet worden sind.

Die Nomogramme sind unter den Voraussetzungen zu verwenden, dass die Expositionsklassen für die Oberflächen der Bodenplatte mit XC1 oben und XC2 unten eingeordnet werden können, die in den Nomogrammen angegebenen Wandstärken nicht unterschritten werden und das Verhältnis der veränderlichen zu den ständigen Einwirkungen  $1/3$  nicht überschreitet ( $g/q \leq 1/3$ ).

### 3.2.2 Baustoffkennwerte

Druckfestigkeit, E-Modul und Biegezugfestigkeit des Stahlfaserbetons werden durch die Baustoffkennwerte und deren Rechengrößen nach DIN 1045 hinreichend genau beschrieben.

Der Rechenwert der äquivalenten Nachrisszugfestigkeit ist beim Tragwerksentwurf festzulegen und auf den Ausführungszeichnungen zu vermerken.

Der erforderliche Fasergehalt richtet sich nach den aus den Erstprüfungen ermittelten Werten

Der Bemessungswert der äquivalenten Nachrisszugfestigkeit  $f_{eq,ctd,II}$  wird nach Anlage 2 ermittelt.

### 3.2.3 Baugrund

Für den Baugrund ist wegen der Rissbreitenbeschränkung bei Stahlfaserbeton ohne zusätzliche Betonstahlbewehrung eine Mindestbettungsziffer gemäß Anlage 4, Seite 5 und eine zulässige Bodenpressung von  $100 \text{ kN/m}^2$  einzuhalten.

### 3.2.4 Nachweise für den Grenzzustand der Tragfähigkeit

#### 3.2.4.1 Allgemeines

Die Nachweise erfolgen nach DIN 1045-1:2001-07, sofern nichts anderes bestimmt wird.

Zusätzlich sind der Nachweis der Reststandsicherheit und der Rissbreite im Grenzzustand der Tragfähigkeit gemäß dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu führen.

#### 3.2.4.2 Biegung

Der Nachweis erfolgt durch Einhaltung der Werte der Bemessungsnomogramme in Anlage 4 für einen Verhältniswert von veränderlichen Lasten zu ständigen Lasten von 1:3. Für größere Verhältniswerte dürfen die Bemessungsdiagramme nicht verwendet werden. Hierin sind die Parameter Plattendicke, Rechenwert der äquivalenten Nachrisszugfestigkeit sowie die maximale Belastung aus aufgehender Konstruktion (Keller-Innen- bzw. Außenwände) berücksichtigt. Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Rissbreite im Grenzzustand der Tragfähigkeit  $3 \text{ mm}$  nicht überschreitet sowie eine Ausfallschicht (Abzug vom statisch wirksamen Querschnitt) des Stahlfaserbetons zur erdberührten Seite der Platte angerechnet wird.

#### 3.2.4.3 Querkraft

Der Nachweis erfolgt unter Anrechnung der äquivalenten Nachrisszugfestigkeit des Stahlfaserbetons durch die Bemessungsnomogramme in Anlage 4.



#### 3.2.4.4 Durchstanzen

Der Nachweis erfolgt unter Anrechnung der äquivalenten Nachrisszugfestigkeit des Stahlfaserbetons nach Anlage 5 bzw. durch die Bemessungsnomogramme in Anlage 4.

Lasten, die einen Abstand untereinander von weniger als der zweifachen Plattendicke haben, sind nicht zulässig. Ist ein Nachweis nach Anlage 5 nicht möglich, ist ein Nachweis nach DIN 1045-1:2001-07, Abschnitt 10.5 ohne Ansatz der Nachrisszugfestigkeit des Stahlfaserbetons zu führen.

#### 3.2.4.5 Bereichsweiser Faserausfall

Der Nachweis der Reststandsicherheit ist gesondert nach Anlage 5 zu führen, sofern das Produkt aus Breite und Dicke (Abmessungen  $b$  und  $d$  jeweils in Meter) der Platte kleiner als 0,75 ist ( $b \cdot d < 0,75$ ). Andernfalls genügt die Anwendung der Bemessungsnomogramme in Anlage 4 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

#### 3.2.4.6 Nachweis der Rissbreite im Grenzzustand der Tragfähigkeit (zur Sicherstellung der Faserwirkung)

Der Nachweis der Rissbreitenbeschränkung ist für maximale Rissbreiten von  $0,05 \cdot \text{Faserlänge}$  durch Anwendung der Nomogramme in Anlage 4 erbracht.

#### 3.2.5 Nachweise für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis der Begrenzung der Spannungen erfolgt nach DIN 1045-1:2001-07, Abschnitt 11.1.

Der Nachweis der Begrenzung der Verformung entfällt für Bodenplatten.

Die Rissbreitenbeschränkung erfolgt im Rahmen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung durch Einhaltung der geometrischen Beschränkungen, Maßnahmen zur Minimierung von Zwangbeanspruchung sowie Beachtung der zulässigen Bettungsmoduli nach Anlage 4, Seite 5.

## 4 Bestimmungen für die Ausführung

Es gilt DIN 1045-3, falls im Folgenden nichts Anderes bestimmt wird.

Die Sohlplatten sind fugenlos ohne Unterbrechung zu betonieren.

Es ist unter der Bodenplatte Folie gemäß Abschnitt 3.1.1 dieser Zulassung anzuordnen.

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. Der für die Überwachung auf der Baustelle Verantwortliche ist namentlich zu benennen.



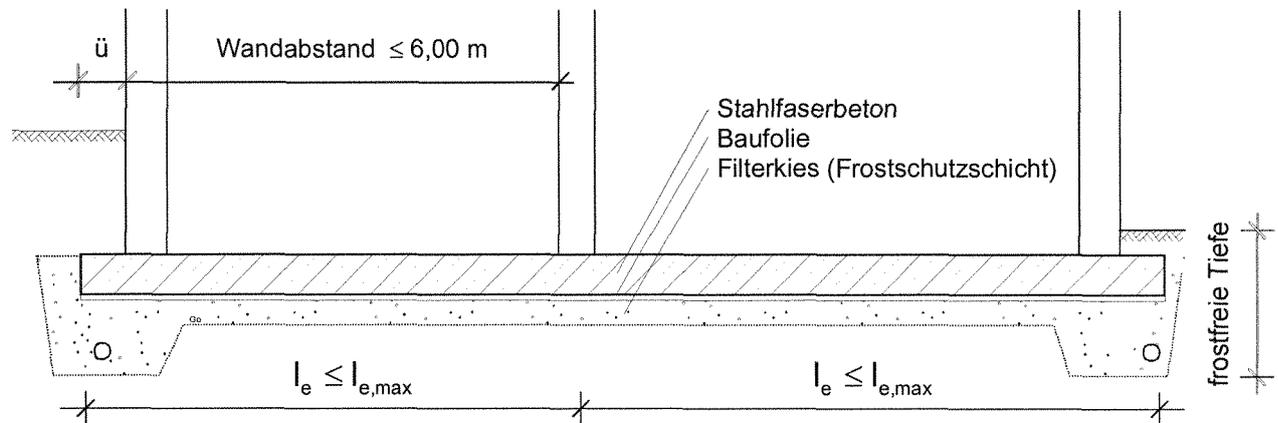
Der Transport des Stahlfaserbetons vom Herstellwerk zur Verwendungsstelle darf nur in Fahrzeugen mit Rührwerk erfolgen. Unmittelbar vor dem Entladen ist der Beton nochmals so durchzumischen, dass er auf der Baustelle in gleichmäßiger Zusammensetzung übergeben wird.

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 nachgewiesen worden sind. Die Nachbehandlung ist mit besonderer Sorgfalt durchzuführen.

Dr.-Ing. Hartz



## Zulassungsgegenstand (Prinzipskizze)



$l_{e,max} = 6,00$  m: maximaler Abstand eines lastabtragenden Querschnitts zum nächsten Querschnittsrand

## zu verwendende TREFILARBED Stahlfasern

Stahlfasertyp	TABIX	TABIX FE	HE	FE	HFE	Twincone
min. Fasergehalt [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	20	20	20	20	15	30
max. Fasergehalt [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	70	70	80	80	70	50



### TREFILARBED Bissen S.A.

Route de Finsterthal  
L – 7703 Bissen  
Luxemburg

### Fundamentplatten aus TREFILARBED- Stahlfaserbeton

### Anlage 1

zur allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. Z-71.3-25  
vom 27. Februar 2006



$f_{ctms,fl}^f$  = 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  $D_{fl}^f$ :

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

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



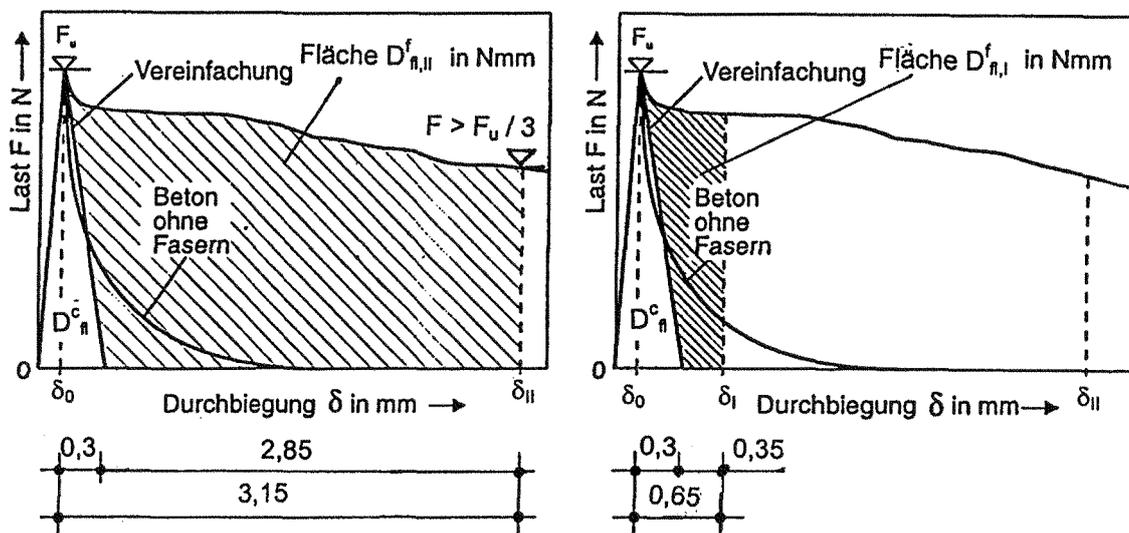
**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**

Materialkennwerte

**Anlage 2**  
Seite 2/5 zur  
allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006

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:

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

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

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



**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**

Materialkennwerte

**Anlage 2**  
Seite 3/5 zur  
allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006

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

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

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

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

mit  $D_{fl,i}^f$  bzw.  $D_{fl,II}^f$  = 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



**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**  
  
Materialkennwerte

**Anlage 2**  
Seite 4/5 zur  
allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006

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:

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

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

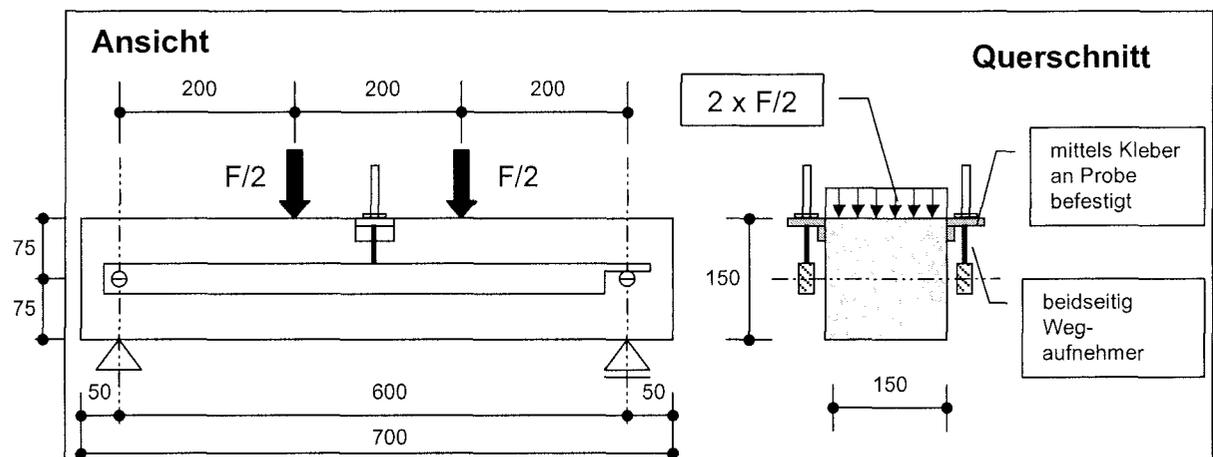
sowie

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

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



### 3. Messvorrichtung und Abmessungen des Probekörpers



**Bild 3 Messvorrichtung und Abmessungen des Probekörpers**

**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**

Materialkennwerte

**Anlage 2**  
Seite 5/5 zur  
allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006

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 Material dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung	1 Serie Biegezugbalken (3 Stück) je 6 Produktionstage bzw. je 500 m <sup>3</sup> je Betonsorte
Betonsortenverzeichnis, Mischanweisung, 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.

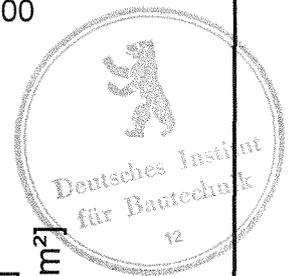
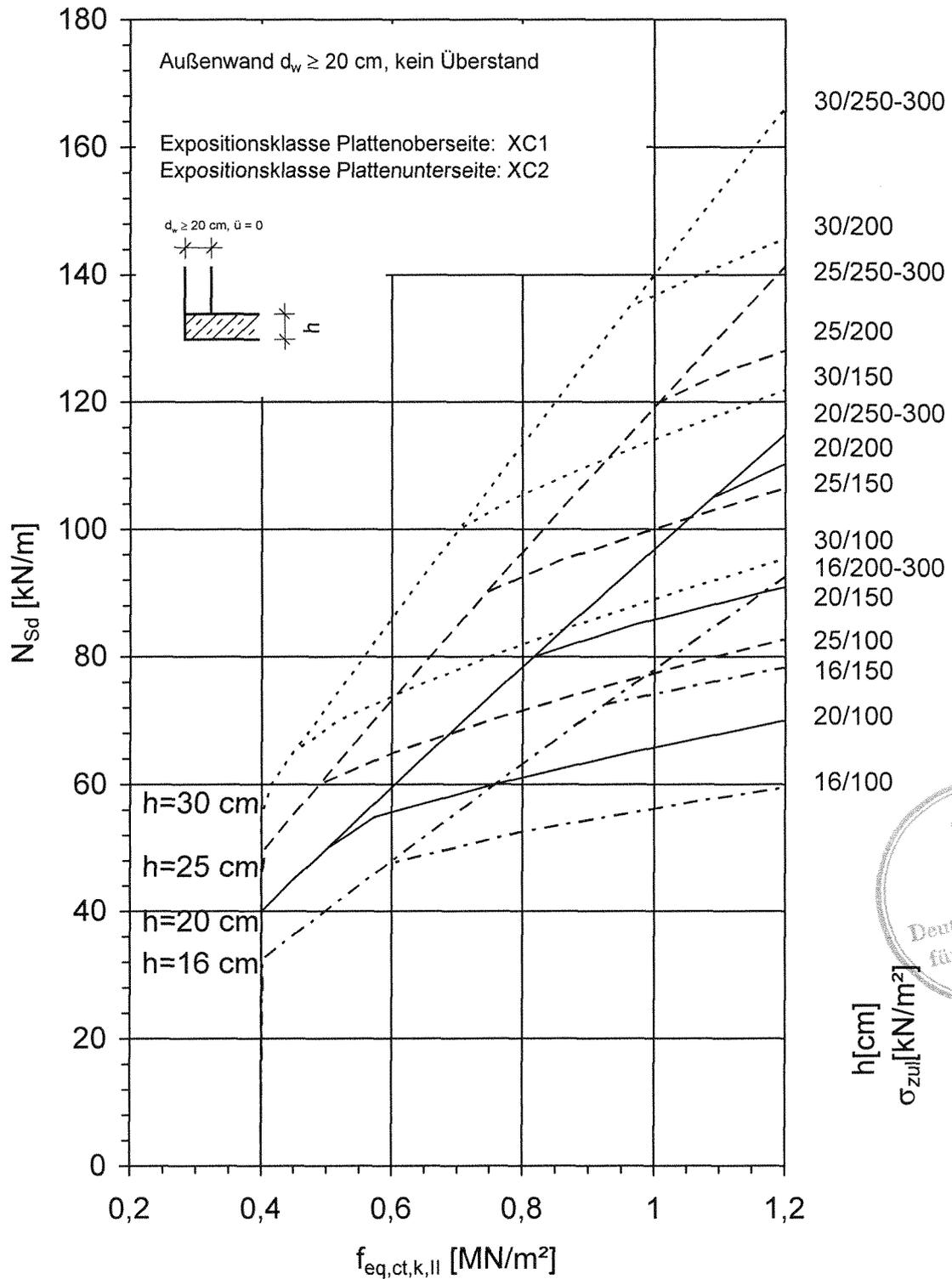


**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**  
  
Prüfungen

**Anlage 3**  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung  
Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006

# Bemessungsdiagramm für Außenwände ohne Wandüberstand

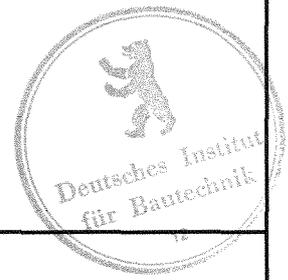
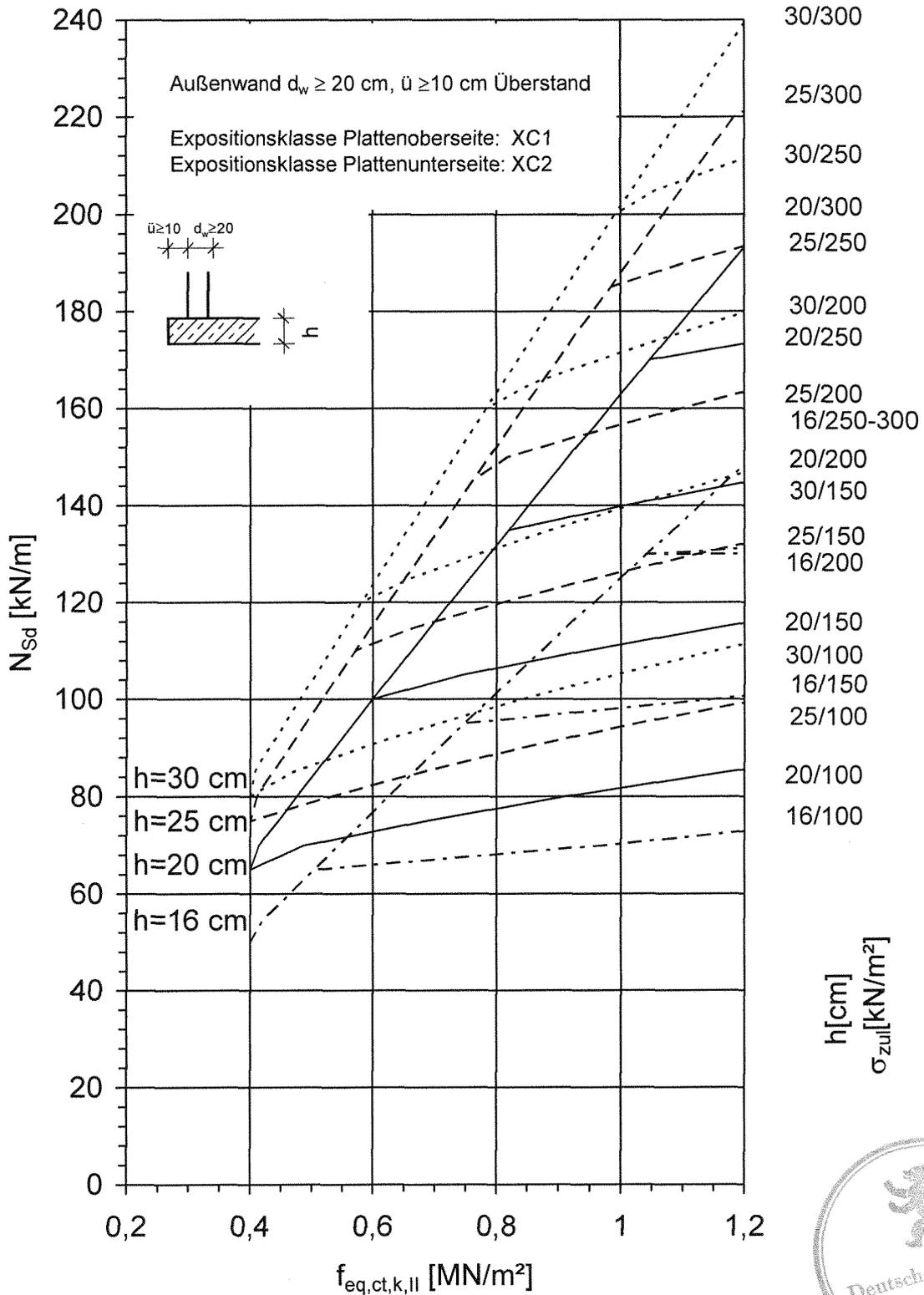


**TREFILARBED Bissen S.A.**  
Route de Finsterthal  
L – 7703 Bissen  
Luxemburg

**Fundamentplatten aus  
TREFILARBED-  
Stahlfaserbeton**

**Anlage 4, Seite 1/5**  
zur allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. Z-71.3-25  
vom 27. Februar 2006

# Bemessungsdiagramm für Außenwände mit 10 cm Wandüberstand

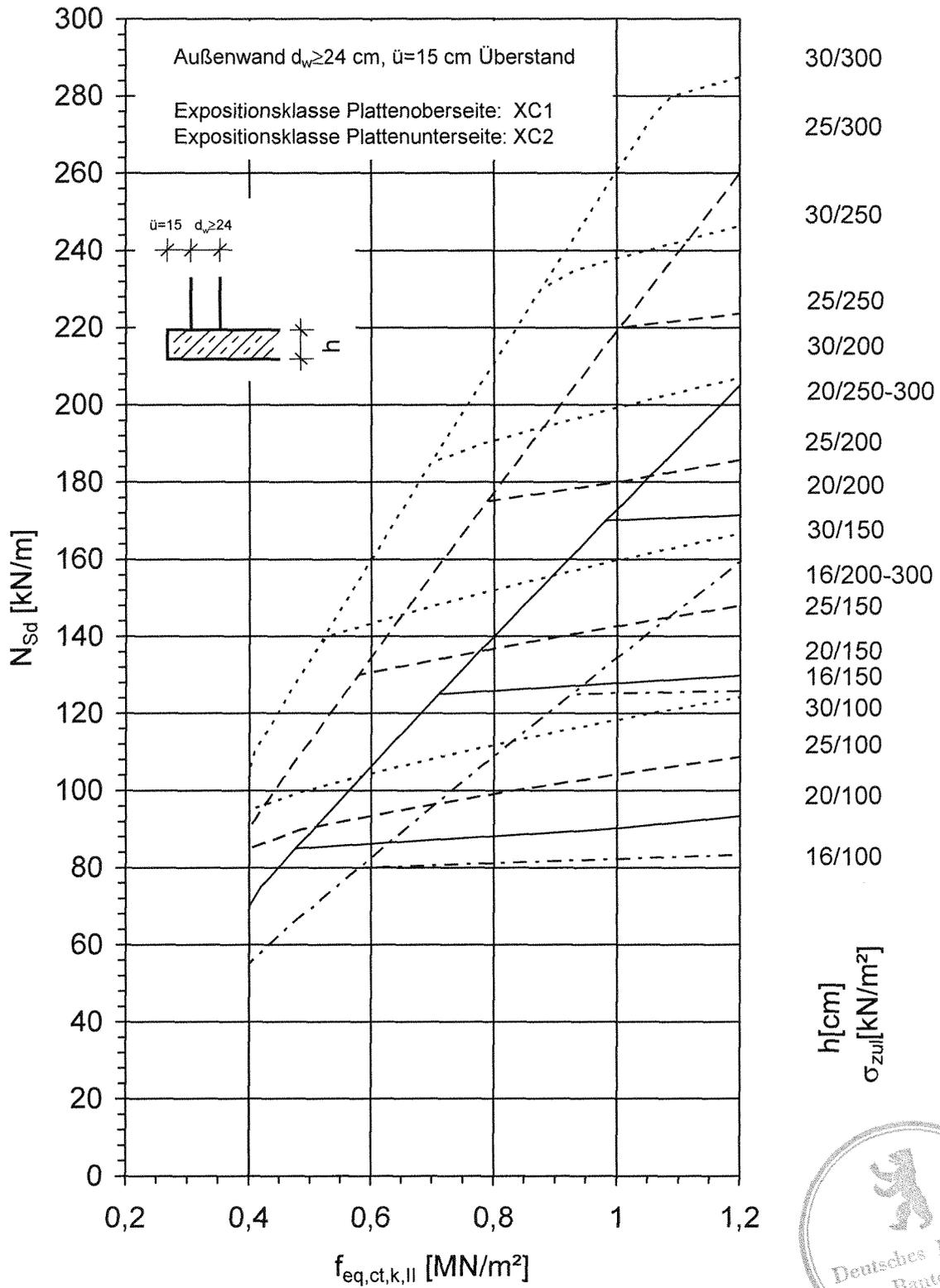


**TREFILARBED Bissen S.A.**  
 Route de Finsterthal  
 L – 7703 Bissen  
 Luxemburg

**Fundamentplatten aus  
 TREFILARBED-  
 Stahlfaserbeton**

**Anlage 4, Seite 2/5**  
 zur allgemeinen bauaufsichtlichen  
 Zulassung Nr. Z-71.3-25  
 vom 27. Februar 2006

# Bemessungsdiagramm für Außenwände mit 15 cm Wandüberstand

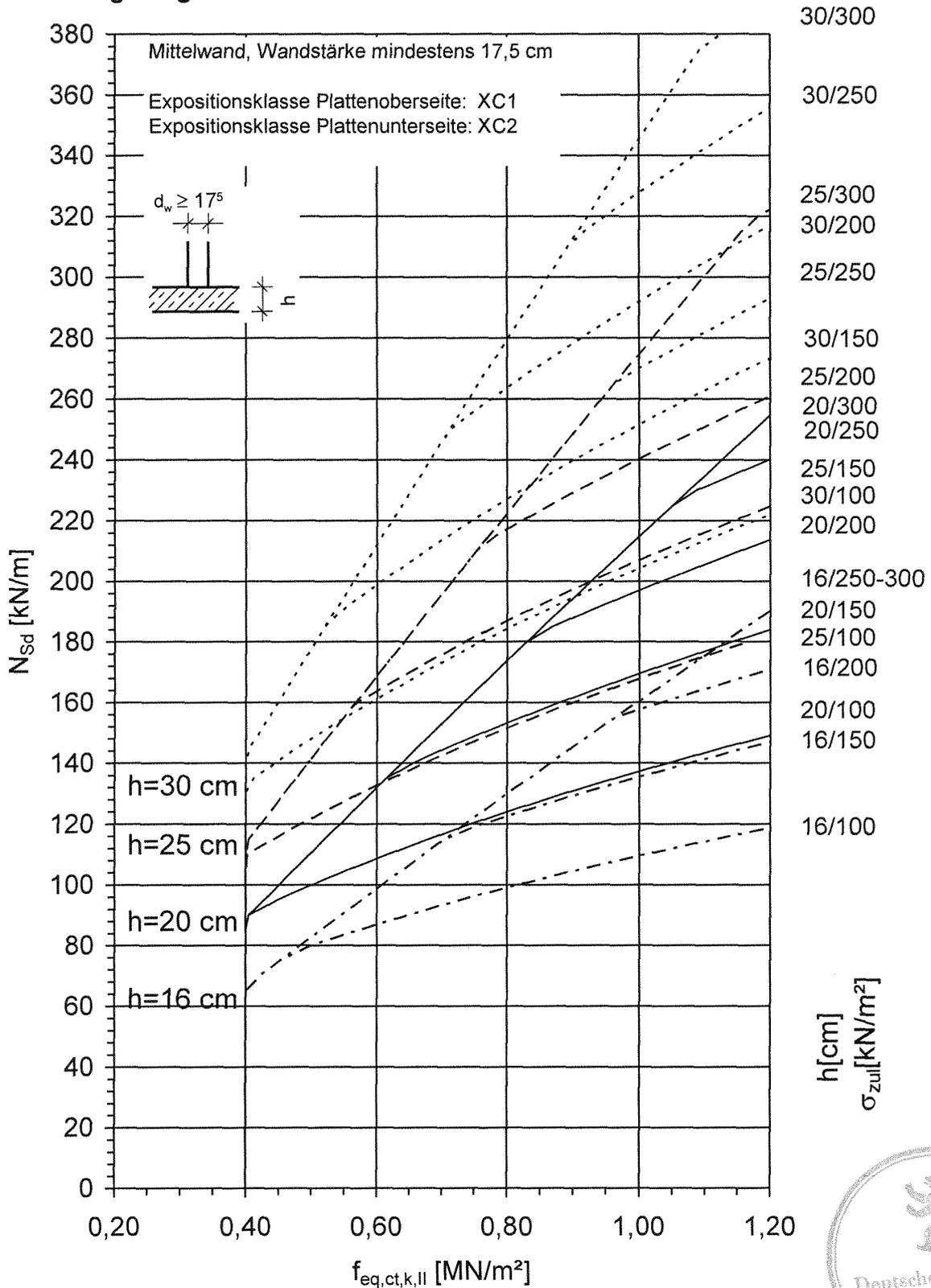


**TREFILARBED Bissen S.A.**  
Route de Finsterthal  
L – 7703 Bissen  
Luxemburg

**Fundamentplatten aus  
TREFILARBED-  
Stahlfaserbeton**

**Anlage 4, Seite 3/5**  
zur allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. Z-71.3-25  
vom 27. Februar 2006

# Bemessungsdiagramm für Innenwände



**TREFILARBED Bissen S.A.**  
 Route de Finsterthal  
 L – 7703 Bissen  
 Luxemburg

**Fundamentplatten aus  
 TREFILARBED-  
 Stahlfaserbeton**

**Anlage 4, Seite 4/5**  
 zur allgemeinen bauaufsichtlichen  
 Zulassung Nr. Z-71.3-25  
 vom 27. Februar 2006



## Minimale Bettungsmoduln $k_s$ zur Anwendung der Bemessungsdiagramme

min $k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ] Faserlänge $l_f$ , Beispiel	Lage der belastenden Wand	$\sigma_{zul}$ [kN/m <sup>2</sup> ]			
		100	150	200	250
<b><math>l_f = 45</math> mm</b> z.B. Tabix 1/45	außen	20	30	40	50
	innen	32	48	64	80
<b><math>l_f = 50</math> mm</b> z.B. Tabix 1/50, HE 1/50	außen	18	27	36	45
	innen	29	43	58	72
<b><math>l_f = 60</math> mm</b> z.B. TABIX+ 1/60, HFE 1/60	außen	15	23	30	38
	innen	24	36	48	60

Bei Böden mit geringeren Bettungsmoduln  $k_s < \min k_s$  dürfen die Bemessungsdiagramme angewendet werden, wenn die Beanspruchung entsprechend reduziert wird:

$$N_{Sd,red} = N_{Sd} \cdot \frac{\text{vorh } k_s}{\min k_s}$$



**TREFILARBED Bissen S.A.**  
Route de Finsterthal  
L – 7703 Bissen  
Luxemburg

**Fundamentplatten aus  
TREFILARBED-  
Stahlfaserbeton**

**Anlage 4, Seite 5/5**  
zur allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. Z-71.3-25  
vom 27. Februar 2006

## Nachweis örtlich verminderter Faserwirkung

### Sicherheitsbeiwerte für den Nachweis einer örtlich verminderten Faserwirkung

Für den Nachweis einer örtlich verminderter Faserwirkung unter Berücksichtigung der folgenden Teilsicherheitsbeiwerte :

Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen unter Berücksichtigung der Kombinationsbeiwerte $\psi_0$ nach DIN 1055-100 für alle ungünstig wirkenden Einwirkungen.	$\gamma_G = \gamma_Q = 1,35$
Teilsicherheitsbeiwerte für die verwendeten Baustoffe	$\gamma_c^f = \gamma_c = \gamma_s = \gamma_{ct}^f = 1,0.$

sind die Nachweise für die Grenzzustände der Tragfähigkeit mit einer Reduzierung der Rechenwerte der Zugfestigkeiten des Stahlfaserbetons durch den Beiwert  $\kappa$  nach Bild 3 erneut zu führen. Der Beiwert  $\kappa$  hängt vom Anteil der gezogenen Querschnittsfläche ab.

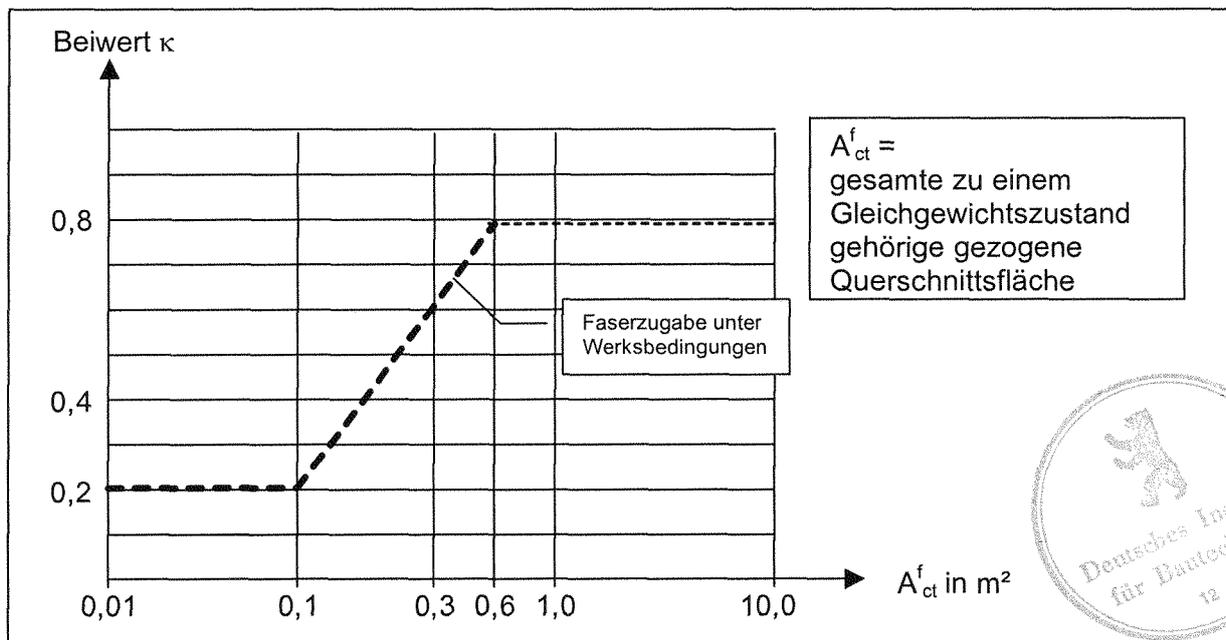


Bild 1 Beiwert  $\kappa$  in Abhängigkeit von der Art der Faserzugabe und dem Mischertyp

**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

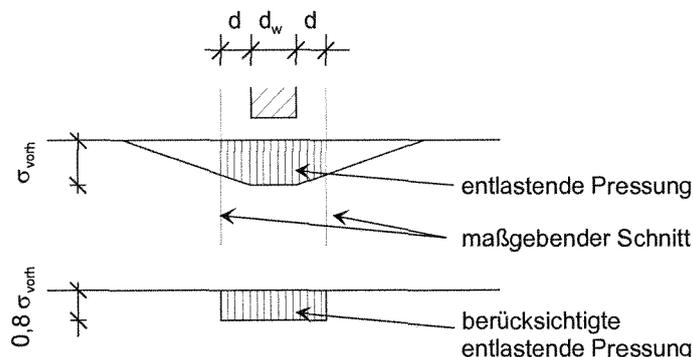
**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**  
  
Nachweisverfahren

**Anlage 5**  
Seite 1/5 zur  
allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006

## Der Nachweis der Querkrafttragfähigkeit sowie Durchstanzen

wird abweichend von DIN1045-1 (Gleichungen 70 ff.), geführt:

Der maßgebende Schnitt für den Nachweis der Querkrafttragfähigkeit liegt 1,0 d vom jeweiligen Auflagerrand (hier: Wand) entfernt. Unter der Wand und innerhalb der Fläche bis zum maßgebenden Schnitt wirkende Sohlspannungen sind entlastend.



**Bild 2: Entlastende Wirkung der Sohlspannung**

Abweichend von DIN 1045-1 wird hier nicht die gesamte entlastende Sohlspannung in Ansatz gebracht, sondern dieser Wert auf 80% des ermittelten Maximalwerts reduziert.

$$V_{Rd,B} = \rho_w^f \cdot f_{yd} \cdot b_w \cdot z \cdot \cot \theta$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{diesem Wert liegt BSt 500 zugrunde})$$

$$\cot \theta = 1,2 \quad (\text{Biegung})$$

$$z = 0,8 h$$

$$\rho_w^f = \frac{0,12 \cdot k_d \cdot f_{eq,ctk,II}}{0,37 \cdot f_{yd} \cdot 0,9}$$

$$k_d = 1,6 - d \geq 1,0$$

Die Nachweise sind für die beiden maßgebenden Schnitte am oberen und unteren Wand-Ende, jeweils im Abstand 1,0 d vom Auflager zu führen

### Grenztragfähigkeit – Querkraft (Regel-Anwendungsbereich)

$V_{Rd,B}$ [kN/m]	$f_{eq,ctk,II}$				
	0,4	0,6	0,8	1	1,2
h					
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



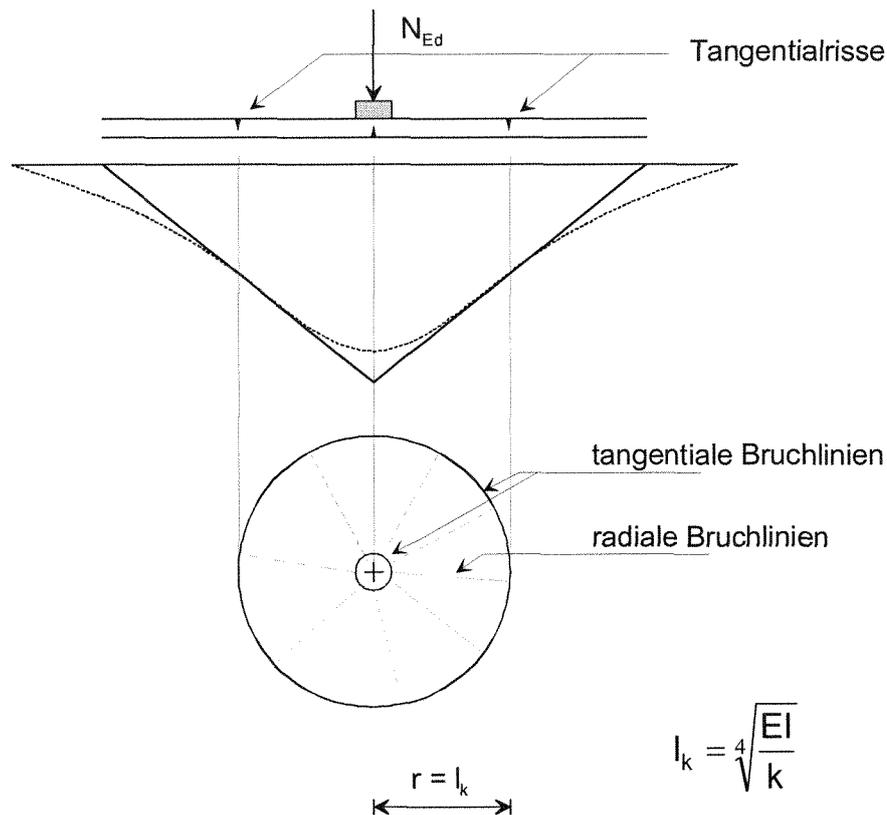
**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**

Nachweisverfahren

**Anlage 5**  
Seite 2/5 zur  
allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006

## Grenztragfähigkeit Durchstanzen



**Bild 3: Statisches System zum Nachweis der Sohlplatten unter Einzellasten**

$$P = 4 \cdot \pi \cdot m_0 \quad (1) \text{ bzw. } m_{Sd} = \frac{P_{Ed}}{4 \cdot \pi} \quad (2)$$

Einfluss der Bodenpressung wird berücksichtigt über die Definition der elastischen Länge

$$r = l_k = \sqrt[4]{\frac{EI}{k}} \quad (3)$$

### Elastische $l_k$ Längen für relevante Plattenstärken und Bettungsmoduln

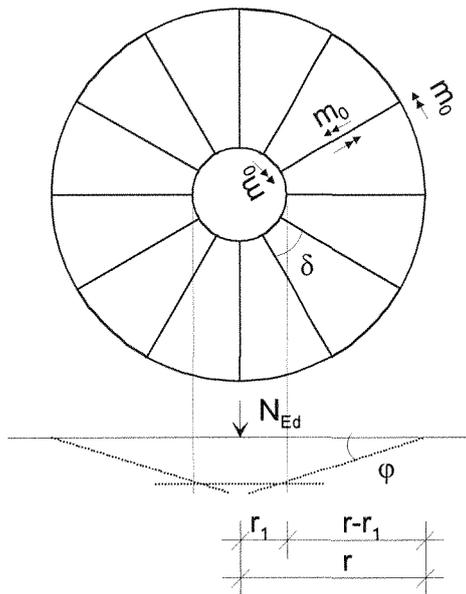
$l_k$ [m]	$h$ [m]			
	0,20	0,25	0,30	
$k$ [MN/m <sup>3</sup> ]	10	1,19	1,41	1,61
	50	0,80	0,94	1,08
	100	0,67	0,79	0,91
	200	0,56	0,66	0,76



**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**  
  
Nachweisverfahren

**Anlage 5**  
Seite 3/5 zur  
allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006



n: Anzahl Sektoren  
m: Anzahl radialer Gelenke

Vollkreis:  
m = n

**Bild 4 Plastische Gelenklinien für den Nachweis der Biegetragfähigkeit**

Sofern die Lastaufstandsfläche nicht kreisförmig ist, kann ein Ersatzradius  $r_1$  auf Basis gleicher Flächeninhalte  $A' = A$  von fiktiver Ersatzfläche  $A' = \pi \cdot r_1^2$  und tatsächlicher Lastaufstandsfläche  $A$  nach Gleichung (4) ermittelt werden. Die größere Längenausdehnung der Lastaufstandsfläche  $A$  darf maximal mit dem zweifachen Wert der kleineren Längenausdehnung in Rechnung gestellt werden.

$$r_1 = \frac{\sqrt{A}}{\pi} \quad (4)$$

Einzellast in Feldmitte:

$$m_{Sd,Mitte} = \frac{1}{14} \cdot \left(1 - \frac{r_1}{r}\right) \cdot N_{Ed} \quad (5)$$

$$m_{Sd,Rand} = \frac{r - r_1}{6 \cdot r + 0,6 \cdot r_1} \cdot N_{Ed} \quad (6)$$

$$m_{Sd,Ecke} = \frac{r - r_1}{2,5 \cdot r + 0,9 \cdot r_1} \cdot N_{Ed} \quad (7)$$



**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**

Nachweisverfahren

**Anlage 5**  
Seite 4/5 zur  
allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006

Der maßgebende Schnitt zur Ermittlung der Einwirkung  $v_{Ed}$  ist gemäß DIN 1045-1 Kapitel 10.5.2 zu Bestimmen.

Der maßgebende Rundschnitt  $u$  ergibt sich im Abstand von  $1,5 d$  von der Lastaufstandsfläche.

$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot \beta}{u}$$

$\beta = 1,05$  bei Innenstützen

$\beta = 1,40$  bei Randstützen

$\beta = 1,50$  bei Eckstützen

Der halbe Wert der Bodenpressung innerhalb des kritischen Schnitts darf entlastend angesetzt werden:

$$V_{Ed} = N_{Ed} - 0,5 \cdot \sigma_0 \cdot A_{crit} \quad (8)$$

Für den Wert  $\sigma_0$  ist die tatsächliche Bodenpressung unter der Beanspruchung  $N_{Ed}$  anzusetzen.

Da bei ausschließlich stahlfaserbewehrten dünnen Platten die Fließgelenkbildung vor Erreichen der Durchstanzlast eintritt, kann hier die -fache zulässige Bodenpressung herangezogen werden. Somit ergibt sich:

$$V_{Ed} = N_{Ed} - 0,675 \cdot \sigma_{zul} \cdot A_{crit} \quad (9)$$



**TREFILARBED**  
Bissen B.P. 16  
7703 BISSEN  
LUXEMBURG  
www.trefilarbed.com

**TREFILARBED**  
**Fundamentplatte aus**  
**Stahlfaserbeton**  
Nachweisverfahren

**Anlage 5**  
Seite 5/5 zur  
allgemeinen bauaufsichtlichen  
Zulassung Nr. **Z-71.3-25**  
vom 27. Februar 2006