

## 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:

30.09.2014

Geschäftszeichen:

I 31.1-1.26.3-9/12

### Zulassungsnummer:

**Z-26.3-60**

### Antragsteller:

**spannverbund GmbH**

Auf der Lind 13

65529 Waldems-Esch

### Geltungsdauer

vom: **30. September 2014**

bis: **30. September 2019**

### Zulassungsgegenstand:

**Verbundstütze mit Kernprofil System Geilinger-Stütze**

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

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.

## 1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

Bei der zugelassenen Bauart handelt es sich um runde oder rechteckige Verbundstützen, die aus einem ausbetonierten Stahlhohlprofil mit einem zentrisch angeordneten Massivstahl-Kernprofil nach Anlage 1 hergestellt werden. Für das Kernprofil werden runde oder quadratische Vollquerschnitte mit einem Durchmesser  $d_k$  bzw. einer Kantenlänge  $a_k$  von 40 mm bis 600 mm verwendet. Die Bandbreite der Außenabmessungen der gefertigten Stützenquerschnitte erstreckt sich bei den Rundrohren von 150 mm bis maximal 813 mm Durchmesser sowie bei den quadratischen Hohlprofilen von 150 mm bis maximal 800 mm Kantenlänge.

## 2 Bestimmungen für die Stahlbauteile

### 2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

#### 2.1.1 Allgemeines

Das Hohlprofil und das Kernprofil sind zusammen mit den Quetschplatten als ein vorgefertigtes Bauteil (Stahlbauteil) auf die Baustelle zu liefern.

#### 2.1.2 Hohlprofile

Die runden Hohlprofile müssen DIN EN 10210-2<sup>1</sup> bzw. DIN EN 10219-2<sup>2</sup> entsprechen.

Die quadratischen Hohlprofile müssen DIN EN 10210-2<sup>1</sup> bzw. DIN EN 10219-2<sup>2</sup> entsprechen. Für quadratische Hohlprofile mit einer Kantenlänge  $d_a > 400$  mm gelten die Anforderungen und Toleranzen für Profile mit einer Kantenlänge  $d_a = 400$  mm nach DIN EN 10210-2<sup>1</sup> bzw. DIN EN 10219-2<sup>2</sup>.

Für die Hohlprofile ist unlegierter Baustahl der Sorte S235 oder S355 nach DIN EN 10210-1<sup>3</sup> bzw. DIN EN 10219-1<sup>4</sup> zu verwenden. Ferner darf für die Hohlprofile Stahl der Güte P235 (Werkstoff-Nr. 1.0254) nach DIN EN 10217-1<sup>5</sup> bzw. DIN EN 10216-1<sup>6</sup> oder E355 (Werkstoff-Nr. 1.0580) nach DIN EN 10297-1<sup>7</sup> bzw. DIN EN 10296-1<sup>8</sup> verwendet werden, wenn für Wanddicken  $t_R > 8$  mm nachgewiesen wird, dass hinsichtlich der Kerbschlagarbeit die Bedingungen für S235JR (bei P235) bzw. für S355JR (bei E355) eingehalten werden.

Für jedes Hohlprofil muss ein Werkzeugnis 2.2 nach DIN EN 10204<sup>9</sup> vorliegen.

1	DIN EN 10210-2:2006-07	Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen - Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte
2	DIN EN 10219-2:2006-07	Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen - Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte
3	DIN EN 10210-1:2006-07	Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen - Teil 1: Technische Lieferbedingungen
4	DIN EN 10219-1:2006-07	Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen - Teil 1: Technische Lieferbedingungen
5	DIN EN 10217-1:2005-04	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur
6	DIN EN 10216-1:2014-03	Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur
7	DIN EN 10297-1:2003-06	Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 1: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen
8	DIN EN 10296-1:2004-02	Geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 1: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen
9	DIN EN 10204:2005-01	Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen

### 2.1.3 Kernprofile

Die runden Kernprofile müssen DIN EN 10060<sup>10</sup> entsprechen. Für Kernprofile mit einem Durchmesser  $d_k > 200$  mm gelten die Anforderungen und Toleranzen für Profile mit einem Durchmesser  $d_k = 200$  mm nach DIN EN 10060<sup>10</sup>.

Die quadratischen Kernprofile müssen DIN EN 10059<sup>11</sup> entsprechen. Für Kernprofile mit einer Kantenlänge  $a_k > 120$  mm gelten die Anforderungen und Toleranzen für Profile mit einer Kantenlänge  $a_k = 120$  mm nach DIN EN 10059<sup>11</sup>. Die zulässige Verdrillung ist auf 3°/m bzw. 15° beschränkt.

Für die Kernprofile ist Stahl der Sorten S235 oder S355 nach DIN EN 10025-2<sup>12</sup> oder S355N, S355NL, S420N, S420NL, S460N, S460NL nach DIN EN 10025-3<sup>13</sup> oder S355M, S355ML, S420M, S420ML, S460M, S460ML nach DIN EN 10025-4<sup>14</sup> zu verwenden.

Für jedes Kernprofil muss ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204<sup>9</sup> vorliegen.

Mit Ausnahme der Streckgrenze gelten auch für Kernprofile mit Nenndicken größer als 250 mm die technischen Anforderungen und Lieferbedingungen nach DIN EN 10025-2<sup>12</sup> bzw. DIN EN 10025-3<sup>13</sup>.

Für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle S355M, S355ML, S420M, S420ML, S460M, S460ML gelten mit Ausnahme der Streckgrenze für Kernprofile mit Nenndicken größer 120 mm analog die technischen Anforderungen und Lieferbedingungen nach DIN EN 10025-4.

### 2.1.4 Quetschplatten

Für die Quetschplatten ist Stahl der Sorte S235 oder S355 nach DIN EN 10025-2<sup>12</sup> zu verwenden. Die Dicke der Quetschplatten muss mindestens 10 mm betragen.

## 2.2 Herstellung und Kennzeichnung

### 2.2.1 Herstellung

Werden die Distanzbleche zur Schubübertragung mit angesetzt, so gilt für die Ausführung der Schweißnähte DIN EN 1090-2<sup>15</sup>. Das Herstellwerk muss für die Ausführung der Schweißnähte über die Herstellerqualifikation mindestens der Ausführungsklasse EXC2 nach DIN EN 1090-2<sup>15</sup> verfügen.

### 2.2.2 Kennzeichnung

Der Lieferschein der Stützen 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.

Sinngemäß sind auch die Stützen in geeigneter Weise zu kennzeichnen und mit folgenden zusätzlichen Informationen zu versehen:

- Durchmesser bzw. Kantenlänge des Hohl- und des Kernprofils,
- Wanddicke des Hohlprofils,
- Materialgüte des Hohl- und des Kernprofils,
- Mindeststreckgrenze des Kernprofils gemäß Prüfbescheinigung.

10	DIN EN 10060:2004-02	Warmgewalzte Rundstäbe aus Stahl - Maße, Formtoleranzen und Grenzabmaße
11	DIN EN 10059:2004-02	Warmgewalzte Vierkantstäbe aus Stahl für allgemeine Verwendung - Maße, Formtoleranzen und Grenzabmaße
12	DIN EN 10025-2:2005-04	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen - Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle
13	DIN EN 10025-3:2005-02	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen - Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle
14	DIN EN 10025-4:2005-04	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen - Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle
15	DIN EN 1090-2:2011-10	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken

## Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-26.3-60

Seite 5 von 12 | 30. September 2014

### 2.3 Übereinstimmungsnachweis

#### 2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Stahlbauteile mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer Erstprüfung durch den Hersteller und einer werkseigenen Produktionskontrolle erfolgen.

Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Abschnitt 2.2.2.

#### 2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen einschließen:

- Beschreibung und Überprüfung des Ausgangsmaterials und der Bestandteile:  
Die Übereinstimmung der Angaben in den Abnahmeprüfzeugnissen der Hohl- und Kernprofile sowie der Quetschplatten mit den Anforderungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist vom Hersteller der Verbundstützen zu kontrollieren.
- Kontrollen und Prüfungen, die an den fertigen Stahlbauteilen durchzuführen sind:  
An jedem Stahlbauteil ist die Einhaltung der Maße und ggf. die Ausführung der Schweißnähte entsprechend den Angabe in den Konstruktionszeichnungen zu kontrollieren.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen. 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.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. 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. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

### 3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung der Verbundstützen

#### 3.1 Allgemeines

Die Stützen müssen am Kopf- und Fußpunkt seitlich unverschieblich gehalten sein.

Zur Lagesicherung der Kernprofile sind an den Stützenenden geeignete Maßnahmen, z. B. Distanzbleche, anzuordnen.

Zur Zentrierung der Stützen und zum Ausgleich von Toleranzen sind in den Montagefugen zwischen den Kernprofilen Quetschplatten nach Abschnitt 2.1.4 anzuordnen.

#### 3.2 Beton

Es ist Normalbeton der Festigkeitsklassen C20/25 bis C80/95 nach DIN EN 206-1<sup>16</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>17</sup> zu verwenden. Es ist fließfähiger Beton mindestens der Ausbreitmaßklasse F5 nach DIN 1045-2<sup>17</sup> zu verwenden. Alternativ ist die Verwendung von selbstverdichtendem Beton gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung möglich. Der Durchmesser des Größtkorns ist auf 16 mm zu beschränken.

Der Abstand zwischen dem Kernprofil und der Innenwandung des Hohlprofils darf für die Festigkeitsklassen C25/30 bis C80/95 unter Baustellenbedingungen 40 mm nicht unterschreiten. Bei Verwendung von Beton der Festigkeitsklasse C20/25 unter Baustellenbedingungen muss der Abstand zwischen dem Kernprofil und der Innenwandung des Hohlprofils mindestens 50 mm betragen. Beim Betonieren im Werk oder bei Verwendung von selbstverdichtendem Beton muss der Abstand zwischen dem Kernprofil und der Innenwandung des Hohlprofils mindestens das Doppelte des Größtkorns betragen (s. Anlage 1).

#### 3.3 Tragfähigkeitsnachweis der Verbundstützen

Es gelten die Festlegungen in DIN EN 1994-1-1<sup>18</sup>, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt wird.

Der Tragsicherheitsnachweis der Verbundstützen ist mit dem allgemeinen Bemessungsverfahren nach DIN EN 1994-1-1<sup>18</sup> zu führen. Der Grenzzustand der Tragfähigkeit gilt als erreicht, wenn unter Berücksichtigung der Gleichgewichts- und Verträglichkeitsbedingungen in einem beliebigen Querschnitt der Stütze die kritische Stahl- oder Betondehnung oder der kritische Zustand des indifferenten Gleichgewichts erreicht wird.

Die Einschränkungen für den Querschnittsparameter  $\delta$  nach DIN EN 1994-1-1<sup>18</sup> Abschnitt 6.7.1 (4) gelten im vorliegenden Fall nicht.

Für das Kernprofil darf der durch das Abnahmeprüfzeugnis nach Abschnitt 2.1.3 garantierte Mindestwert der Streckgrenze als charakteristischer Wert  $f_{yk}$  angesetzt werden.

Es sind die Fälle 1 bis 3 zu beachten:

1. Kernprofile entstammen nachweislich einer Charge. Die Proben zur Bestimmung der Materialkennwerte wurden aus den gelieferten Profilen hergestellt, d.h. es wurden keine Proben aus Vormaterial verwendet. Wenn der Hersteller bestätigt, dass die im 3.1 Zeugnis angegebenen Materialkennwerte diesen Forderungen entsprechen, darf für die Bemessung als charakteristischer Wert der Streckgrenze 95 % des im Abnahmeprüfzeugnis 3.1 angegebenen Wertes der Streckgrenze zugrunde gelegt werden.

<sup>16</sup> DIN EN 206-1:2001-07

<sup>17</sup> DIN 1045-2:2008-08

<sup>18</sup> DIN EN 1994-1-1:2010-12

Beton - Teil 2: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1

Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau in Verbindung mit DIN EN 1994-1-1/NA:2010-12

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-26.3-60

Seite 7 von 12 | 30. September 2014

2. Können die Randbedingungen nach 1. nicht erfüllt werden, so sind für jedes Profil bzw. für jede Charge, sofern die Profile eindeutig zuzuordnen sind, die Materialkennwerte durch eine akkreditierte Prüfstelle zu ermitteln. Als charakteristischer Wert der Streckgrenze ist 95 % des im Abnahmeprüfzeugnis 3.1 angegebenen Wertes der Streckgrenze anzunehmen.
3. Liegen die Bestätigungen der Hersteller hinsichtlich der Probenentnahmen aus dem Vormaterial nicht vor und sollen keine zusätzlichen Proben entnommen werden, darf die Dickenabhängigkeit der Streckgrenze gemäß den Normen ohne eine weitere Abminderung auf 95 % verwendet werden. In diesem Fall muss jedoch der Wert der Streckgrenze im Abnahmeprüfzeugnis 3.1 mindestens oberhalb des Wertes der Norm liegen.

Die Berücksichtigung des örtlichen Beulens darf entfallen, wenn die Werte  $g_{renz}(d/t)$  nach Tabelle 1 eingehalten werden.

**Tabelle 1:** Grenzwerte  $g_{renz}(d/t)$  mit  $f_{yk}$  in  $[N/mm^2]$

Querschnitt	$g_{renz}(d/t)$
runde Hohlprofile	$g_{renz}(d/t) = 90 \cdot \frac{240}{f_{yk}}$
quadratische Hohlprofile	$g_{renz}(d/t) = 52 \cdot \sqrt{\frac{240}{f_{yk}}}$

Zur Berücksichtigung der strukturellen Imperfektionen sind für die Kernprofile die in Tabelle 2 und Anlage 2 angegebenen Eigenspannungsverteilungen und Streckgrenzenverteilungen zu berücksichtigen. Wenn die in Tabelle 2 angegebene Streckgrenzenverteilung zu einer Erhöhung der Tragfähigkeit führt, darf sie nicht berücksichtigt werden. Eigenspannungen und Streckgrenzenverteilungen in den Hohlprofilen dürfen vernachlässigt werden.

Die Formänderungen und Schnittgrößen sind auf der Grundlage der in Anlage 3 angegebenen Spannungs-Dehnungs-Linien zu berechnen.

Als geometrische Imperfektion ist eine sinus- oder parabelförmige Vorkrümmung mit dem Maximalwert von  $L/1000$  anzunehmen, wobei  $L$  die Verbundstützenlänge ist.

**Tabelle 2:** Eigenspannungs- und Streckgrenzenverteilungen nach Anlage 2

Kernprofil- querschnitt	Eigenspannungsverteilung	Streckgrenzenverteilung
rundes Kernprofil	$\sigma_E(r) = \sigma_{E,D} \cdot \left( 1 - \frac{2r^2}{r_k^2} \right)$ $\sigma_{E,D} = \sigma_{E0} \cdot \frac{d_k}{d_{k,0}} \leq f_{yk}$	$\frac{f_y(r)}{f_{yk}} = 0,95 + 0,1 \cdot \frac{r^2}{r_k^2} \cdot \frac{r^2}{r_k^2}$
quadratisches Kernprofil	$\sigma_E(y,z) = \sigma_{E,D} \cdot \left( 0,5 - \frac{3 \cdot (y^2 + z^2)}{a_k^2} \right)$ $\sigma_{E,D} = \sigma_{E0} \cdot \frac{a_k}{a_{k,0}} \leq f_{yk}$	$\frac{f_y(y,z)}{f_{yk}} = 0,9 + \frac{0,3 \cdot (y^2 + z^2)}{a_k^2} - \frac{0,25 \cdot y^2 \cdot z^2}{a_k^4}$
$\sigma_{E0} = 125 N/mm^2 \quad d_{k,0} = a_{k,0} = 200mm$ (bei normalisierten Kernprofilen und aus Blechen zusammengeschweißten Kernen: $\sigma_{E0} = 0,5 \cdot 125 N/mm^2$ )		

Die Ermittlung des Bemessungswertes des Tragwiderstands  $R_d$  und der Nachweis der Tragsicherheit darf nach DIN EN 1994-1-1:2010-12/NA, Abschnitt NCI Zu 6.7.2(1)P erfolgen. Dabei darf für alle Betonfestigkeitsklassen  $f_{cR} = f_{ck}$  angenommen werden.

Eine ausreichende Tragsicherheit gilt als nachgewiesen, wenn der auf die Bemessungswerte der Einwirkungen bezogene Laststeigerungsfaktor  $\eta_u$  größer als der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_R$  für den Systemwiderstand ist, vgl. Anlage 4.

### 3.4 Horizontale Halterung an den Stützenenden

Die horizontale Halterung der Verbundstützen an den Stützenenden nach Anlage 5 ist für die Einwirkungen im Endzustand und in den Bauzuständen nachzuweisen. Dabei darf additiv die Tragfähigkeit von querkraftübertragenden Stahlbauteilen und die über Reibung in der Betonierfuge übertragbare Horizontalkraft (bzw. Querkraft) berücksichtigt werden. Für die Betonierfuge darf ein Reibungsbeiwert von  $\mu = 0,5$  angenommen werden.

### 3.5 Fußplatten

Fußplatten sind nach Anlage 6 auszuführen. Die Übertragung von Horizontalkräften zwischen Fußplatte und Fundament ist nachzuweisen. Wenn eine Übertragung durch Reibung nicht nachgewiesen werden kann, sind planmäßige Verankerungsmittel (Schubknaggen, Kopfbolzendübel) anzuordnen. Bei Übertragung der Horizontalkräfte durch Reibung ist der Reibungsbeiwert für die Fuge Fußplatte / Vergussmörtel mit  $\mu = 0,2$  anzusetzen.

### 3.6 Nachweis der Krafteinleitung

#### 3.6.1 Allgemeines

Die Schubtragfähigkeit der Verbundfuge zwischen Kernprofil - Beton und Beton-Hohlprofil ist durch Einhalten der Verbundspannungen oder zusätzliche Verbundmittel sicherzustellen.

Die Längsschubkräfte sind aus der Differenz der anteiligen Normalkräfte des Hohlprofils und Kernprofils sowie des Betonquerschnittes zu ermitteln. Sie dürfen vereinfacht durch Umrechnung der Teilschnittgrößen im vollplastischen Zustand berechnet werden.

Bei Einsatz des Stützensystems in Kombination mit Stahlbetonflachdecken, Betonunterzügen oder Stahlträgern sind die in den Anlagen 5 und 6 dargestellten Lasteinleitungen zulässig:

- Lasteinleitung über angeschweißte Kopf- und Fußplatten, wobei die Lasteinleitung in das Kernprofil über Kontakt erfolgt und das Hohlprofil angeschweißt wird,
- Lasteinleitung nur über das Kernprofil,
- Lasteinleitung über Stützenbeton und Kernprofil.

Bei der Lasteinleitung mit Fuß- und Kopfplatten erfolgt eine direkte Lasteinleitung in die Teilquerschnitte der Verbundstütze. Bei der Lasteinleitung über das Kernprofil und bei einer Lasteinleitung über das Kernprofil und den Beton werden die anteiligen Normalkräfte der Teilquerschnitte über Verbundspannungen zwischen Hohlprofil und Beton bzw. Beton und Kernprofil in den Gesamtquerschnitt eingeleitet. Zusätzlich zur Verbundtragfähigkeit dürfen die an den Stützenenden angeordneten Distanzbleche zur Übertragung der Längsschubkräfte berücksichtigt werden. Es ist auch ein stahlbaumäßiger direkter Anschluss der Distanzbleche an das Mantelrohr möglich. In diesem Fall dürfen für den kritischen Schnitt Beton - Hohlprofil der vom Distanzblech übertragene Längsschubkraftanteil und der Verbundspannungsanteil additiv berücksichtigt werden. Die erforderlichen Nachweise sind in den Abschnitten 3.6.2 bis 3.6.6 geregelt. Dabei dürfen für die Betonfestigkeitsklassen über C50/60 keine erhöhten Verbundspannungen angesetzt werden.

### 3.6.2 Lasteinleitung mit Endkopfplatten

Bei der Lasteinleitung mit Fuß- und Kopfplatten nach den Anlagen 5 und 6 ist eine zusätzliche Endverdübelung nicht erforderlich, wenn die Fuge zwischen Betonquerschnitt und Kopfplatte unter Berücksichtigung von Kriechen und Schwinden ständig überdrückt ist.

### 3.6.3 Lasteinleitung über das Kernprofil bei Stützen mit runden Hohlprofilen und runden Kernprofilen

#### 3.6.3.1 Allgemeines

Bei einer Lasteinleitung nur über das Kernprofil nach Anlage 7 ist im Lasteinleitungsbereich in den kritischen Schnitten Kernprofil - Beton und Beton-Hohlprofil ein Nachweis der Längsschubtragfähigkeit nach Gleichung (3) zu führen.

$$\frac{V_{L,Ed}}{V_{L,Rd}} \leq 1 \quad (3)$$

Die Längsschubkräfte  $V_{L,Ed}$  in den maßgebenden kritischen Schnitten können aus den Teilschnittgrößen im vollplastischen Zustand berechnet werden.

Als rechnerische Lasteinleitungslänge  $L_E$  darf der 2,5fache Stützendurchmesser jedoch nicht mehr als 1/3 der Stützenlänge angesetzt werden.

#### 3.6.3.2 Nachweis des kritischen Schnittes Kernprofil - Beton

Die Längsschubtragfähigkeit im Bereich der Kraffteinleitungslänge  $L_E$  setzt sich aus dem Anteil  $V_{L,Rd,1}$ , der durch Verbundspannungen  $\tau_{Rd,K}$  übertragen wird, und einem weiteren Anteil  $V_{L,Rd,2}$  zusammen, der über die Distanzbleche mittels örtlicher Betonpressungen in den Betonquerschnitt eingeleitet wird.

$$V_{L,Rd} = V_{L,Rd,1} + V_{L,Rd,2} \quad (4)$$

Es bedeuten:

$$V_{L,Rd,1} \quad \text{Längsschubtragfähigkeit infolge der aufnehmbaren Verbundspannung } \tau_{Rd,K}$$

$$V_{L,Rd,1} = \pi \cdot d_K \cdot L_E \cdot \tau_{Rd,K} \quad (5)$$

$$V_{L,Rd,2} \quad \text{Längsschubtragfähigkeit aus der Endverdübelung durch die Distanzbleche. Sie ergibt sich aus der aufnehmbaren Betonpressung } \sigma_{c,Rd} \text{ unter den Distanzblechen und der Querschnittsfläche } A_D \text{ der Distanzbleche zu}$$

$$V_{L,Rd,2} = A_D \cdot \sigma_{c,Rd} \quad (6)$$

Der Bemessungswert der aufnehmbaren Verbundspannung  $\tau_{Rd,K}$  ergibt sich nach Gleichung (7) zu:

$$\tau_{Rd,K} = \tau_{Rd,0} \cdot (1 + K_{\sigma,K} \cdot K_{v,K}) \quad (7)$$

Der Grundwert der aufnehmbaren Verbundspannung ist dabei für die Betonfestigkeitsklassen C20/25 bis C80/95 mit  $\tau_{Rd,0} = 0,55 \text{ N/mm}^2$  anzusetzen. Die Korrekturfaktoren  $K_{\sigma,K}$  und  $K_{v,K}$  zur Berücksichtigung der Reibungseffekte aus der Querdehnungsbehinderung ergeben sich für die Betonfestigkeitsklassen C20/25 bis C50/60 zu:

$$K_{\sigma,K} = 0,7 + 1,2 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{pld,c} + N_{pld,K}} \quad (8)$$

$$K_{v,K} = 1,3 - 2,3 \cdot \left( \frac{d_k}{d_{id}} \right)^2 + \left( \frac{d_k}{d_{id}} \right)^3 \quad \text{mit} \quad d_{id} = d_c + 2 \cdot t_R \cdot \frac{E_a}{E_c} \quad (9)$$

Für die Betonfestigkeitsklassen C55/67 bis C80/95 ist  $K_{\sigma,K} = K_{v,K} = 0$  anzusetzen.

Dabei ist

- $N_{Ed}$  Bemessungswert der in den Kernquerschnitt einzuleitenden Normalkraft,
- $N_{pl,d,c}$  vollplastische Normalkrafttragfähigkeit des Betonquerschnitts ( $N_{pl,d,c} = A_c \cdot f_{cd}$ ),
- $N_{pl,d,K}$  vollplastische Normalkrafttragfähigkeit des Kernquerschnitts ( $N_{pl,d,K} = A_K \cdot f_{yd}$ ),
- $d_{id}$  ideeller Stützendurchmesser,
- $t_R$  Wanddicke des Hohlprofiles,
- $d_c$  Außendurchmesser des Betonquerschnitts,
- $E_c, E_a$  Elastizitätsmodul von Beton und Baustahl.

Der Bemessungswert der aufnehmbaren Betonpressung  $\sigma_{c,Rd}$  unter den Distanzblechen ist nach Gleichung (10) zu berechnen.

$$\sigma_{c,Rd} = f_{cd} \cdot \left(1 + \eta_{cL} \cdot \frac{t_R}{d_a} \cdot \frac{f_{yk}}{f_{ck}}\right) \cdot \sqrt{\frac{A_c}{A_1}} \leq \frac{A_c \cdot f_{cd}}{A_1} \leq f_{yd} \quad \text{mit} \quad \frac{A_c}{A_1} \leq 20$$

$$\text{mit} \quad \frac{A_c}{A_1} \leq 20 \quad \text{und} \quad f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \quad (10)$$

Dabei ist:

- $f_{cd}$  Zylinderdruckfestigkeit des Betons mit  $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$  und  $\gamma_c = 1,5$
- $f_{ck}$  charakteristischer Wert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons  $\leq 50 \text{ N/mm}^2$
- $t_R$  Wanddicke des Hohlprofils
- $d_a$  Außendurchmesser des runden Hohlprofils bzw. Seitenlänge bei quadratischen Hohlprofilen
- $f_{yk}$  charakteristischer Wert der Streckgrenze des Hohlprofils
- $A_c$  Betonquerschnittsfläche des Stützenquerschnittes  $A_1$  Belastungsfläche unter dem Distanzblech
- $\eta_{c,L}$  Beiwert zur Erfassung der Umschnürungswirkung mit  $\eta_{c,L} = 4,9$  für runde und  $\eta_{c,L} = 3,5$  für quadratische Hohlprofile

Die Schweißnähte zwischen Kernprofil und Distanzblechen sind für die Längsschubkraft  $V_{L,Rd,2}$  und das zugehörige Exzentrizitätsmoment zu bemessen.

### 3.6.3.3 Nachweis des kritischen Schnittes Beton - Hohlprofil

Im kritischen Schnitt zwischen Betonquerschnitt und Hohlprofil gemäß Anlage 7 darf die Längsschubtragfähigkeit zwischen Hohlprofil und Beton nach den Gleichungen (11) und (12) ermittelt werden.

$$V_{L,Rd} = L_E \cdot \pi \cdot (d_a - 2 t_R) \cdot \tau_{Rd,R} \quad (11)$$

$$\tau_{Rd,R} = \tau_{Rd,0} \cdot (1 + K_{\sigma,R} \cdot K_{v,R}) \quad (12)$$

Die Korrekturfaktoren  $K_{\sigma,K}$  und  $K_{v,K}$  zur Berücksichtigung der Reibungseffekte aus der Querdehnungsbehinderung ergeben sich für die Betonfestigkeitsklassen C20/25 bis C50/60 zu:

$$K_{\sigma,R} = 0,70 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{pl,d,c} + N_{pl,d,K}} \quad K_{v,R} = \frac{5,8}{\frac{d_a}{t_R} \cdot \frac{E_c}{E_a} - 1,6} \quad (13)$$

Für die Betonfestigkeitsklassen C55/67 bis C80/95 ist  $K_{\sigma,R} = K_{v,R} = 0$  anzusetzen.

Dabei ist  $d_a$  der Außendurchmesser des Hohlprofils. Die weiteren Symbole sind in Abschnitt 3.6.3.2 erläutert.

### 3.6.4 Lasteinleitung über das Kernprofil bei Stützen mit runden Hohlprofilen und quadratischen Kernprofilen

Der Nachweis ist analog zu Abschnitt 3.6.3 zu führen. Hierzu ist das quadratische Kernprofil in ein flächengleiches rundes Kernprofil umzurechnen.

### 3.6.5 Lasteinleitung über das Kernprofil und die Decke bei Stützen mit runden Hohlprofilen und runden oder quadratischen Kernprofilen

Bei der Lasteinleitung über die Decke und das Kernprofil gemäß Anlage 8 wird der Normalkraftanteil der Decke  $N_{Ed,2}$  unter Vernachlässigung des Hohlprofilquerschnitts direkt in den Beton der Stütze eingeleitet. Der Kraftanteil  $N_{Ed,1}$  aus der oberen Stütze muss zusätzlich betrachtet werden. Im Schnitt A-A sind die Teilschnittgrößen des Kernprofils und des Deckenbetons zu ermitteln. Der Nachweis der Längsschubtragfähigkeit ist analog zu den Abschnitten 3.6.3 und 3.6.4 zu führen, wobei die einwirkende Längsschubkraft aus der Differenz der Normalkräfte zwischen dem Schnitt A-A und dem Ende der Lasteinleitungslänge (Schnitt B-B) zu ermitteln sind.

Beim Nachweis des kritischen Schnittes zwischen Kernprofil und Beton ist der Korrekturfaktor  $K_{\sigma,K}$  nach Gleichung (14) zu ermitteln. Die Teilschnittgrößen  $N_{Ed,c,A}$  und  $N_{Ed,K,A}$  sind nach Anlage 8 zu ermitteln.

Für die Betonfestigkeitsklassen C20/25 bis C50/60 gilt:

$$K_{\sigma,K} = 0,7 + 1,20 \cdot \frac{N_{Ed,c,A} + N_{Ed,K,A}}{N_{pld,c} + N_{pld,K}} \quad (14)$$

Für die Betonfestigkeitsklassen C55/67 bis C80/95 gilt  $K_{\sigma,R} = 0$

### 3.6.6 Lasteinleitung bei quadratischen Hohlprofilen in Kombination mit runden oder quadratischen Kernprofilen

Für den Nachweis der Lasteinleitung gelten mit Ausnahme der nachfolgend angegebenen Regelungen die Abschnitte 3.6.3, 3.6.4 und 3.6.5.

Bei der Ermittlung der aufnehmbaren Betonpressung  $\sigma_{c,Rd}$  nach Gleichung (10) ist der Beiwert  $\eta_{c,L} = 3,5$  zu berücksichtigen.

Bei der Ermittlung der Längsschubtragfähigkeit  $V_{L,Rd1}$  in der Fuge Kernprofil - Beton nach Gleichung (5) sowie  $V_{L,Rd}$  in der Fuge Hohlprofil - Beton nach Gleichung (11) ist die Längsschubtragfähigkeit mit dem Grundwert der aufnehmbaren Verbundspannungen  $\tau_{Rd,0} = 0,4 \text{ N/mm}^2$  für die Betonfestigkeitsklassen C20/25 bis C80/95 zu ermitteln.

### 3.7 Nachweis der Quetschplatten

Die Stöße der Kernprofile sind grundsätzlich mit Quetschplatten auszuführen. Der erforderliche Querschnitt der Quetschplatten ist so zu ermitteln, dass aus der über das Kernprofil zu übertragenden Teilschnittgröße unter Bemessungslasten in der Quetschplatte eine Spannung resultiert, die zwischen dem 1,45- und 1,55fachen charakteristischen Wert der Streckgrenze der Quetschplatte liegt. Das Verhältnis von Quetschplattendurchmesser zu Kerndurchmesser sollte den Wert 0,4 nicht unterschreiten.

### 3.8 Bemessung im Brandfall

Die Bemessung im Brandfall ist mit dem allgemeinen Berechnungsverfahren entsprechend DIN EN 1994-1-2<sup>19</sup> durchzuführen. Für Betongüten > C50/60 und ≤ C80/95 gilt darüber hinaus DIN EN 1992-1-2<sup>19</sup>, Abschnitt 3 und 6, einschließlich eventuell vorhandener nationaler Anhänge. Die Betonfeuchte ist für diese hochfesten Güten auf 4 % zu begrenzen. Ferner ist der maximale Silicatstaubgehalt nach DIN 1992-1-2<sup>19</sup> 6.2(1) auf 6 % des Zementgewichtes zu begrenzen. Weitere Maßnahmen gegen Betonabplatzungen sind aufgrund der vorhandenen Rohre nicht erforderlich. Der Feuchtigkeitsgehalt für Betongüten C20/25 bis C50/60 darf mit 8 % angenommen werden. Die Eigenspannungsverteilung darf vernachlässigt werden.

Die Konstruktive Ausbildung der Stützenenden muss mit den für die Bemessung im Brandfall getroffenen Annahmen übereinstimmen.

An den Stützenenden der Stahlhohlprofile sind Dampfaustrittsöffnungen vorzusehen.

Die Nachweise sind in Form einer statischen Typenberechnung zu führen und durch ein Prüfamts für Baustatik unter Mitwirkung eines für brandschutztechnische Nachweise qualifizierten Experten zu prüfen.

### 4 Bestimmungen für die Ausführung der Verbundstützen

Normalbeton ist in Abhängigkeit der Dicke der Betonschicht entweder mit einem Innen- oder einem Außenrüttler zu verdichten.

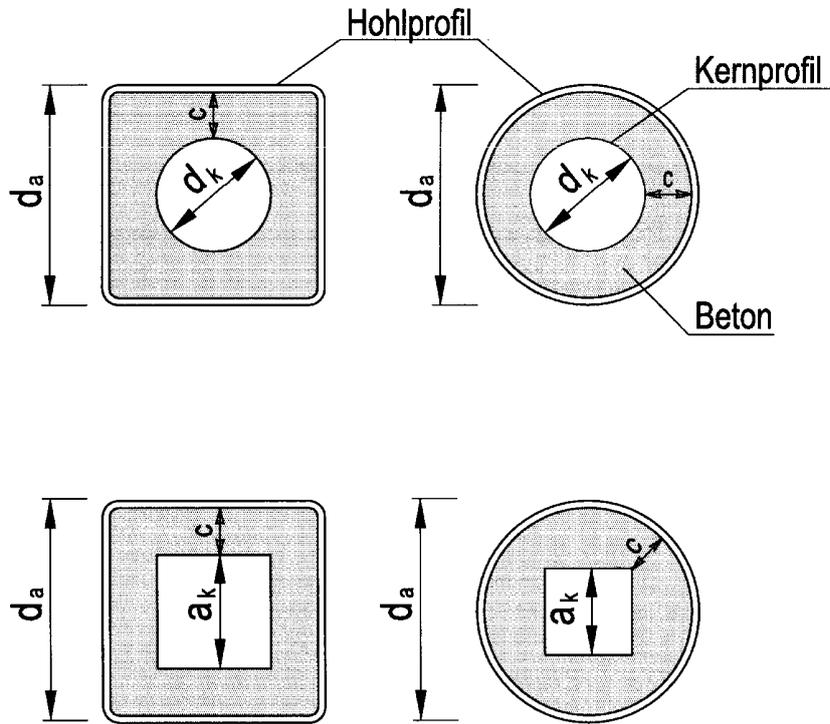
Die Übereinstimmung der Ausführung (Bauart) mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist von der bauausführenden Firma zu bescheinigen.

Andreas Schult  
Referatsleiter

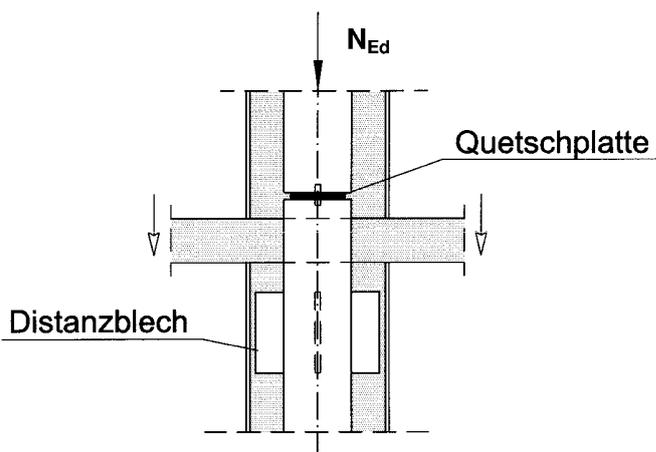
Beglaubigt

<sup>19</sup> DIN EN 1994-1-2:2010-12

Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundbauwerken aus Stahl und Beton - Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall in Verbindung mit DIN EN 1994-1-2: 2010-12/NA



Betonfestigkeitsklasse	Betonieren unter Baustellenbedingungen	Betonieren unter Werksbedingungen	SVB Selbstverdichtender Beton
C20/25	$c \geq 50 \text{ mm}$	$c \geq 2 \cdot \text{Größtkorn}$	$c \geq 2 \cdot \text{Größtkorn}$
C25/30 bis C80/95	$c \geq 40 \text{ mm}$	$c \geq 2 \cdot \text{Größtkorn}$	$c \geq 2 \cdot \text{Größtkorn}$

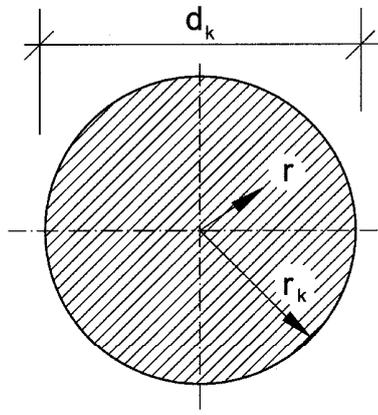


Beispiel für einen Stützenstoß

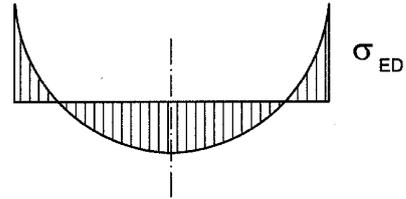
Verbundstützen mit Kernprofil System Geilinger-Stütze

Stützenquerschnitte System Geilinger

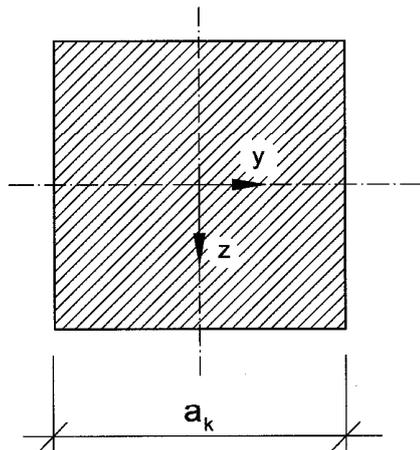
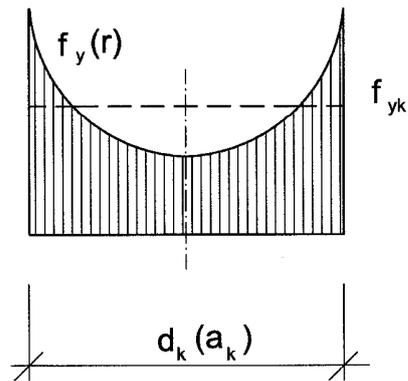
Anlage 1



Eigenspannungsverteilung



Streckgrenzenverteilung



Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-26.3-60

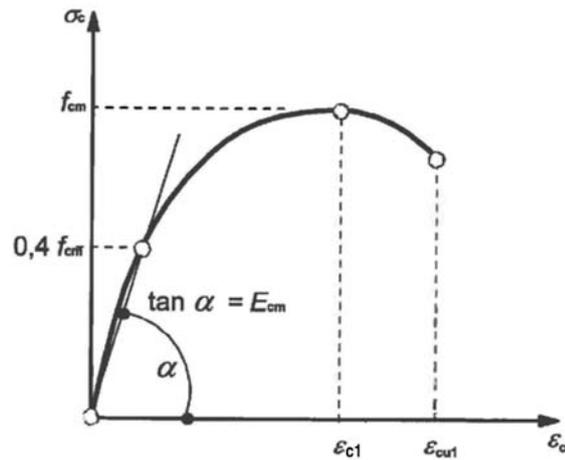
Verbundstützen mit Kernprofil System Geilinger-Stütze

Eigenspannungs- und Streckgrenzenverteilung der Kernprofile

Anlage 2

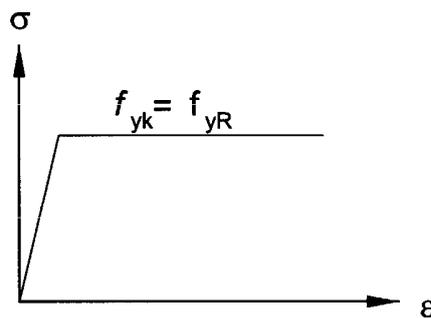
## Beton:

Gemäß DIN EN 1992-1-1:2011-01, Gleichung (3.14) und Bild 3.2:



Die Werte  $f_{cm}$ ,  $E_{cm}$ ,  $\epsilon_{c1}$  und  $\epsilon_{cu1}$  sind der Tabelle 3.1 der DIN EN 1992-1-1:2011-01 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu entnehmen.

## Baustahl (Kernprofil und Hohlprofil):



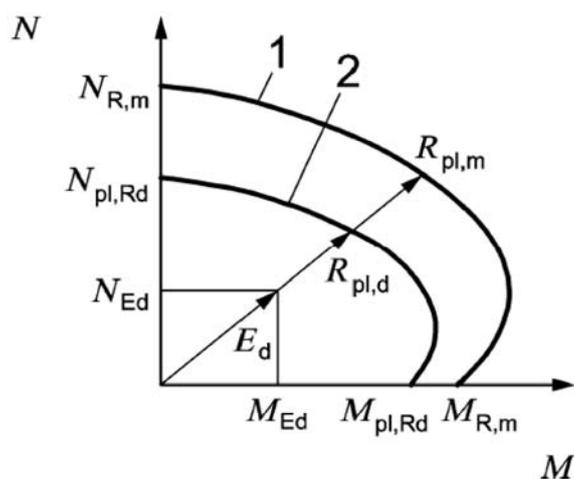
Verbundstützen mit Kernprofil System Geilinger-Stütze

Spannungsdehnungslinien für die nichtlineare Berechnung

Anlage 3

Ermittlung des Teilsicherheitsbeiwertes für den Systemwiderstand:

Gemäß DIN EN 1994-1-1/NA:2010-12, Bild NA.1:



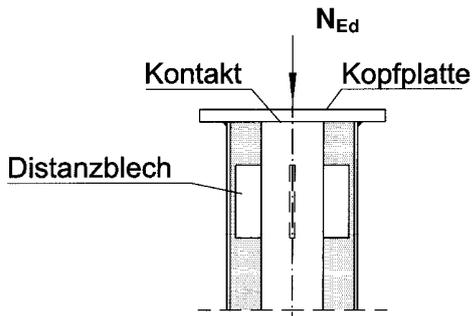
**Legende:**

- 1 vollplastisch ermittelte Interaktionskurve unter Ansatz der rechnerischen Mittelwerte der Werkstofffestigkeiten
- 2 Interaktionskurve nach DIN EN 1994-1-1:2010-12, Abschnitt 6.7.3.2

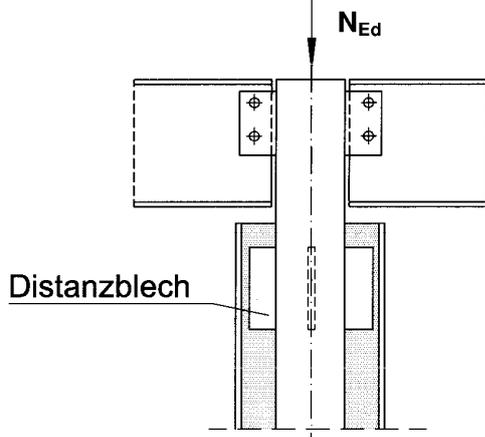
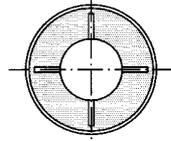
Verbundstützen mit Kernprofil System Geilinger-Stütze

Ermittlung des Teilsicherheitsbeiwertes für den Systemwiderstand

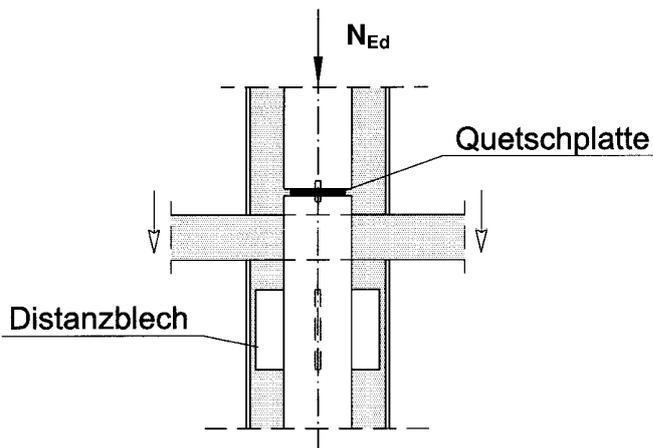
Anlage 4



a) Lasteinleitung über die Kopfplatte



b) Lasteinleitung über das Kernprofil

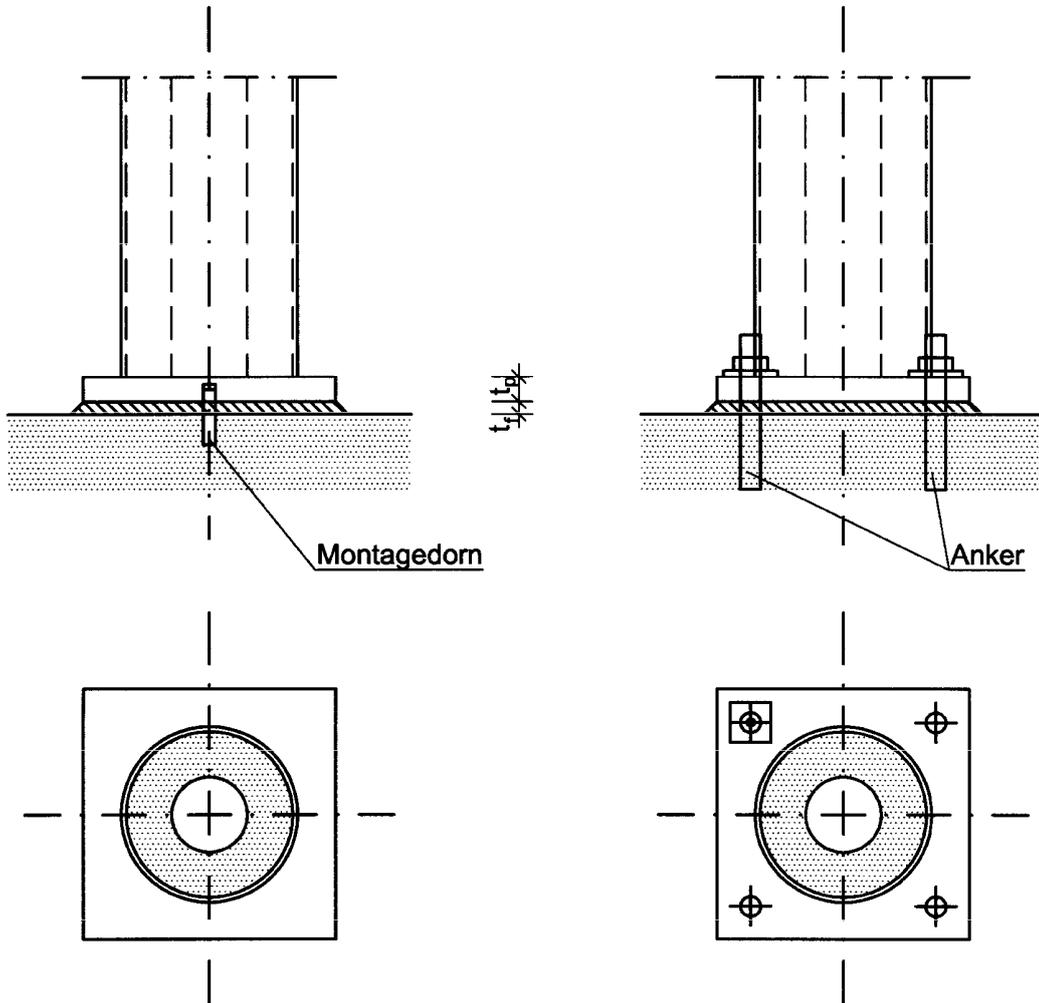


c) Lasteinleitung über das Kernprofil und den Beton

Verbundstützen mit Kernprofil System Geilinger-Stütze

Beispiele für die Lasteinleitung am Stützenkopf

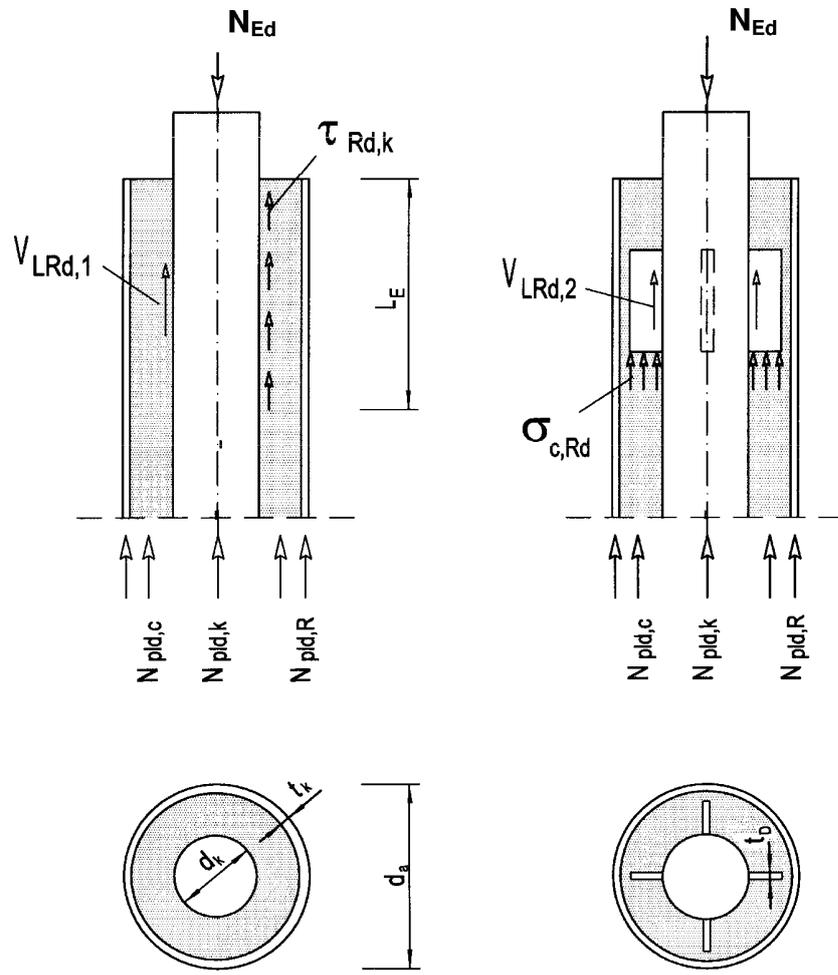
Anlage 5



Verbundstützen mit Kernprofil System Geilinger-Stütze

Beispiele für Fußplattenausbildungen

Anlage 6



Schnitt Kernprofil - Beton:

$$V_{L,Ed} = N_{Ed} \frac{N_{pld,c} + N_{pld,R}}{N_{pl,Rd}}$$

Schnitt Beton - Rohr:

$$V_{L,Ed} = N_{Ed} \frac{N_{pld,R}}{N_{pl,Rd}}$$

$N_{pl,Rd}$  Bemessungswert der vollplastischen Normalkrafttragfähigkeit des Verbundstützenquerschnittes;  $N_{pl,Rd} = N_{pld,R} + N_{pld,c} + N_{pld,k}$

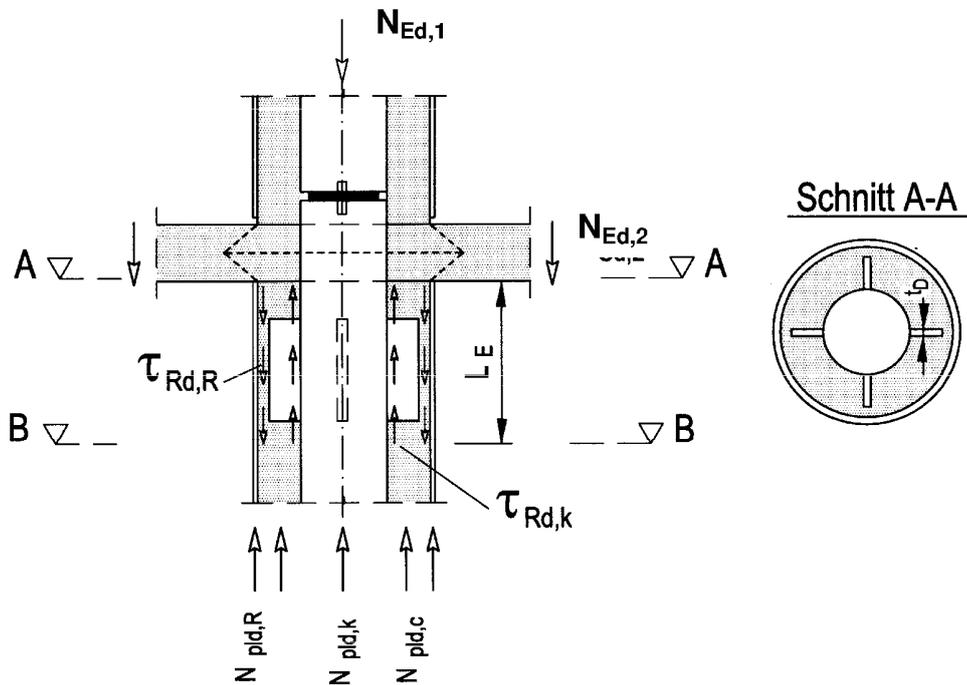
$N_{pld,c}$  Bemessungswert der plastischen Normalkrafttragfähigkeit des Betonquerschnittes

$N_{pld,R}$  Bemessungswert der plastischen Normalkrafttragfähigkeit des Hohlprofils

Verbundstützen mit Kernprofil System Geilinger-Stütze

Lasteinleitung über das Kernprofil - Ermittlung der Längsschubkräfte

Anlage 7



**Schnitt Kernprofil - Beton:**

$$V_{L,Ed} = \frac{N_{Ed,1} + N_{Ed,2}}{N_{pl,Rd}} \cdot N_{pld,k} - \frac{N_{Ed,1}}{N_{pld,K} + N_{pld,c}} \cdot N_{pld,K}$$

**Schnitt Beton - Rohr:**

$$V_{L,Ed} = \frac{N_{Ed,1} + N_{Ed,2}}{N_{pl,Rd}} \cdot N_{pld,R}$$

$N_{pl,Rd}$  Bemessungswert der vollplastischen Normalkrafttragfähigkeit des Verbundstützenquerschnittes;  $N_{pl,Rd} = N_{pld,R} + N_{pld,c} + N_{pld,K}$

$N_{pld,K}$  Bemessungswert der plastischen Normalkrafttragfähigkeit des Kernprofils

$N_{pld,R}$  Bemessungswert der plastischen Normalkrafttragfähigkeit des Hohlprofils

$N_{pld,c}$  Bemessungswert der plastischen Normalkrafttragfähigkeit des Betonquerschnittes

Verbundstützen mit Kernprofil System Geilinger-Stütze

Lasteinleitung über das Kernprofil und den Betonquerschnitt

Anlage 8