

## Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

### Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

#### Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern  
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts  
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:

27.08.2014

Geschäftszeichen:

I 12-1.15.6-38/13

#### Zulassungsnummer:

**Z-15.6-235**

#### Geltungsdauer

vom: **27. August 2014**

bis: **6. Dezember 2016**

#### Antragsteller:

**ArcelorMittal Commercial RPS s.à.r.l.**

**Sheet Piling**

66, rue de Luxembourg

4221 ESCH-SUR-ALZETTE

LUXEMBURG

#### Zulassungsgegenstand:

**Stahlbetonholm mit Schneidenlagerung zur Einleitung von Vertikal- und Horizontalkräften in  
Stahlpundwandbohlen der Firma ArcelorMittal**

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 15 Seiten und vier Anlagen.

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung  
Nr. Z-15.6-235 vom 3. August 2012. Der Gegenstand ist erstmals am 25. November 2011 allgemein  
bauaufsichtlich zugelassen worden.

DIBt

## I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Sofern in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Anforderungen an die besondere Sachkunde und Erfahrung der mit der Herstellung von Bauprodukten und Bauarten betrauten Personen nach den § 17 Abs. 5 Musterbauordnung entsprechenden Länderregelungen gestellt werden, ist zu beachten, dass diese Sachkunde und Erfahrung auch durch gleichwertige Nachweise anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union belegt werden kann. Dies gilt ggf. auch für im Rahmen des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) oder anderer bilateraler Abkommen vorgelegte gleichwertige Nachweise.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 4 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 5 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.
- 6 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.
- 7 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

#### 1.1 Zulassungsgegenstand

Zulassungsgegenstand sind Stahlbetonkopfbalken, im nachfolgenden Stahlbetonholm genannt, als oberer Abschluss von Spundwänden bestehend aus Spundwandprofilen der Firma ArcelorMittal. Der Stahlbetonholm dient zur Einleitung von äußeren Vertikal- und Horizontallasten, über eine sogenannte Schneidenlagerung, direkt in die Spundwand, ohne weitere lastverteilende Konstruktionselemente an den Spundwandprofilen.

#### 1.2 Anwendungsbereich

Diese Bauart darf für die Einleitung von Vertikalkräften allein oder von kombinierten Vertikal- und Horizontalkräften infolge Eigenlast und Nutzlasten in die Spundwand bestehend aus Spundwandbohlen verwendet werden. Die äußeren Vertikallasten belasten den Stahlbetonholm auf dessen Oberkante (OK).

Es dürfen Vertikalkräfte infolge vorwiegend ruhender und/oder nicht vorwiegend ruhender Nutzlasten, Horizontalkräfte nur infolge vorwiegend ruhender Nutzlasten eingeleitet werden.

Der statische Nachweis und die Bemessung der Bewehrung infolge von Horizontalkräften in Längsrichtung des Stahlbetonholms sowie die konstruktive Durchbildung ist vom Tragwerksplaner auf Basis von DIN 1045-1 bzw. DIN EN 1992-1-1:2011-01 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 durchzuführen.

Vertikale Zugkräfte, resultierende abhebende Kräfte sowie äußere Torsionsmomente sind nicht zugelassen.

Die Bemessung, Konstruktion und die bauliche Ausführung des Stahlbetonholms erfolgt nach DIN 1045-1:2008-08 bzw. DIN EN 1992-1-1:2011-01 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04, wenn nachfolgend nicht anders festgelegt ist.

Die im Stahlbetonholm auftretenden Zug-, Biegezug- und Spaltzugkräfte sind durch eine Spaltzug- und Bügelbewehrung aufzunehmen.

Die Temperaturbeanspruchungen der Stahlbetonkörper dürfen in der Regel +60 °C nicht überschreiten; kurzzeitige Temperaturerhöhungen bis +80 °C sind zulässig.

Der Stahlbetonholm ist ausschließlich in Ortbetonbauweise zu erstellen.

### 2 Bestimmungen für das Bauprodukt

#### 2.1 Eigenschaften, Ausführungsvarianten und Mindestabmessungen

Es kommen zwei Ausführungsvarianten des Stahlbetonholms mit Schneidenlagerung zur Anwendung, diese werden in Abhängigkeit von der Konstruktionsart bezeichnet als:

- a) "ohne Konsoleinspannung" und
- b) "mit Konsoleinspannung"

Stahlbetonholme "ohne Konsoleinspannung" sind zulässig sofern ausschließlich äußere Vertikallasten ohne Ausmitte in Bezug auf die Schwerachse des Spundwandprofils eingeleitet werden.

In allen anderen Fällen (ausmittige Vertikal- und/oder Horizontallasten) sind Stahlbetonholme "mit Konsoleinspannung" auszuführen.

**Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung****Nr. Z-15.6-235****Seite 4 von 15 | 27. August 2014**

Die Stahlspundwandbohlen müssen folgende konstruktive Einbindetiefen  $L_E$  in den Stahlbetonholm aufweisen, siehe Bild 1a:

- a) "ohne Konsoleinspannung": mindestens  $L_E = 5$  cm
- b) "mit Konsoleinspannung": mindestens  $L_E = 18$  cm

Die konstruktive Einbindetiefe beinhaltet bei der Ausführungsvariante "mit Konsoleinspannung" ein Vorhaltemaß von 3 cm gegenüber der rechnerischen Einbindetiefe  $L_{E,cal}$ .

Die Oberkanten der Spundwandbohlen und der Stahlbetonholm sind in der Ausführungsvariante "ohne Konsoleinspannung" immer planmäßig waagrecht (in Balkenlängs- und Balkenquerrichtung) herzustellen, siehe Bild 1a).

Darüber hinaus ist auch eine planmäßige Neigung in Balkenlängsrichtung des Stahlbetonholms in der Ausführungsvariante "mit Konsoleinspannung" zulässig, nicht aber in dessen Balkenquerrichtung, siehe Bilder 1b) und 1c).

Die Ausbildung einer planmäßigen Neigung des Stahlbetonholms in der Ausführungsvariante "mit Konsoleinspannung" ist dabei nur in den folgenden Varianten zulässig:

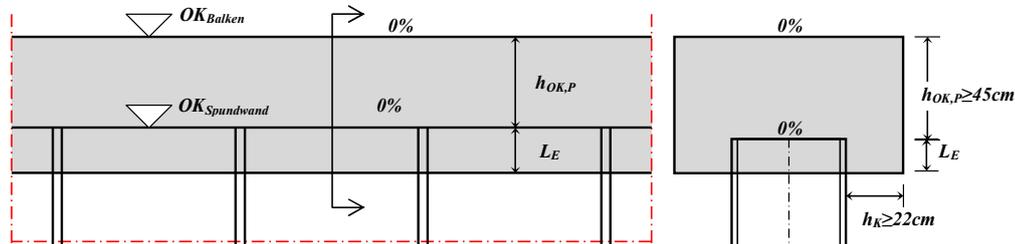
- 1) Die Oberkanten der Spundwandbohlen sind parallel zur Oberkante des Stahlbetonholms herzustellen. Dabei darf die planmäßige Neigung der Oberkanten der Spundwandbohlen bzw. des Stahlbetonholms 5% nicht überschreiten, siehe Bild 1b).
- 2) Die Spundwandbohlen sind gestuft herzustellen, dabei verlaufen die Oberkanten der Spundwandbohlen waagrecht. Der planmäßige Versatz zwischen den Oberkanten der einzelnen Spundwandbohlen darf  $\Delta h = 5$  cm nicht überschreiten, siehe Bild 1c).

Bei geneigter bzw. bei gestufter Ausführung der Oberkanten der Spundwandbohlen in Balkenlängsrichtung ist sicherzustellen, dass die Geometrie des Stahlbetonholms und die Bewehrungsführung so gewählt wird, dass in allen Bereichen die erforderliche Mindesteinbindetiefe für die Konsoleinspannung und die Betondeckung  $c_{nom}$  der Bewehrung eingehalten ist.

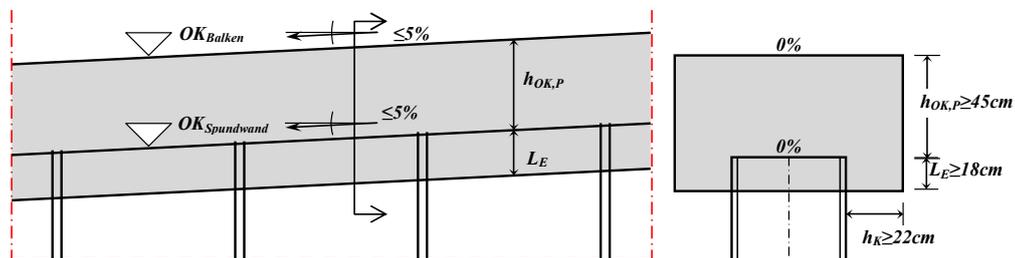
Die in den Bemessungstabellen angegebenen Bemessungswerte und Bewehrungskoeffizienten bei "mit Konsoleinspannung" gelten für die Mindesteinbindetiefe  $L_E = 18$  cm bzw.  $L_{E,cal} = 15$  cm. Größere Einbindetiefen können durch die in Anlage 1 angeführten Umrechnungsfaktoren erfasst werden, wobei rechnerisch maximal eine Einbindetiefe von  $L_E = 33$  cm bzw.  $L_{E,cal} = 30$  cm berücksichtigt werden darf.

Die Mindesthöhe des Stahlbetonholms über Oberkante der Stahlspundwandbohle beträgt  $h_{OK,P} = 45$  cm. Kleinere Werte für  $h_{OK,P}$  sind nicht zulässig.

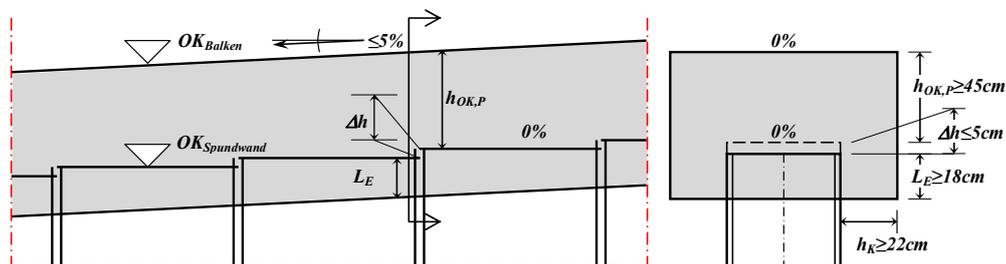
Der seitliche Betonüberstand ist entsprechend den Anforderungen an die Betondeckung und die vorhandene Bügelbewehrung und Spaltzugbewehrung so festzulegen, dass eine Betondeckung gemäß der festgelegten Expositionsklasse sowohl zum freien Rand als auch zum Spundwandprofil an allen Stellen eingehalten wird. Der seitliche Betonüberstand des Stahlbetonholms beträgt in jeder Ausführungsvariante mindestens  $h_k = 22$  cm, siehe Bilder 1a bis c.



**Bild 1a:** Schematische Darstellung des Stahlbetonholms für beide Ausführungsvarianten ohne Neigung (0 %)



**Bild 1b:** Schematische Darstellung des Stahlbetonholms mit geneigter Spundwandbohlen-Oberkante, nur in der Ausführungsvariante "mit Konsoleinspannung" möglich



**Bild 1c:** Schematische Darstellung des geneigten Stahlbetonholms mit gestufter Spundwandbohlen-Oberkante, nur in der Ausführungsvariante "mit Konsoleinspannung" möglich

## 2.2 Beton und Bewehrungsstahl

Der Beton muss mindestens der Festigkeitsklasse C20/25 nach DIN 1045-1 bzw. DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA entsprechen. Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung wird auf  $d_g \leq 16\text{ mm}$  begrenzt.

Die Festlegungen von DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 in Abhängigkeit von den Expositionsklassen sind in jedem Fall einzuhalten. Diese führen gegebenenfalls zu einer höheren Festigkeitsklasse des Betons.

Die Expositionsklassen XM1, XM2 und XM3 sind nicht zulässig.

Es werden mit dem Mindestmaß der seitlichen Betonüberdeckung  $h_K = 22\text{ cm}$  eine Mindestbetondeckung  $c_{\min} = 40\text{ mm}$  sowie das Vorhaltemaß  $\Delta c = 15\text{ mm}$  für die maßgebenden Expositionsklassen berücksichtigt.

Als Bewehrung ist ausschließlich Betonstabstahl der Sorte B500B nach DIN 488-1 zu verwenden.

Die in den Bemessungstabellen angegebenen Bemessungswerte und Bewehrungskoeffizienten gelten für die Betonfestigkeitsklasse C30/37. Es darf rechnerisch maximal die Betonfestigkeitsklasse C30/37 angesetzt werden. Niedrigere Betonfestigkeiten sind rechnerisch durch die in Anlage 1 angeführten Umrechnungsfaktoren zu berücksichtigen.

Die Abweichungen zur waagerechten Lage sind in der Bemessung der Bewehrung für die Beanspruchungen nach Absatz 2.1 (planmäßige Neigung des Stahlbetonholms in Balkenlängsrichtung in der Ausführungsvariante "mit Konsoleinspannung") bereits berücksichtigt. Bei geneigter bzw. gestufter Anordnung der Spundwand in Längsrichtung ist die Bewehrungsführung dergestalt anzupassen, dass in allen Bereichen die Mindesteinbindetiefe und die Betondeckung  $c_{\text{nom}}$  eingehalten werden.

### 2.3 Stahlsplundwandprofile

Es dürfen nur Spundwandprofile gemäß Anlage 2 verwendet werden.

Diese Spundwandprofile sind Teilmengen der folgenden Profil-Reihen:

- \* AZ-Profil-Reihe,
- \* AU-Profil-Reihe,
- \* PU-Profil-Reihe,
- \* GU-Profil-Reihe.

Die Spundwandprofile müssen DIN EN 10248-1 entsprechen.

Werden AU- bzw. PU- oder GU-Doppelbohlen angeordnet, sind diese mit einer Schubsicherung zu versehen.

## 3 Bestimmungen für Bemessung und Konstruktion

### 3.1 Allgemeines

Die Eigenlast des Stahlbetonholms muss bei der Lastermittlung berücksichtigt werden.

Die äußeren Vertikal- und Horizontallasten sowie ggf. die aus außermittigem Lastangriff resultierenden Momente sind für die Bemessung auf die Mittelachse und die Höhe der Oberkante des Spundwandprofils gemäß der Bilder 2 und 3 zu beziehen.

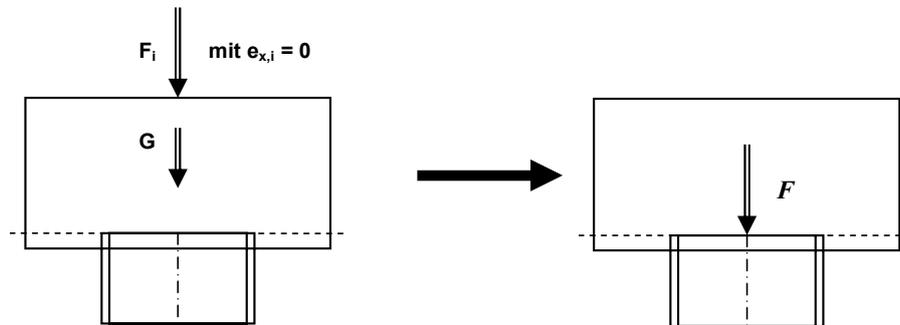
Unter Beachtung des Abschnitts 2.1 hinsichtlich der geeigneten Wahl der Konstruktionsart in Bezug auf die aufzunehmenden Einwirkungen sieht das Tragmodell des Stahlbetonholms den Lastabtrag der resultierenden Vertikalkraft  $F$  über die vertikale Schneidenlagerung vor. Die resultierende Horizontalkraft  $H$  wird über die Konsoleinspannung abgetragen. Die resultierenden Momente  $M$  können über die vertikale Schneidenlagerung und über die horizontale Konsoleinspannung abgetragen werden.

#### 3.1.1 Einwirkende "ohne Konsoleinspannung"

Resultierende vertikale Einwirkung im Schwerpunkt und auf der Oberkante des Spundwandprofils nach Bild 2:

$$F = \sum F_i + G$$

Der Lastabtrag von Horizontallasten oder Momenten ohne Konsoleinspannung ist nicht zulässig.



**Bild 2:** Prinzipielle Darstellung des Lastabtrags "ohne Konsoleinspannung"

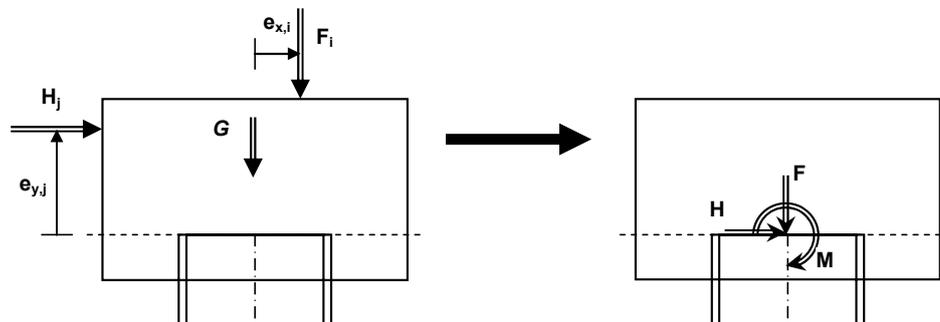
### 3.1.2 Einwirkende "mit Konsoleinspannung"

Resultierende Einwirkungen im Schwerpunkt und auf der Oberkante des Spundwandprofils nach Bild 3:

$$F = \sum F_i + G$$

$$H = \sum H_i$$

$$M = \sum F_i e_{x,i} + \sum H_j e_{y,j}, \quad \text{mit } e_{y,j} > 0$$



**Bild 3:** Prinzipielle Darstellung des Lastabtrags "mit Konsoleinspannung"

### 3.1.3 Bemessungswerte

Für die Bemessung (Nachweis der Tragfähigkeit und Bewehrungsermittlung) sowie für die Anwendung der Tabellen sind aus den charakteristischen Einwirkungen sowie den Teilsicherheitsfaktoren und Kombinationsbeiwerten nach DIN EN 1990 in Verbindung mit DIN EN 1990/NA gemäß der allgemeinen festgelegten Kombinatorik die Bemessungsgrößen der folgenden Einwirkungskombinationen zu bestimmen:

- Kombination für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen:

$$E_{d,sup} (F_{d,sup}, M_d, H_d)$$

$$E_{d,inf} (F_{d,inf}, M_d, H_d)$$

- Zusätzlich die häufige Kombination unter Berücksichtigung der nicht vorwiegend ruhenden Einwirkungen. Hierbei ist ein Lastabtrag infolge H nicht zulässig, dementsprechend setzt sich das (Versatz-) Moment M einzig aus dem Lastabtrag infolge F zusammen:

$$E_{d,frequ} (F_{d,frequ}, M_{d,frequ})$$

$$E_{d,frequ} = G_k + \psi_1 \cdot (Q_{k,1} + Q_{k,1,NR}) + \sum \psi_{2,i} \cdot (Q_{k,i} + Q_{k,i,NR})$$

$$E_{d,frequ,NR} = \psi_1 \cdot Q_{k,1,NR} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i,NR}$$

mit  $i \geq 2$

(Index  $_{NR}$  = nichtruhender Lastanteil der Einwirkung)

Im Falle von nicht vorwiegend ruhender Einwirkung müssen zum Nachweis der Bewehrung auf Ermüdung zusätzlich die Vergleichsbemessungswerte  $F_d^*$  und  $M_d^*$  bestimmt werden.

$$F_d^* = 6,21 \cdot F_{d,frequ,NR}$$

$$M_d^* = 6,21 \cdot M_{d,frequ,NR}$$

### 3.2 Nachweis der Tragfähigkeit

#### 3.2.1 Tragfähigkeitsnachweis für alle Einwirkungen

##### 3.2.1.1 Nachweis "ohne Konsoleinspannung"

Der Nachweis der Krafteinleitung in das Spundwandprofil ist erbracht wenn der Bemessungswert der Vertikallast  $F_d$  kleiner gleich der Bemessungskenngröße  $F_{Rd,m}$  ist:

$$F_d \leq F_{Rd,m}$$

Die Bemessungskenngröße  $F_{Rd,m}$  ist in Anlage 2 aufgeführt.

##### 3.2.1.2 Nachweis "mit Konsoleinspannung"

Bei Vertikal- und Horizontallasten mit ggf. zugehöriger Momentenbeanspruchung ist der Nachweis der Krafteinleitung in das Spundwandprofil für die Kombinationen der Bemessungswerte  $F_{d,inf}/M_d$  und  $F_{d,sup}/M_d$  wie folgt zu führen.

Nachweise:  $F_d \leq F_{Rd,m}$

und:  $M_d \leq M_{Rd}(F_d)$

Dabei ist  $M_{Rd}(F_d) = M_{Rd,K}(F_d) + M_{Rd,S}(F_d)$  für  $F_d = F_{d,inf}$  und  $F_{d,sup}$  zu ermitteln.

mit:  $M_{Rd,K}(F_d) = M_{Rd,K} \cdot \left(1 - \frac{F_d}{F_{Rd,m}}\right)$

und: für  $F_d \leq F_{Rd,m}/2$ :  $M_{Rd,S}(F_d) = 2M_{Rd,S} \cdot \frac{F_d}{F_{Rd,m}}$

für  $F_d > F_{Rd,m}/2$ :  $M_{Rd,S}(F_d) = 2M_{Rd,S} \cdot \left(1 - \frac{F_d}{F_{Rd,m}}\right)$

Bei Einwirkungen mit Horizontallasten ist zusätzlich der folgende Nachweis zu erbringen:

$$H_d \leq H_{Rd,K}$$

Die profilabhängigen Bemessungskenngrößen  $F_{Rd,m}$ ,  $H_{Rd,K}$ ,  $M_{Rd,S}$  und  $M_{Rd,K}$  sind in Anlage 1 bzw. Anlage 2 aufgeführt.

Der Nachweis der Momententragfähigkeit ist mit den in diesem Abschnitt aufgeführten Gleichungen zu führen, zur Information ist die Bemessungssituation in Anlage 4 grafisch dargestellt.

### 3.2.2 Nachweis gegen Ermüdung im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bei nicht vorwiegend ruhenden Einwirkungen sind zusätzlich zu den Nachweisen in Abschnitt 3.2.1 die Nachweise gegen Ermüdung zu führen.

Für den Ermüdungsnachweis sind die Bemessungswerte der häufigen Einwirkungskombination  $E_{d,frequ}$  zu verwenden.

#### 3.2.2.1 Nachweis gegen Ermüdung "ohne Konsoleinspannung"

Der Ermüdungsnachweis ist erbracht wenn der Bemessungswert der Vertikallast  $F_{d,frequ}$  kleiner gleich der Bemessungskenngröße  $F_{Rd,m,fat}$  ist:

$$F_{d,frequ} \leq F_{Rd,m,fat}$$

Zur Bestimmung von  $F_{Rd,m,fat}$  ist die Bemessungskenngröße  $F_{Rd,m}$  mit dem Korrekturfaktor  $r_{fat,FM}$  in Abhängigkeit des nicht ruhenden Lastanteils  $n_{NR,FM}$  der häufigen Kombination abzumindern.

$$F_{Rd,m,fat} = r_{fat,FM} \cdot F_{Rd,m} \quad r_{fat,FM} = \frac{k_c}{1,22 + n_{NR,FM}}$$

mit:

$$n_{NR,FM} = \frac{F_{d,frequ,NR}}{F_{d,frequ}} \quad (F_{d,frequ,NR} = \text{nichtruhender Lastanteil der häufigen Einwirkung})$$

$$k_c = 0,98$$

### 3.2.2.2 Nachweis gegen Ermüdung "mit Konsoleinspannung"

Der folgende Ermüdungsnachweis ist zu führen.

Nicht vorwiegend ruhende Horizontallasten sind dabei nicht zugelassen.

$$\text{Nachweise: } F_{d,frequ} \leq F_{Rd,m,fat}$$

$$\text{und: } M_{d,frequ}(F_{d,frequ}) \leq M_{Rd,fat}(F_{d,frequ})$$

$$\text{Dabei ist } M_{Rd,fat}(F_{d,frequ}) = M_{Rd,K,fat}(F_{d,frequ}) + M_{Rd,S,fat}(F_{d,frequ})$$

$$\text{mit: } M_{Rd,K,fat}(F_{d,frequ}) = M_{Rd,K,fat} \cdot \left( 1 - \frac{F_{d,frequ}}{F_{Rd,m,fat}} \right)$$

$$\text{und } M_{Rd,S,fat}(F_{d,frequ}) \text{ für } F_{d,frequ} \leq F_{Rd,m,fat}/2: \quad M_{Rd,S,fat}(F_{d,frequ}) = 2M_{Rd,S,fat} \cdot \frac{F_{d,frequ}}{F_{Rd,m,fat}}$$

$$\text{für } F_{d,frequ} > F_{Rd,m,fat}/2: \quad M_{Rd,S,fat}(F_{d,frequ}) = 2M_{Rd,S,fat} \cdot \left( 1 - \frac{F_{d,frequ}}{F_{Rd,m,fat}} \right)$$

Zur Bestimmung der Bemessungskenngrößen der Ermüdung  $F_{Rd,m,fat}$  und  $M_{Rd,S,fat}$  sind die Bemessungskenngrößen  $F_{Rd,m}$  und  $M_{Rd,S}$  mit dem Korrekturfaktor  $r_{fat,FM}$  in Abhängigkeit des nicht ruhenden Lastanteils  $n_{NR,FM}$  der häufigen Kombination abzumindern.

$$F_{Rd,m,fat} = r_{fat,FM} \cdot F_{Rd,m} \quad M_{Rd,S,fat} = r_{fat,FM} \cdot M_{Rd,S}$$

$$r_{fat,FM} = \frac{k_c}{1,22 + n_{NR,FM}} \quad n_{NR,FM} = \frac{\frac{F_{d,frequ,NR}}{A} + \frac{M_{d,frequ,NR}}{W}}{\frac{F_{d,frequ}}{A} + \frac{M_{d,frequ}}{W}}$$

A : Querschnittsfläche der Spundwand (siehe Anlage 2) in [cm<sup>2</sup>/m]

W : Widerstandsmoment der Spundwand (siehe Anlage 2) in [cm<sup>3</sup>/m]

Die Bemessungskenngröße der Ermüdung  $M_{Rd,K,fat}$  ist mit dem Korrekturfaktor  $r_{fat,MK}$  in Abhängigkeit des nicht ruhenden Lastanteils  $n_{NR,MK}$  durch Abmindern von  $M_{Rd,K}$  zu bestimmen.

$$M_{Rd,K,fat} = r_{fat,MK} \cdot M_{Rd,K} \quad r_{fat,MK} = \frac{k_c}{1,22 + n_{NR,MK}} \quad n_{NR,MK} = \frac{M_{d,frequ,NR}}{M_{d,frequ}}$$

$$k_c = 0,98$$

Der Nachweis gegen Ermüdung ist mit den in diesem Abschnitt aufgeführten Gleichungen zu führen, zur Information ist die Bemessungssituation in Anlage 4 grafisch dargestellt.

### 3.2.3 Stahlspundwandprofile

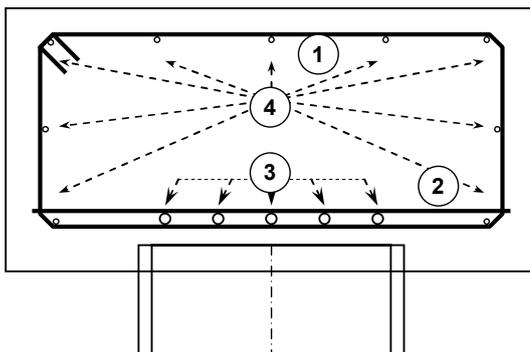
Der Nachweis der Tragfähigkeit der Spundwandprofile für die vorgenannten Beanspruchungen ist nach den geltenden technischen Baubestimmungen zu führen.

### 3.3 Bewehrung

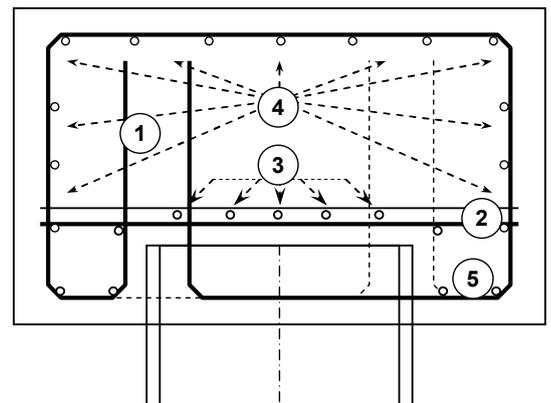
Für Berechnung, Bemessung und Konstruktion gilt DIN 1045-1 bzw. DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, wenn nachfolgend nichts anderes festgelegt ist. Die Bemessungsgrößen zur Bewehrungsermittlung werden in Abschnitt 3.3.2 ermittelt.

#### 3.3.1 Bewehrungsführung

"Ohne Konsoleinspannung"



"Mit Konsoleinspannung"



**Bild 4:** Prinzipielle Bewehrungsführung "mit und ohne Konsoleinspannung"

#### 3.3.2 Bemessungsgrößen für Bewehrungsermittlung

Für die Bewehrungsermittlung werden die einwirkenden Größen  $F_{d,sup}$ , ("ohne Konsoleinspannung") bzw.  $F_{d,inf}$ ,  $F_{d,sup}$ ,  $M_d$  und  $H_d$  ("mit Konsoleinspannung") nach Abschnitt 3.1.3 benötigt.

Bei kombinierter Momentenabtragung über die Schneide und über die Konsoleinspannung (nur bei "mit Konsoleinspannung" möglich) darf das einwirkende Moment  $M_d$  für die Bewehrungsermittlung in ein Momentenanteil  $M_{d,S}$  für die Schneide und ein Momentenanteil  $M_{d,K}$  für die Einspannung aufgeteilt werden.

Dabei gilt grundsätzlich:  $M_{d,K} + M_{d,S} = M_d$

Dabei ist für jede Einwirkungssituation die Momentenaufteilung so vorzunehmen, dass das Schneidentragmoment möglichst voll ausgenutzt wird. Der Momentenanteil der Konsoleinspannung ergibt sich aus dem verbleibenden Momentenanteil der Einwirkung.

Bei diesem Ansatz gilt:

für: $M_d \leq M_{Rd,S}(F_d)$	für: $M_d > M_{Rd,S}(F_d)$
$M_{d,S} = M_d$	$M_{d,S} = M_{Rd,S}(F_d)$
$M_{d,K} = 0$	$M_{d,K} = M_d - M_{d,S}$

Die Größen  $M_{Rd,S}(F_d)$  und  $M_{Rd,K}(F_d)$  sind nach Abschnitt 3.2.1.2 für  $F_{d,inf}$  und  $F_{d,sup}$  anzusetzen und dürfen auch bei anderen Momentenaufteilungen nicht überschritten werden.

Bei nicht vorwiegend ruhenden Einwirkungen sind die Bewehrungspositionen zusätzlich mit den Vergleichsbemessungswerten  $F_d^*$ ,  $M_d^*$  nach Abschnitt 3.1.3 zu überprüfen.

Auch hier kann die Aufteilung für  $M_d^*$  mit obigem Ansatz durchgeführt werden.

Es gilt analog:  $M_{d,K}^* + M_{d,S}^* = M_d^*$

und

für: $M_d^* \leq 6,21 \cdot M_{Rd,S,fat}(F_{d,frequ})$	für: $M_d^* > 6,21 \cdot M_{Rd,S,fat}(F_{d,frequ})$
$M_{d,S}^* = M_d^*$	$M_{d,S}^* = 6,21 \cdot M_{Rd,S,fat}(F_{d,frequ})$
$M_{d,K}^* = 0$	$M_{d,K}^* = M_d^* - M_{d,S}^*$

Hierbei sind die Größen  $M_{Rd,S,fat}(F_{d,frequ})$  und  $M_{Rd,K,fat}(F_{d,frequ})$  nach Abschnitt 3.2.2.2 anzusetzen und dürfen auch nicht überschritten werden.

### 3.3.3 Bewehrungsbemessung

#### 3.3.3.1 Allgemeines

Die in den nachfolgenden Formeln aufgeführten Bewehrungskoeffizienten  $k_{BM}$ ,  $k_{BH}$ ,  $k_{QF}$ ,  $k_{QM}$ ,  $k_{QH}$ ,  $k_{QK}$  und  $k_{LF}$  sind in Anlage 1 bzw. Anlage 2 aufgeführt.

Im Falle von nicht vorwiegend ruhender Einwirkung müssen zum Nachweis der Bewehrung auf Ermüdung alle Bewehrungspositionen zusätzlich mit den Vergleichsbemessungswerten  $F_d^*$ ,  $M_{d,K}^*$  und  $M_{d,S}^*$  bestimmt werden. Der größte Bewehrungsquerschnitt  $a_s$  je Position ist einzulegen.

#### 3.3.3.2 Bügelbewehrung Pos. (1)

##### 3.3.3.2.1 "Ohne Konsoleinspannung"

Eine konstruktive Mindestbewehrung von  $d_s = 10$  mm,  $a = 15$  cm ist vorzusehen.

Der Bewehrungsquerschnitt darf für die Spaltzugbewehrung in Querrichtung (Pos. (2)) gemäß Abschnitt 3.3.3.3 in Rechnung gestellt werden.

##### 3.3.3.2.2 "Mit Konsoleinspannung"

Die erforderliche Bügelbewehrung  $a_{Bü,K}$  der Konsole ergibt sich aus dem über die Konsole einzuleitenden Bemessungsmoment  $M_{d,K}$  und dem Bemessungswert der Horizontalkraft  $H_d$ :

$$a_{Bü,K} = k_{BM} \cdot M_{d,K} + k_{BH} \cdot H_d \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

bzw.  $a_{Bü,K} = k_{BM} \cdot M_{d,K}^* \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

Die Mindestbewehrung beträgt  $d_s = 10$  mm,  $a = 15$  cm.

### 3.3.3.3 Spaltzugbewehrung - Quer - Pos. (2)

Zur Aufnahme der Spaltzug- und Stirnzugkräfte ist eine Spaltzugbewehrung in Form einer Bügel- und/oder Zusatzquerbewehrung anzuordnen. Die Zusatzbewehrung wird zweckmäßig in Schlaufenform ausgeführt (s. auch Anlage 3).

Die Bemessung der Spaltzugbewehrung erfolgt mit der Bemessungslast, und im Fall von Momentenbeanspruchung zusätzlich mit dem über die Schneide abzutragenden Momentenanteil.

$$a_{SpQ} = k_{QF} \cdot F_d + k_{QM} \cdot M_{d,S} \quad [cm^2/m]$$

$$\text{bzw. } a_{SpQ} = k_{QF} \cdot F_d^* + k_{QM} \cdot M_{d,S}^* \quad [cm^2/m]$$

#### 3.3.3.3.1 "Ohne Konsoleinspannung"

Der Querschnitt der Bügelbewehrung Pos. (1) darf angerechnet werden, d. h. Pos. (2) kann vermindert werden bzw. ganz entfallen.

#### 3.3.3.3.2 "Mit Konsoleinspannung"

Die Querbewehrung Pos. (2) ist um den Betrag zu erhöhen:

$$\Delta a_{SpQ} = k_{QK} \cdot M_{d,K} + k_{QH} \cdot H_d \quad [cm^2/m]$$

$$\text{bzw. } \Delta a_{SpQ} = k_{QK} \cdot M_{d,K}^* \quad [cm^2/m]$$

Die Mindestbewehrung beträgt  $d_s = 10$  mm,  $a = 15$  cm.

### 3.3.3.4 Spaltzugbewehrung - Längs - Pos. (3)

Zur Aufnahme der Spaltzugkräfte ist zudem ein Bewehrungsquerschnitt  $A_{SpL}$  in Längsrichtung vorzusehen. Die Bewehrungsstäbe sind über die Spundwand verteilt einzulegen.

$$A_{SpL} = k_{LF} \cdot F_d \quad [cm^2]$$

$$\text{bzw. } A_{SpL} = k_{LF} \cdot F_d^* \quad [cm^2]$$

Die Mindestbewehrung beträgt  $d_s = 10$  mm,  $a = 15$  cm, jedoch mindestens  $3 \times d_s = 10$  mm.

### 3.3.3.5 Randlängsbewehrung - Pos. (4)

Eine konstruktive Mindestbewehrung von  $d_s = 10$  mm,  $a = 15$  cm ist immer vorzusehen, jedoch mindestens  $3 \times d_s = 10$  mm auf jeder Seite des Stahlbetonholms und mindestens  $5 \times d_s = 10$  mm an der Oberseite des Stahlbetonholms.

### 3.3.3.6 Konsolenlängsbewehrung - Pos. (5)

Eine konstruktive Mindestbewehrung von  $2 \times d_s = 10$  mm pro Seite ist vorzusehen.

## 3.3.4 Krafteinleitung

Es ist sicherzustellen, dass konzentrierte Kräfte an der Oberseite des Stahlbetonholms sicher eingeleitet werden können. Es ist dazu eine ausreichende Lastquerverteilung vorzusehen und hierfür geeignete Spaltzugbewehrung einzulegen, die im Falle der Einleitung von Horizontalkräften eine Verstärkung der Bügel zur Aufnahme der Randzugkräfte erfordert. Dabei darf die vorhandene Bügelbewehrung Pos. (1) angerechnet werden.

### 3.4 Konstruktion

Die Art der Bewehrungsführung ist beispielhaft in Anlage 3 sowohl in der Ausführungsvariante "mit als auch ohne Konsoleinspannung" dargestellt. Die Biegeformen gemäß den Beispielzeichnungen in Anlage 3 sind mit Ausnahme der Anpassung an die Geometrie des Stahlbetonholms und an das Spundwandprofil für alle Stahlbetonholme einheitlich. Unterschiedliche Bewehrungsmengen (Stabanzahl/ Stabdurchmesser) ergeben sich durch die tatsächlich vorhandenen Einwirkungen. Der Durchmesser der Spaltzug- und Bügelbewehrung ( $d_s$ ) darf 10 mm nicht unterschreiten. Der Achsabstand der Bewehrungsstäbe ( $a$ ) darf 15 cm nicht überschreiten.

Als größter Stabdurchmesser ist  $d_s = 16$  mm zugelassen. Die Spaltzugbewehrung ist bei einem erforderlichen Bewehrungsquerschnitt  $> 10$  cm<sup>2</sup>/m mindestens zweilagig anzuordnen. Eine Vermischung verschieden großer Stabdurchmesser für die Spaltzug- und Bügelbewehrung innerhalb einer Position ist nicht zulässig.

Für die konstruktive Durchbildung des Stahlbetonholms gilt DIN 1045-1 bzw. DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

## 4 Bestimmungen für die Ausführung und Übereinstimmungsnachweis

### 4.1 Ausführung

Der Einbau darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden.

Der Stahlbetonholm ist ausschließlich in Ortbetonbauweise zu erstellen.

Die Oberfläche des Stahlbetonholms in Querrichtung ist waagrecht herzustellen, eine planmäßige Neigung der Oberkante des Stahlbetonholms ist nur in Längsrichtung bei der Ausführungsvariante „mit Konsoleinspannung“ zulässig (siehe Abschnitt 2.1).

Die Spundwandbohle ist immer, auch bei einer planmäßigen Neigung des Stahlbetonholms, vertikal einzubauen.

Abweichungen von der Nenn-Lage gegenüber der Ist-Lage sind nur bis zu  $\pm 2$  cm zulässig.

Die Ausführung des Stahlbetonholms erfolgt nach DIN 1045-3:2008-08 bzw. DIN EN 13670 und DIN 1045-3:2012-03.

### 4.2 Übereinstimmungsnachweis

Die Übereinstimmung der Bauausführung mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist durch das ausführende Bauunternehmen mit einer Übereinstimmungserklärung zu bestätigen. Diese Bestätigung ist den Bauunterlagen beizufügen.

Folgende Normen werden in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung in Bezug genommen:

- DIN EN 206-1:2001-07      Beton; Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Deutsche Fassung EN 206-1:2000  
**In Verbindung mit:**
- DIN EN 206-1/A1:2004-10      Beton; Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Deutsche Fassung EN 206-1-2000/A1:2004  
**In Verbindung mit:**
- DIN EN 206-1/A2:2005-09      Beton; Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Deutsche Fassung EN 206-1-2000/A2:2005
- DIN 488-1:2009-08      Betonstahl; Teil 1: Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
- DIN 1045-1:2008-08      Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- DIN 1045-2:2008-08      Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1

**Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung**

**Nr. Z-15.6-235**

**Seite 15 von 15 | 27. August 2014**

- DIN 1045-3:2012-03 Bauausführung - Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
- DIN EN 1990:2010-12 Eurocode - Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1990/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1992-1-1:2011-01 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004+AC:2010 und
- DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- prDIN EN 10248-1:2006-05 Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen Teil 1: Technische Lieferbedingungen (Norm-Entwurf)
- DIN EN 13670:2011-03 Ausführung von Tragwerken aus Beton

Andreas Kummerow  
Referatsleiter

Beglaubigt

Bemessungs- kenngröße	Die Tabellenwerte gelten für: Beton C30/37, $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ , Einbindetiefe: $L_E = 18 \text{ cm}$ Konsolbreite: $h_k = 22 \text{ cm}$			Umrechnungsfaktor für:	
				niedrigere Betonfestigkeits- klasse	abweichende Einbindetiefe (dabei ist $L_E > 18 \text{ cm}$ )
$F_{Rd,m}$	(Tabelle) s. Anlage 2	$\text{kN/m}$		$\left(\frac{f_{ck}}{30}\right)$	-
$M_{Rd,S}$	(Tabelle) s. Anlage 2	$\text{kNm/m}$		$\left(\frac{f_{ck}}{30}\right)$	-
$M_{Rd,K}$	(Tabelle) s. Anlage 2	$\text{kNm/m}$		$\left(\frac{f_{ck}}{30}\right)^{2/3}$	$\left(\frac{L_E - 3}{15}\right)$
$H_{Rd,K}$	konst.	$222 \text{ kN/m}$		$\left(\frac{f_{ck}}{30}\right)^{2/3}$	-
$k_{LF}$	(Tabelle) s. Anlage 2	$\frac{\text{cm}^2}{\text{MN/m}}$	$\cdot F_d$	-	-
$k_{QF}$	(Tabelle) s. Anlage 2	$\frac{\text{cm}^2/\text{m}}{\text{MN/m}}$	$\cdot F_d$	-	-
$k_{QH}$	konst.	$0,023 \frac{\text{cm}^2/\text{m}}{\text{kN/m}}$	$\cdot H_d$	-	-
$k_{QM}$	(Tabelle) s. Anlage 2	$\frac{\text{cm}^2/\text{m}}{\text{kNm/m}}$	$\cdot M_{d,S}$	-	-
$k_{QK}$	konst.	$0,230 \frac{\text{cm}^2/\text{m}}{\text{kNm/m}}$	$\cdot M_{d,K}$	-	$\left(\frac{15}{L_E - 3}\right)$
$k_{BH}$	konst.	$0,013 \frac{\text{cm}^2/\text{m}}{\text{kN/m}}$	$\cdot H_d$	-	-
$k_{BM}$	konst.	$0,275 \frac{\text{cm}^2/\text{m}}{\text{kNm/m}}$	$\cdot M_{d,K}$	-	$\left(1,1 - \frac{L_E}{180}\right)$
zugehörige Lastgröße			↑		

Stahlbetonholm mit Schneidenlagerung zur Einleitung von Vertikal- und Horizontalkräften  
in Stahlspundwandbohlen der Firma ArcelorMittal

Profilwerte und Bemessungskenngrößen

Anlage 1

Profil	Skizze	$B$	$h$	$t_F$	$t_W$	$A$	$W$	$F_{Rd,m}$	$M_{Rd,S}$	$M_{Rd,K}$	$k_{LF}$	$k_{QF}$	$k_{QM}$
		mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	kN/m	kNm/m	kNm/m	$\frac{\text{cm}^2}{\text{MN}/\text{m}}$	$\frac{\text{cm}^2/\text{m}}{\text{MN}/\text{m}}$	$\frac{\text{cm}^2/\text{m}}{\text{kNm}/\text{m}}$
<b>AZ 12-770</b>		770	343,5	8,5	8,5	120,1	1245	1429	74,1	27,5	4,68	11,30	0,109
<b>AZ 13-770</b>		770	344	9,0	9,0	125,8	1300	1497	77,4				
AZ 14-770		770	344,5	9,5	9,5	131,5	1355	1565	80,6				
AZ 14-770 10/10		770	345	10,0	10,0	137,2	1405	1633	83,6				
AZ 12-700		700	314	8,5	8,5	123,2	1205	1466	71,7	26,0	4,29	10,90	0,111
AZ 13-700-0.5		700	315	9,0	9,0	129,0	1255	1535	74,7				
<b>AZ 13-700</b>		700	315	9,5	9,5	134,7	1305	1603	77,6				
AZ 13-700-10/10		700	316	10,0	10,0	140,4	1355	1671	80,6				
AZ 14-700		700	316	10,5	10,5	146,1	1405	1739	83,6				
AZ 13-700-12/12		700	318	12,0	12,0	163,5	1555	1946	92,5				
AZ 17		630	379	8,5	8,5	138,3	1665	1646	99,1	27,3	4,41	9,76	0,081
AZ 18-0,5		630	379,5	9,0	9,0	144,4	1730	1718	102,9				
<b>AZ 18</b>		630	380	9,5	9,5	150,4	1800	1790	107,1				
AZ 18-10/10		630	380,5	10,0	10,0	157,2	1870	1871	111,3				
AZ 19		630	381	10,5	10,5	163,8	1940	1949	115,4				
AZ 17-700		700	419,5	8,5	8,5	133,0	1730	1583	102,9	29,4	5,00	10,17	0,078
<b>AZ 18-700</b>		700	420	9,0	9,0	139,2	1800	1656	107,1				
AZ 19-700		700	420,5	9,5	9,5	145,6	1870	1733	111,3				
AZ 20-700		700	421	10,0	10,0	152,0	1945	1809	115,7				

Stahlbetonholm mit Schneidentlagerung zur Einleitung von Vertikal- und Horizontalkräften in  
Stahlspondwandbohlen der Firma ArceforMittel

Profilwerte und Bemessungskenngrößen

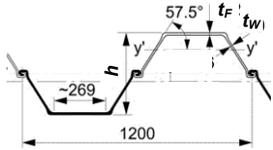
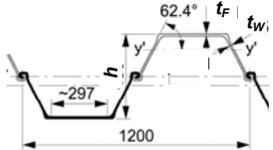
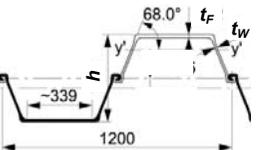
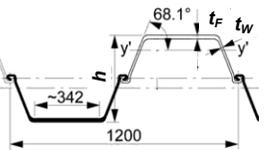
Anlage 2  
Seite 1 von 4



Profil	Skizze	<i>B</i>	<i>h</i>	<i>t<sub>F</sub></i>	<i>t<sub>W</sub></i>	<i>A</i>	<i>W</i>	<i>F<sub>Rd,m</sub></i>	<i>M<sub>Rd,S</sub></i>	<i>M<sub>Rd,K</sub></i>	<i>k<sub>LF</sub></i>	<i>k<sub>QF</sub></i>	<i>k<sub>QM</sub></i>
		mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup> / m	cm <sup>3</sup> / m	kN / m	kNm / m	kNm / m	$\frac{\text{cm}^2}{\text{MN} / \text{m}}$	$\frac{\text{cm}^2 / \text{m}}{\text{MN} / \text{m}}$	$\frac{\text{cm}^2 / \text{m}}{\text{kNm} / \text{m}}$
AU 14		750	408	10,0	8,3	132,3	1405	1574	83,6	29,3	6,26	8,61	0,074
AU 16-1.0		750	409	10,5	8,7	137,1	1470	1631	87,5				
AU 16-0.5		750	410	11,0	9,0	141,8	1535	1687	91,3				
<b>AU 16</b>		750	411	11,5	9,3	146,5	1600	1743	95,2				
AU 18		750	441	10,5	9,1	150,3	1780	1789	105,9	29,9	6,67	8,24	0,062
AU 20-1.0		750	442	11,0	9,4	155,0	1850	1845	110,1				
AU 20-0.5		750	443	11,5	9,7	159,7	1925	1900	114,5				
<b>AU 20</b>		750	444	12,0	10,0	164,6	2000	1959	119,0				
AU 23		750	447	13,0	9,5	173,4	2270	2063	135,1	29,5	6,25	8,01	0,060
AU 25-1.0		750	448	13,5	9,8	178,2	2345	2121	139,5				
AU 25-0.5		750	449	14,0	10,0	182,9	2420	2177	144,0				
<b>AU 25</b>		750	450	14,5	10,2	187,5	2500	2231	148,8				
PU 11		600	360	8,8	8,4	131,2	1095	1561	65,2	27,9	5,54	8,63	0,086
PU 12-0.5		600	360	9,3	8,7	135,8	1150	1616	68,4				
<b>PU 12</b>		600	360	9,8	9,0	140,0	1200	1666	71,4				
PU 12+0.5		600	360	10,3	9,3	144,8	1250	1723	74,4				
PU 12 10/10		600	360	10,0	10,0	147,8	1255	1759	74,7				
PU 13		600	360	10,8	9,6	149,3	1300	1777	77,4				
GU 6N		600	309	6,0	6,0	89,0	625	1059	37,2	26,6	5,05	9,72	0,101
<b>GU 7N</b>		600	310	6,5	6,4	93,7	675	1115	40,2				
GU 7S		600	311	7,2	6,9	100,3	740	1194	44,0				
GU 8N		600	312	7,5	7,1	103,1	770	1227	45,8				
GU 8S		600	313	8,0	7,5	107,8	820	1283	48,6				
GU 13N			600	418	9,0	7,4	127,2	1270	1514				
GU 14N-0,5	600		419	9,5	7,7	131,9	1335	1570	79,4				
<b>GU 14N</b>	600		420	10,0	8,0	136,5	1400	1624	83,3				
GU 14N+0,5	600		421	10,5	8,3	141,2	1465	1680	87,2				
GU 15N	600		422	11,0	8,6	145,9	1530	1736	91,0				
<b>GU 16-400</b>		400	290	12,7	9,4	197,3	1560	2348	92,8	22,2	3,52	7,03	0,087
GU 18-400		400	292	15,0	9,7	220,8	1785	2628	106,2				

Stahlbetonholm mit Schneidentlagerung zur Einleitung von Vertikal- und Horizontalkräften in  
Stahlpundwandbohlen der Firma ArceclorMittel

Anlage 2  
Seite 3 von 4

Profil	Skizze	$B$ mm	$h$ mm	$t_F$ mm	$t_W$ mm	$A$ cm <sup>2</sup> / m	$W$ cm <sup>3</sup> / m	$F_{Rd,m}$ kN / m	$M_{Rd,S}$ kNm / m	$M_{Rd,K}$ kNm / m	$k_{LF}$ $\frac{cm^2}{MN / m}$	$k_{QF}$ $\frac{cm^2 / m}{MN / m}$	$k_{QM}$ $\frac{cm^2 / m}{kNm / m}$
PU 18-1.0 GU 16N		600	430	10,2	8,4	154,2	1670	1835	99,4	29,9	5,90	7,51	0,066
PU 18-0.5 GU 17N		600	430	10,7	8,7	158,7	1735	1889	103,2				
<b>PU 18</b> <b>GU 18N</b>		600	430	11,2	9,0	163,3	1800	1943	107,1				
PU 18+0.5 GU 19N		600	430	11,7	9,2	167,7	1860	1996	110,7				
PU 18+1.0 GU 20N		600	430	12,2	9,5	172,3	1920	2050	114,2				
PU 22-1.0 GU 21N		600	450	11,1	9,0	173,9	2060	2069	122,6	30,1	5,98	7,07	0,058
PU 22-0.5 GU 22N-0,5		600	450	11,6	9,3	178,3	2130	2122	126,7				
<b>PU 22</b> <b>GU 22N</b>		600	450	12,1	9,5	182,9	2200	2177	130,9				
PU 22+0.5 GU 22N+0,5		600	450	12,6	9,7	187,5	2265	2231	134,8				
PU 22+1.0 GU 23N		600	450	13,1	10,0	192,0	2335	2285	138,9				
PU 28-1.0 GU 27N		600	452	14,2	9,7	206,8	2680	2461	159,5	29,4	5,53	7,43	0,056
PU 28-0.5 GU 28N-0,5		600	453	14,7	9,9	211,5	2760	2517	164,2				
<b>PU 28</b> <b>GU 28N</b>		600	454	15,2	10,1	216,1	2840	2572	169,0				
PU 28+0.5 GU 28N+0,5		600	455	15,7	10,3	220,9	2920	2629	173,7				
PU 28+1.0 GU 30N		600	456	16,2	10,5	225,6	3000	2685	178,5				
PU 31 GU 31N		600	452	18,5	10,6	233,1	3060	2774	182,1	29,4	4,91	8,45	0,064
PU 32-0.5 GU 32N-0,5		600	452	19,0	10,8	237,8	3130	2830	186,2				
<b>PU 32</b> <b>GU 32N</b>		600	452	19,5	11,0	242,0	3200	2880	190,4				
PU 32+0.5 GU 32N+0,5		600	452	20,0	11,2	246,9	3270	2938	194,6				
PU 33 GU 33N		600	452	20,5	11,4	251,2	3335	2989	198,4				

Stahlbetonholm mit Schneidentlagerung zur Einleitung von Vertikal- und Horizontalkräften in  
Stahlspondwandbohlen der Firma ArceclorMittel

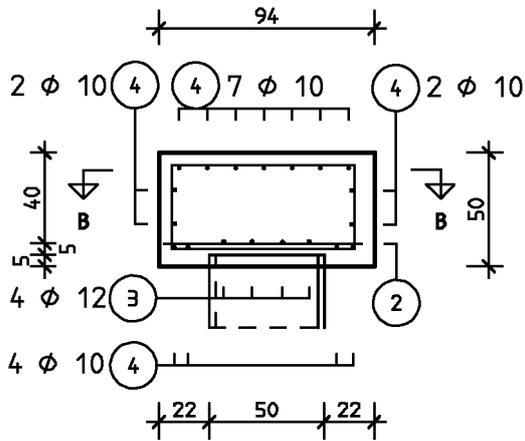
Anlage 2  
Seite 4 von 4

Profilwerte und Bemessungskenngrößen

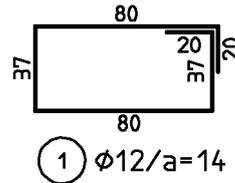
Bewehrungsführung ohne Konsoleinspannung am Beispiel AZ38-700N

Querschnitt A-A

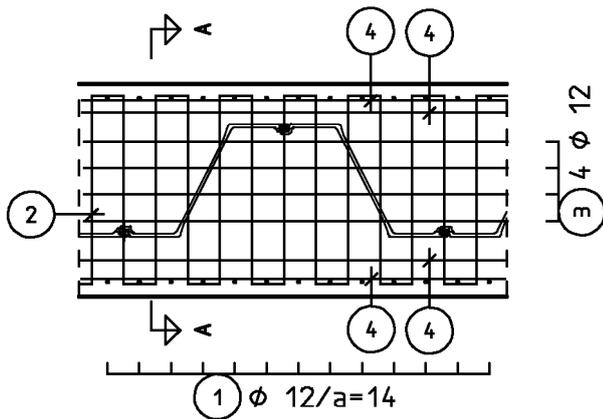
Lage Spaltzugbewehrung



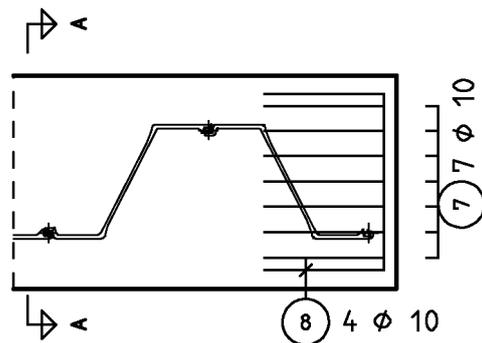
Bügelbewehrung



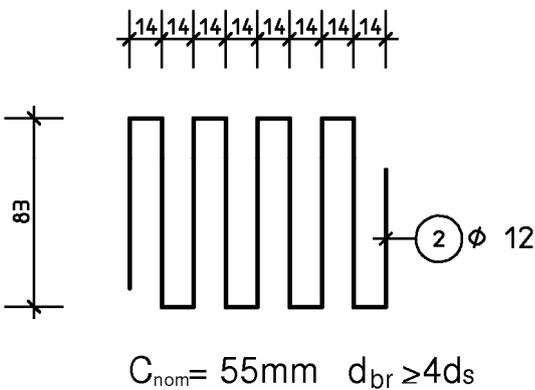
Horizontalschnitt B-B, Regelschnitt



B-B Darstellung nur Endverbügelung



Spaltzugbewehrung quer

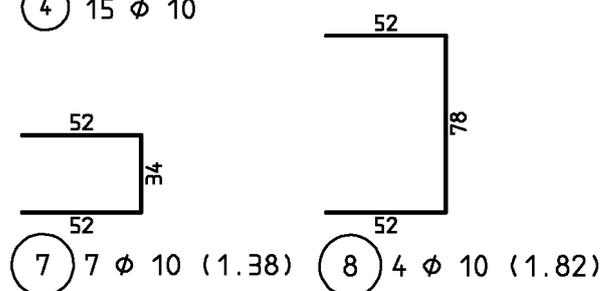


Spaltzugbewehrung längs

(3) 4  $\phi$  12

Randlängsbewehrung

(4) 15  $\phi$  10



Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-15.6-235

Stahlbetonholm mit Schneidenlagerung zur Einleitung von Vertikal- und Horizontalkräften in Stahlspundwandbohlen der Firma ArcelorMittal

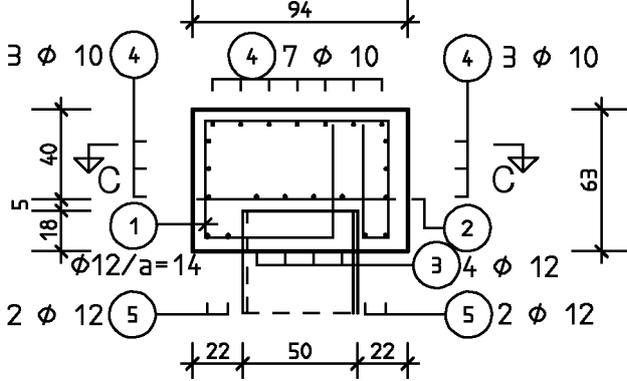
**Beispiel** - Bewehrungsführung in der Ausführungsvariante "ohne Konsoleinspannung"

Anlage 3  
 Seite 1 von 2

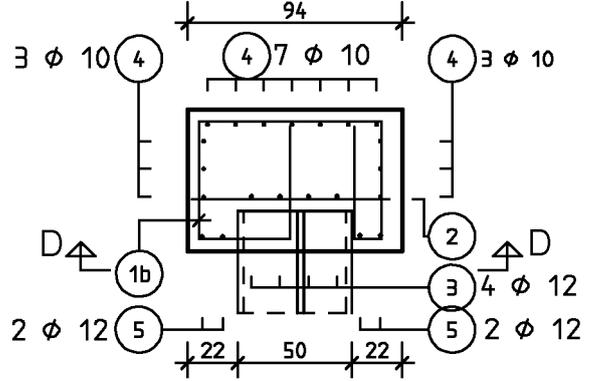
Bewehrungsführung mit Konsoleinspannung am Beispiel AZ38-700N

Lage Spaltzugbewehrung

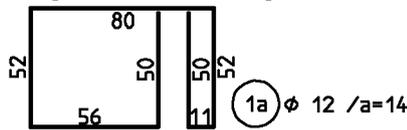
Querschnitt A-A und A'-A'



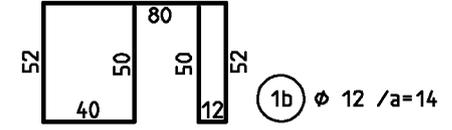
Querschnitt B-B



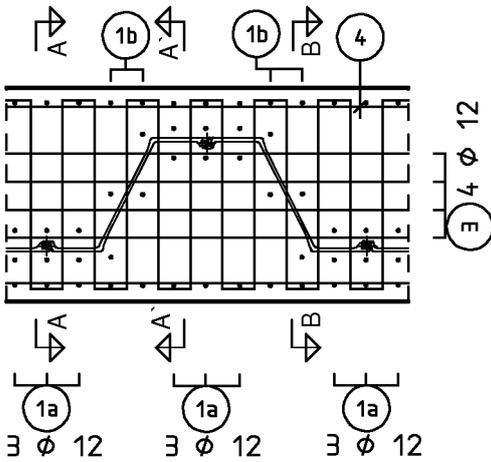
Bügelbewehrung



Bügelbewehrung



Horizontalschnitt C-C



Spaltzugbewehrung längs

3 4 φ 12

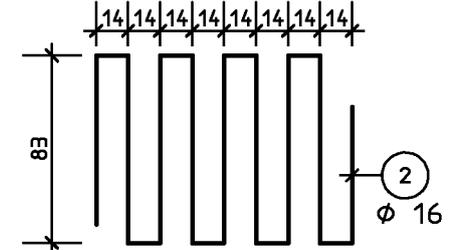
Randlängsbewehrung

4 13 φ 10

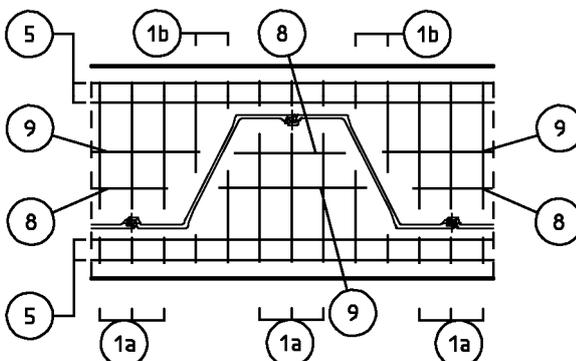
Konsollängsbewehrung

5 4 φ 12

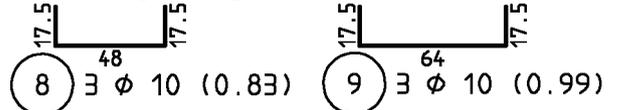
Spaltzugbewehrung quer



Horizontalschnitt D-D, Untersicht



Verbügelung von Unterseite



Endverbügelung für Randbereich wie Bewehrung ohne Konsoleinspannung

6 7

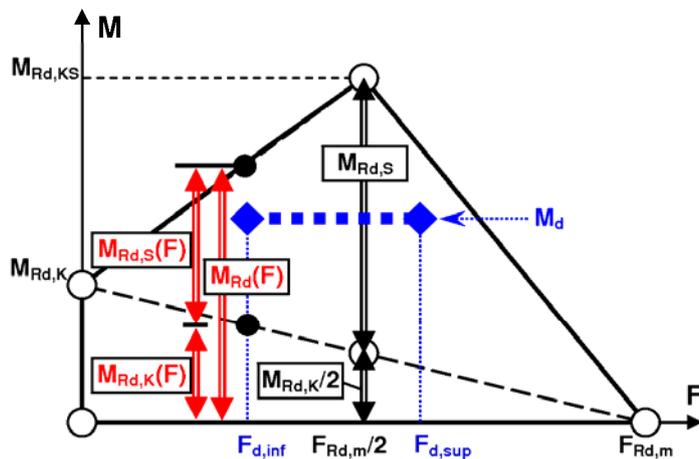
$C_{nom} = 55mm$   $d_{br} \geq 4d_s$

Stahlbetonholm mit Schneidenlagerung zur Einleitung von Vertikal- und Horizontalkräften in Stahlspundwandbohlen der Firma ArcelorMittal

**Beispiel** - Bewehrungsführung in der Ausführungsvariante "mit Konsoleinspannung"

Anlage 3  
 Seite 2 von 2

**Darstellung der Bemessungssituation des Tragfähigkeitsnachweis  
 in der Konstruktionsart "mit Konsoleinspannung"**



Allgemein gilt:

$$M_{Rd}(F_d) = M_{Rd,K}(F_d) + M_{Rd,S}(F_d)$$

An der Stelle  $F_d = F_{Rd,m}/2$  gilt:

$$M_{Rd,KS} = M_{Rd,K} / 2 + M_{Rd,S}$$

für  $F_d \leq F_{Rd,m}/2$ :

$$M_{Rd,K}(F_d) = M_{Rd,K} \cdot \left(1 - \frac{F_d}{F_{Rd,m}}\right)$$

$$M_{Rd,S}(F_d) = 2M_{Rd,S} \cdot \frac{F_d}{F_{Rd,m}}$$

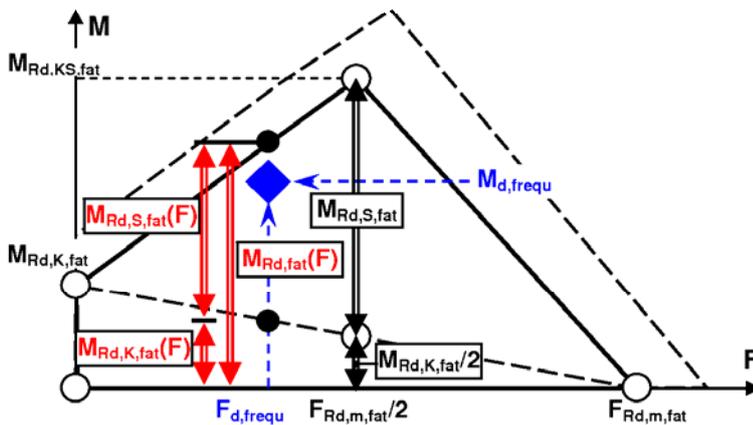
für  $F_d > F_{Rd,m}/2$ :

$$M_{Rd,K}(F_d) = M_{Rd,K} \cdot \left(1 - \frac{F_d}{F_{Rd,m}}\right)$$

$$M_{Rd,S}(F_d) = 2M_{Rd,S} \cdot \left(1 - \frac{F_d}{F_{Rd,m}}\right)$$

**Darüber hinaus gilt:  $H_d \leq H_{Rd}$**

**Darstellung der Bemessungssituation des Nachweis gegen Ermüdung im Grenzzustand der Tragfähigkeit in der Konstruktionsart "mit Konsoleinspannung"**



Allgemein gilt:

$$M_{Rd,fat}(F_{frequ}) = M_{Rd,K,fat}(F_{frequ}) + M_{Rd,S,fat}(F_{frequ})$$

An der Stelle  $F_d = F_{Rd,m}/2$  gilt:

$$M_{Rd,K,fat} = M_{Rd,K,fat} / 2 + M_{Rd,S,fat}$$

für  $F_d \leq F_{Rd,m,fat}/2$ :

$$M_{Rd,K,fat}(F_{frequ}) = M_{Rd,K,fat} \cdot \left(1 - \frac{F_{d,frequ}}{F_{Rd,m,fat}}\right)$$

$$M_{Rd,S,fat}(F_{frequ}) = 2M_{Rd,S,fat} \cdot \frac{F_{d,frequ}}{F_{Rd,m,fat}}$$

für  $F_d > F_{Rd,m,fat}/2$ :

$$M_{Rd,K,fat}(F_{frequ}) = M_{Rd,K,fat} \cdot \left(1 - \frac{F_{d,frequ}}{F_{Rd,m,fat}}\right)$$

$$M_{Rd,S,fat}(F_{frequ}) = 2M_{Rd,S,fat} \cdot \left(1 - \frac{F_{d,frequ}}{F_{Rd,m,fat}}\right)$$

**HINWEIS: Nicht vorwiegend ruhende Horizontallasten sind nicht zugelassen.**