

Allgemeine Bauartgenehmigung

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam
getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

**Zulassungs- und Genehmigungsstelle
für Bauprodukte und Bauarten**

Datum: 12.03.2024 Geschäftszeichen: I 87-1.26.2-5/19

**Nummer:
Z-26.2-66**

Antragsteller:
Tecnostrutture S.r.l
Via Meucci,26
30020 NOVENTA DI PIAVE (VE)
ITALIEN

Geltungsdauer
vom: **12. März 2024**
bis: **12. März 2029**

Gegenstand dieses Bescheides:
Stahlverbundträger NPS®

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich genehmigt.
Dieser Bescheid umfasst zehn Seiten und sechs Anlagen.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen Bauartgenehmigung ist die Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weitergehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller im Genehmigungsverfahren zum Regelungsgegenstand gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Genehmigungsgrundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Anwendungsbereich

Genehmigungsgegenstand ist die Planung, Bemessung und Ausführung von Verbundträgern mit der Bezeichnung "Stahlverbundträger NPS®", die aus einem vorgefertigten Stahlträger mit der Bezeichnung "NPS®-Träger", Betonstahlbewehrung und Ortbeton auf der Baustelle hergestellt werden, s. Anlage 5.

Der NPS®-Träger wird aus Stahlblechen, aufgeschweißten kaltverformten Rundstählen als Diagonalstäbe und Obergurttäben im Werk hergestellt. Die aufgeschweißten Diagonalstäbe übertragen Querkräfte und stellen im Endzustand die Verbundwirkung zwischen Beton und Stahlträger her und übertragen so die Längsschubkräfte des Verbundträgers.

Die Betonstahlbewehrung bildet zusammen mit dem Beton Stahlbetonbalken oder Plattenbalken in Anlehnung an die Regelungen von DIN EN 1992-1-1¹ und wird zur anteiligen Aufnahme von Biegemomenten und Querkräften des Verbundträgers herangezogen.

Der Verbundträger kann als deckengleicher Träger (Slimfloor-Bauweise) oder als Unter- bzw. Überzug ausgebildet werden.

Im Bauzustand kann das Stahlbauteil ohne Tragwirkung des Betons als Montageträger herangezogen werden.

Der Verbundträger darf zur Aufnahme statischer und quasi-statischer Beanspruchung verwendet werden.

Es gelten die Technischen Baubestimmungen sofern nachfolgend keine abweichenden Angaben gemacht werden.

2 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

2.1 Planung

2.1.1 Allgemeines

Ergänzend zu den nachfolgenden Planungsvorgaben sind die Angaben zur Bemessung nach Abschnitt 2.2 und zur Ausführung nach Abschnitt 2.3 in der Planung zu berücksichtigen.

Wird die Druckzone des Verbundträgers aus Stahlbeton-Fertigteilen und Ortbeton gebildet, sind die entsprechenden Bestimmungen nach DIN EN 1992-1-1¹ zu beachten.

2.1.2 Stahlträger

Der Stahlträger NPS®-Träger wird nach DIN EN 1090-2² und den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Unterlagen³ aus Baustahl (Bleche und Rundstäbe) der Güten S235 bis S460 nach den Normen der Reihe DIN EN 10025⁴ im Werk hergestellt.

Für die Geometrie, Abmessungen und Schweißdetails gelten die Angaben in den Anlagen 1, 2 und 6 sowie Ausführungsdetails und Details der Biegeform der Diagonalen entsprechend der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Unterlagen⁵. Für Toleranzen und Grenzabmaße gilt DIN EN 1090-2².

1	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; in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/A1:2015-03, DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 und DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
2	DIN EN 1090-2:2018-09	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken
3		beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegte Unterlage vom 09.11.2023 (Schweißanweisungen "WPQR")
4	DIN 10025 Teil 1 bis 6	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen Teil 1 Ausgabe 2005-02, Teil 2 und 3 Ausgabe 2019-10, Teil 4 Ausgabe 2023-02, Teil 5 Ausgabe 2019-10 und Teil 6 Ausgabe 20123-06
5		beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegte Unterlagen

Die werkseigene Produktionskontrolle des Herstellwerks muss nach EN 1090-1⁶ zertifiziert sein.

2.1.3 Betonstahlbewehrung

Als Betonstahlbewehrung ist Bewehrung der Normenreihe DIN 488⁷ zu verwenden.

2.1.4 Ortbeton

Als Ortbeton ist Beton der Festigkeitsklasse bis C45/55 nach DIN EN 206-1⁸ in Verbindung mit DIN 1045-2⁹ zu verwenden.

2.2 Bemessung

2.2.1 Allgemeines

Für die Bemessung des NPS®-Trägers im Bauzustand und des Stahlverbundträgers NPS® im Endzustand gilt das in DIN EN 1990¹⁰ in Verbindung mit dem Nationalen Anhang DIN EN 1990/NA¹¹ enthaltene Nachweiskonzept.

Die Bemessungsregeln dieses Bescheids gelten ausschließlich für Stahlträger nach Abschnitt 2.1.2 sowie für Verbundträger, die mit Stahlträgern nach Abschnitt 2.1.2 hergestellt werden.

Im Bauzustand ist der Stahlträger ohne Mitwirkung des Betons und der Betonstahlbewehrung nach Abschnitt 2.2.2 nachzuweisen.

Im Endzustand ist der Verbundträger nach Abschnitt 2.2.3 nachzuweisen.

2.2.2 Bemessung des Stahlträgers im Bauzustand

2.2.2.1 Allgemeines

Der Stahlträger ist im Bauzustand für die jeweils auftretende Beanspruchung unter Beachtung von Eigenlasten und Bauausführungslasten nach DIN EN 12812¹² unter Vernachlässigung einer Mitwirkung des Betons und der Betonstahlbewehrung als Stahlfachwerkträger nach DIN EN 1993-1-1¹³ nachzuweisen. Es sind die folgenden Nachweise des Stahlfachwerkträgers zu erbringen:

- a) Nachweis der Beanspruchbarkeit der Querschnitte nach Abschnitt 2.2.2.2
- b) Knicknachweis des druckbeanspruchten Obergurtes nach Abschnitt 2.2.2.3
- c) Knicknachweis druckbeanspruchter Stegdiagonalen nach Abschnitt 2.2.2.4
- d) Nachweis der Schweißnähte nach Abschnitt 2.2.2.5

2.2.2.2 Nachweis der Beanspruchbarkeit der Querschnitte

Der Nachweis der Beanspruchbarkeit der Querschnitte ist für alle Stäbe des Stahlfachwerkträgers nach DIN EN 1993-1-1 Abschnitt 6.2 zu erbringen. Rundstäbe dürfen in den Nachweisen mit der Querschnittsklasse 1 berücksichtigt werden.

Die Schnittgrößen des Stahlträgers dürfen an einem räumlich idealisierten Stabwerk unter Vernachlässigung von Imperfektionen und Stabilität nach Theorie I. Ordnung berechnet werden. Das Stabwerk darf mit folgenden Idealisierungen berechnet werden:

6	EN 1090-1:2009+A1:2011	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile
7	DIN 488 Teil 1 bis 6	Betonstahl Teil 1 bis 5 Ausgabe 2009-08, Teil 6 Ausgabe 2010-01
8	DIN EN 206-1:2001-07	Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; in Verbindung mit DIN EN 206-1/A1:2004-10 und DIN EN 206-1/A2:2005-09
9	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
10	DIN EN 1990:2010-12	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
11	DIN EN 1990/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
12	DIN EN 12812:2008-12	Traggerüste - Anforderungen, Bemessung und Entwurf; in Verbindung mit der „Anwendungsrichtlinie für Traggerüste nach DIN EN 12812“, Fassung August 2009
13	DIN EN 1993-1-1:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; in Verbindung mit DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 und DIN EN 1993-1-1/NA:2018-12

- Die Rundstähle und Bleche des Stahlfachwerkträgers sind in ihrer Systemachse als gerade Stäbe unter Vernachlässigung des Biegeradius der Diagonalen definiert.
- Im Bereich zwischen den Schnittpunkten der Systemachsen der Diagonalen mit den Gurtstäben (Ober- und Untergurt) darf der Gurtquerschnitt um den Querschnitt der Diagonalen vergrößert werden.
- Die Enden der Diagonalen sind biegesteif an die Gurtstäbe angeschlossen.

2.2.2.3 Knicknachweis des druckbeanspruchten Obergurtes

Der Knicknachweis des druckbeanspruchten Obergurtes (Index "t" für "top") ist unter Vernachlässigung von Biegemomenten aus der Schnittgrößenermittlung nach Abschnitt 2.2.2.2 nach DIN EN 1993-1-1¹³ Abschnitt 6.3.1 unter Anwendung folgender Formeln zu führen.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,t}} \leq 1,0$$

mit

N_{Ed} Bemessungswert der einwirkenden Druckkraft

$N_{b,Rd,t}$ Bemessungswert der Knickbeanspruchbarkeit des Obergurtes

$$N_{b,Rd,t} = \frac{\chi \cdot A_t \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

mit

χ Knickabminderungsbeiwert nach DIN EN 1993-1-1¹³ Abschnitt 6.3.1 unter Ansatz der Knicklänge $L_{cr} = \beta_t \cdot L_{sys,t}$, mit $L_{sys,t}$ gemäß Anlage 3 – Abbildung 1

$\beta_t = 0,8$ Knicklängenbeiwert des Obergurtstabes

A_t Querschnittsfläche des Obergurtstabes

f_y Streckgrenze des Obergurtwerkstoffs

$\gamma_{M1} = 1,1$ Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen nach DIN EN 1993-1-1¹³

2.2.2.4 Knicknachweis druckbeanspruchter Stegdiagonalen

Der Knicknachweis der druckbeanspruchten Stegdiagonalen (Index "di" für Diagonale) ist unter Vernachlässigung von Biegemomenten aus der Schnittgrößenermittlung nach Abschnitt 2.2.2.2 nach DIN EN 1993-1-1¹³ Abschnitt 6.3.1 unter Anwendung folgender Formeln zu führen.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,di}} \leq 1,0$$

mit

N_{Ed} Bemessungswert der einwirkenden Druckkraft

$N_{b,Rd,di}$ Bemessungswert der Knickbeanspruchbarkeit der Diagonale

$$N_{b,Rd,di} = \frac{\chi \cdot A_d \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

mit

χ Knickabminderungsbeiwert nach DIN EN 1993-1-1¹³ Abschnitt 6.3.1 unter Ansatz der Knicklänge $L_{cr} = \beta_{dia} \cdot L_{sys,dia}$, mit $L_{sys,dia}$ gemäß Anlage 3 – Abbildung 2

$\beta_{dia} = 1,0$ Knicklängenbeiwert des Diagonalstabs

A_d Querschnittsfläche des Diagonalstabs

f_y Streckgrenze des Diagonalstabwerkstoffs

$\gamma_{M1} = 1,1$ Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen nach DIN EN 1993-1-1¹³

2.2.2.5 Nachweis der Schweißnähte

Der Nachweis der Schweißnähte (R_w) des Stahlträgers darf nach DIN EN 1993-1-8¹⁴ Abschnitt 4 geführt werden. Für Schweißnähte die den Angaben der Anlage 5 entsprechen darf auf einen Nachweis verzichtet werden.

2.2.3 Bemessung des Verbundträgers im Endzustand

2.2.3.1 Allgemeines

Auf Knicknachweise für die Stahlstäbe des Fachwerks des NPS®-Trägers darf verzichtet werden, da durch den Beton des Verbundträgers eine ausreichende Sicherung gegen Knicken gegeben ist.

Eine Bemessung nach diesem Bescheid setzt voraus, dass die Längseisen des NPS®-Trägers (Obergurt und Untergurt) jeweils in der Betondruckzone und der Zugzone des Verbundquerschnitts angeordnet sind.

Bei Ausbildung des Verbundträgers als Unterzug ist für den unterhalb der Decke herausragenden Beton eine Mindestbewehrung / Rissbreitenbewehrung entsprechend den Regeln für Kammerbeton in kammerbetonierten Trägern nach DIN EN 1994-1-1¹⁵ vorzusehen.

2.2.3.2 Momententragfähigkeit im Feld

Die Momententragfähigkeit $M_{pl,Rd}$ des Verbundträgers im Endzustand darf unter Ansatz der Teilverbundtheorie nach DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.2.1.3 ermittelt werden. Die als Verbundmittel des NPS®-Trägers angesetzten Fachwerkdigonalen mit Schweißnähten werden dabei als duktile Verbundmittel nach DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.6.1.1 Absatz (5) eingestuft.

Die Momententragfähigkeit darf dabei maximal der vollplastischen Momententragfähigkeit $M_{pl,Rd,f}$ des Verbundquerschnittes bei Vollverbund entsprechen. Diese wird nach DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.2.1.4 unter Berücksichtigung der Dehnungsbeschränkungen im Beton, Ansatz des Parabel-Rechteck-Diagramms nach DIN EN 1992-1-1¹ Abschnitt 3.1.7 sowie einer elastisch-ideal plastischen Spannungs-Dehnungs-Linie im Stahl entsprechend DIN EN 1993-1-1¹³ Abschnitt 5.4.3 bestimmt, siehe Anlage 3 – Abbildungen 3a und b. Die mittragenden Breiten der anschließenden Ortbetondecken können entsprechend DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 5.4.1.2 angesetzt werden.

Ausgehend von der vollplastischen Momententragfähigkeit $M_{pl,Rd,f}$ ist die Vorgehensweise nach DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.2.1.3 zur Bemessung von Verbundträgern mit duktilen Verbundmitteln anzuwenden, um die Übertragung der Längsschubkräfte nachzuweisen und die plastische Momententragfähigkeit $M_{pl,Rd}$ bei teilweiser Verdübelung zu bestimmen. Die zu übertragenden Längsschubkräfte werden entsprechend DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.2.1.3 Absatz (3) entlang von kritischen Schnitten bestimmt - siehe Anlage 3 – Abbildung 3 c) für das Beispiel des Endbereichs eines Durchlaufträgers. Unter Anwendung von DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.2.1.3 Absatz (4) wird die plastische Momententragfähigkeit bei Teilverbund mit Hilfe des Teilverbunddiagramms in Anlage 3 – Abbildung 3d) entsprechend folgender Gleichung bestimmt.

$$M_{pl,Rd} = M_{pl,a,Rd} + (M_{pl,Rd,f} - M_{pl,a,Rd}) \cdot \frac{N_{cd}}{N_{cd,f}}$$

¹⁴ DIN EN 1993-1-8:2010-12 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; in Verbindung mit DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12

¹⁵ DIN EN 1994-1-1:2010-12 Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für den Hochbau; in Verbindung mit DIN EN 1994-1-1/NA:2010-12

mit:

$M_{pl,a,Rd}$ vollplastische Momententragfähigkeit des Stahlträgers, vereinfacht bestimmt aus dem Minimum zwischen der plastischen Normalkrafttragfähigkeit im Untergurt ($N_{pl,a,b,Rd}$) und der im Obergurt ($N_{pl,a,t,Rd}$) multipliziert mit dem Hebelarm z_{pl} .

$$M_{pl,a,Rd} = \min\{N_{pl,a,b,Rd}; N_{pl,a,t,Rd}\} \cdot z_{pl}$$

mit:

$N_{cd,f}$ Betondruckkraft bei Erreichen der vollplastischen Momententragfähigkeit $M_{pl,Rd,f}$ entsprechend Anlage 3, Abbildungen 3a) und b).

N_{cd} Übertragbare Betondruckkraft zufolge des Verdübelungsgrads η nach Anlage 3, Abbildung 3d) entlang des betrachteten Schnittes entsprechend DIN EN 1994-1-1 Abschnitt 6.2.1.3 Absatz (3) und Verwendung der Tragfähigkeit der Verdübelung $P_{Rd,i}$, siehe Abschnitt 2.2.3.3

z_{pl} gemäß Anlage 3 Abbildungen 3a) oder 3b)

$$N_{cd} = \sum_i P_{Rd,i} = \sum_i P_{Rd,bot,i} + \sum_i P_{Rd,top,i}$$

Der Nachweis der Verdübelung des NPS®-Trägers mit dem Beton ist unter Anwendung der Tragfähigkeiten in Abschnitt 2.2.3.2 zu führen.

Die Längsschubausleitung in die anschließenden Deckenplatten ist nach DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.6.6 nachzuweisen.

2.2.3.3 Verdübelung

Die Verdübelung zwischen dem NPS®-Träger und dem Beton erfolgt maßgeblich über die Verzahnung im Bereich der Schweißpunkte der Diagonalen an den Ober- und Untergurten. Im Nachweis der Tragfähigkeit der Verdübelung und der übertragbaren Längsschubkräfte wird der Bemessungswert der Tragfähigkeit pro Schweißpunkt zwischen Diagonale und Gurtstäben am Obergurt (Index "top") oder Untergurt (Index "bot") angesetzt, multipliziert mit der Anzahl n_q dieser Schweißpunkte in Trägerquerrichtung. Der daraus resultierende Bemessungswert der übertragbaren Längsschubkräfte an Schweißstellen am Untergurt ($P_{Rd,bot,i}$) bzw. am Obergurt ($P_{Rd,top,i}$) ist in Anlehnung an die Regelungen für den Nachweis von Kopfbolzendübel nach DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.6.3.1 mit nachfolgenden Formeln zu berechnen. Die in den Formeln zu verwendenden geometrischen Größen sind Anlage 4 – Abbildungen 2 und 3 zu entnehmen.

Die Verdübelung des NPS®-Trägers darf im Sinne von DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.6.1.1 Absatz (5) als duktil eingestuft werden.

Der Mindestverdübelungsgrad für eine teilweise Verdübelung aus DIN EN 1994-1-1¹⁵ Abschnitt 6.6.1.2 Absatz (3) f) ist sinngemäß anzuwenden.

Auf einen separaten Nachweis der Tragfähigkeit der Stahlkomponente der Verbundmittels (Diagonalen und Schweißnähte) kann bei Ausführungen entsprechend den Anlagen 1, 2 und 6 verzichtet werden.

$$P_{Rd,bot,i} = n_q \cdot \frac{k_{bot} \cdot k_n \cdot 0,29d_w^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_V}$$

$$P_{Rd,top,i} = n_q \cdot \frac{k_{top} \cdot k_n \cdot 0,29d_w^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_V}$$

mit:

n_q Anzahl Diagonalen in Trägerquerrichtung

- $k_{bot}=1,0$ bei NPS®-Trägern mit Blech als Untergurt (Typ 1 in Anlage 4 Abbildung 3)
 $k_{bot}=0,5$ bei NPS®-Trägern mit Rundstab als Untergurt (Typ 2 oder 3 in Anlage 4 Abbildung 3)
 $k_{top}=0,5$ bei gleichzeitiger Berücksichtigung einer Reduktion der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,D}$ über $\alpha_{red} = 0,85$, siehe Abschnitt 2.2.3.5.2
 $k_{top}=0,0$ ohne Reduktion von $V_{Rd,D}$ mit $\alpha_{red} = 1,00$, siehe Abschnitt 2.2.3.5.2 (entspricht der Vernachlässigung der Tragwirkung):

$$k_n = \frac{8(1 - k_s) + n_q \cdot (5k_s - 4)}{n_q} \leq 1,0$$

$$k_s = 0,9 + \frac{0,1(e_q - d_w)}{4d_w} \leq 1,0$$

- d_w Nennwert des Durchmessers der Diagonalstäbe des NPS®-Trägers
 f_{ck} charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons
 E_{cm} mittleres Elastizitätsmodul des Betons
 e_q lichter Querabstand zwischen den sinusförmigen Diagonalstäben des NPS®-Trägers; je nach Lage des Verbundmittels (am Ober- oder Untergurt) ist $e_{q,t}$ oder $e_{q,b}$ nach Anlage 4 Abbildung 3 anzusetzen
 $\gamma_V=1,5$ entsprechend DIN EN 1994-1-1/NA¹⁶, NDP zu 6.6.3.1(1)

2.2.3.4 Nachweis der Momentenragfähigkeit im Stützbereich

Die Biegetragfähigkeit im Stützbereich von Durchlaufträgern oder Einspannung in angrenzende Bauteile ist unter Ansatz eines Stahlbetonbalkens nach Anlage 5 unter Vernachlässigung des Stahlbauteils nach DIN EN 1992-1-1¹ Abschnitt 6.1 nachzuweisen.

2.2.3.5 Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

2.2.3.5.1 Allgemeines

Die Querkrafttragfähigkeit des Stahlverbundträgers NPS® im Endzustand (einbetonierter Zustand) wird in Anlehnung an DIN EN 1992-1-1 Abschnitt 6.2.3 mit Hilfe eines Fachwerkmodells entsprechend Anlage 4 – Abbildung 1 bestimmt. Der Querkraftwiderstand ist an maßgebenden Schnitten für

- die Zugstrebenragfähigkeit des Fachwerks

$$V_{Rd,ten} = V_{Rd,D} + V_{Rd,s}$$

(zusammengesetzt aus dem Tragfähigkeitsanteil der Stahldiagonalen des NPS®-Trägers $V_{Rd,D}$ und dem Tragfähigkeitsanteil Querkraftbewehrung $V_{Rd,s}$),

und

- die Druckstrebenragfähigkeit des Fachwerks

$$V_{Rd,comp} = V_{Rd,D} + V_{Rd,c}$$

(zusammengesetzt aus dem Tragfähigkeitsanteil der Stahldiagonalen des NPS®-Trägers $V_{Rd,D}$ und dem Tragfähigkeitsanteil der Beton-Druckstrebe $V_{Rd,c}$)

nachzuweisen.

Dabei sind $V_{Rd,D}$, $V_{Rd,s}$ and $V_{Rd,c}$ nach den Abschnitten 2.2.3.5.2 bis 2.2.3.5.4 und Anlage 4 Abbildung 1 zu ermitteln.

¹⁶ DIN EN 1994-1-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für den Hochbau

Der Winkel θ entspricht dem Winkel zwischen den horizontalen Längsstäben und einer Verbindungslinie zwischen den Hoch- und Tiefpunkten der Biegeradien der Diagonalen, womit gilt:

$$\theta \cong \alpha \quad \text{und} \quad z \cdot (2 \cot \theta) = p$$

mit:

z gemäß Anlage 4 Abbildung 1

p Abstand der Hoch- bzw. Tiefpunkte der Diagonalen gemäß Anlage 4 Abbildung 1

Vereinfachend darf die Querkrafttragfähigkeit des Verbundträgers auch unter Vernachlässigung der Querkraftbewehrung mit $V_{Rd,s} = 0$ und der Betondruckstrebe mit $V_{Rd,c} = 0$ unter alleinigem Ansatz der Querkrafttragfähigkeit des NPS®-Trägers mit

$$V_{Rd,ten} = V_{Rd,comp} = V_{Rd,D}$$

ermittelt werden.

2.2.3.5.2 Tragfähigkeit der Stahldiagonalen des NPS®-Trägers $V_{Rd,D}$

Die Tragfähigkeit der Stahldiagonalen des NPS®-Trägers $V_{Rd,D}$ errechnet sich aus:

$$V_{Rd,D} = V_{Rd,D}' \cdot \alpha_{red}$$

und

$$V_{Rd,D}' = z \cdot (2 \cot \theta) \cdot \frac{1}{p} \cdot \sum \frac{d_w^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \sin \alpha \cdot \sin \beta = \sum \frac{d_w^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

mit:

$\sum \frac{d_w^2 \cdot \pi}{4}$ Summe der Querschnittsflächen der Diagonalen des NPS®-Trägers im betrachteten Schnitt.

α, β, θ Winkel, s. Anlage 4 Abbildung 1

$z; p$ gemäß Abschnitt 2.2.3.5.1

$\frac{f_y}{\gamma_{M0}}$ Bemessungswert der Streckgrenze der Diagonalen des NPS®-Trägers nach DIN EN 1993-1-1¹³

$\alpha_{red} = 0,85$

Wird in der Ermittlung der Tragfähigkeit und dem Nachweis der Verdübelung nach den Abschnitten 2.2.3.2 und 2.2.3.3 der Traganteil der übertragbaren Längsschubkräfte an Schweißstellen am Obergurt (mit k_{top} bzw. $P_{Rd,top,i} = 0$) nicht in Ansatz gebracht darf der Abminderungsbeiwert $\alpha_{red} = 1,0$ verwendet werden.

(Anmerkung: Der Abminderungsbeiwert α_{red} berücksichtigt lokale Biegespannungen der Stahldiagonalen des NPS®-Trägers im Grenzzustand der Tragfähigkeit.)

2.2.3.5.3 Tragfähigkeit der Querkraftbewehrung $V_{Rd,s}$

Wird Querkraftbewehrung zum Nachweis der Zugstreben tragfähigkeit nach Abschnitt 2.2.3.5.1 rechnerisch in Ansatz gebracht ($V_{Rd,s} > 0$), gelten die Regeln für die Bestimmung der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,s}$ von Balken bzw. Plattenbalken mit Querkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1¹ Abschnitt 6.2.3 (6.8) bzw. (6.13), unter Beachtung der Regeln dieses Bescheids. Unter Zugrundelegung des Tragmodells und der geometrischen Zusammenhänge nach Anlage 4 berechnet sich die Tragkomponente $V_{Rd,s}$ wie folgt:

$$V_{Rd,s} = z \cdot (\cot \theta) \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} = \frac{p}{2s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \leq V_{Rd,s,max}$$

mit:

$z; p$ gemäß Abschnitt 2.2.3.5.1

θ	gemäß Anlage 4 Abbildung 1
s	Abstand vertikal angeordneter Querkraftbewehrung
A_{sw}	Querschnittsfläche der Querkraftbewehrung
f_{ywd}	Bemessungswert der Streckgrenze der Querkraftbewehrung gemäß DIN EN 1992-1-1 ¹
$V_{Rd,s,max}$	a) Besteht die Querkraftbewehrung aus Bügeln nach DIN EN 1992-1-1 ¹ Abschnitt 9.2.2, die die Längszugbewehrung und die Druckzone umfassen (nur bei NPS®-Trägern nach Anlage 2 möglich), darf maximal die Hälfte der Querkraft durch Querkraftbewehrung aufgenommen werden und es gilt:

$$V_{Rd,s,max} = V_{Rd,D}$$

b) Besteht die Querkraftbewehrung aus Querkraftzulagen nach DIN EN 1992-1-1¹ Abschnitt 9.2.2 darf maximal ein Drittel der Querkraft durch Querkraftbewehrung aufgenommen werden und es gilt:

$$V_{Rd,s,max} = \frac{V_{Rd,D}}{2}$$

2.2.3.5.4 Tragfähigkeitsanteil der Beton-Druckstrebe $V_{Rd,c}$

Wird zum Nachweis der Druckstreben­tragfähigkeit nach Abschnitt 2.2.3.5.1 die Betondruckstrebe rechnerisch in Ansatz gebracht ($V_{Rd,c} > 0$), gelten die Regeln für die Bestimmung der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c} = V_{Rd,max}$ von Balken bzw. Plattenbalken mit Querkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1¹ Abschnitt 6.2.3 (6.14), unter Beachtung der Regeln dieses Bescheids. Unter Zugrundelegung des Tragmodells und der geometrischen Zusammenhänge nach Anlage 4 berechnet sich die Tragkomponente $V_{Rd,c}$ wie folgt:

$$V_{Rd,c} = \left(b_w \cdot \frac{p/2}{1 + \cot^2 \theta} - \sum \frac{d_w^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta \right) \cdot v_1 \cdot f_{cd} \leq P_{Rd,bot,i} \cdot \tan \theta$$

mit:

b_w	kleinste Querschnittsbreite des Betonquerschnitts
p	gemäß Abschnitt 2.2.3.5.1
α, β, θ	Winkel, s. Anlage 4 Abbildung 1
$\sum \frac{d_w^2 \cdot \pi}{4}$	gemäß Abschnitt 2.2.3.5.2
$v_1 = 0,5$	Abminderungsbeiwert für die Betonfestigkeit bei Schubrisen
f_{cd}	Bemessungswert der Betondruckfestigkeit nach DIN EN 1992-1-1 ¹
$P_{Rd,bot,i}$	Tragfähigkeit der Verdübelung am unteren Schweißpunkt gemäß Abschnitt 2.2.3.2

2.3 Ausführung

Es gelten die Regelungen in DIN EN 1994-1-1¹⁵.

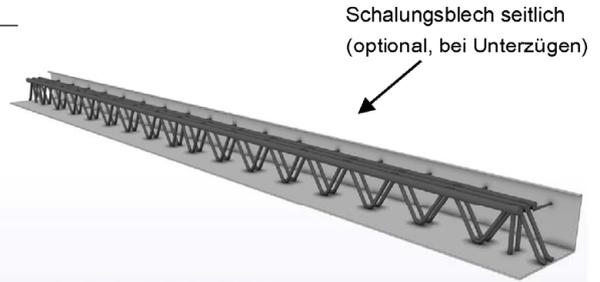
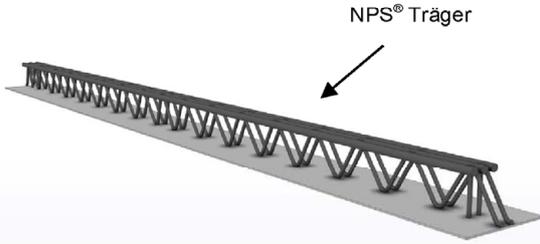
Die bauausführende Firma hat zur Bestätigung der Übereinstimmung, der Stahlverbundträger NPS® mit dieser allgemeinen Bauartgenehmigung, eine Übereinstimmungserklärung gemäß §§ 16a Abs. 5 i.V.m. 21 Abs. 2 MBO¹⁷ abzugeben.

Dr.-Ing. Ronald Schwuchow
Referatsleiter

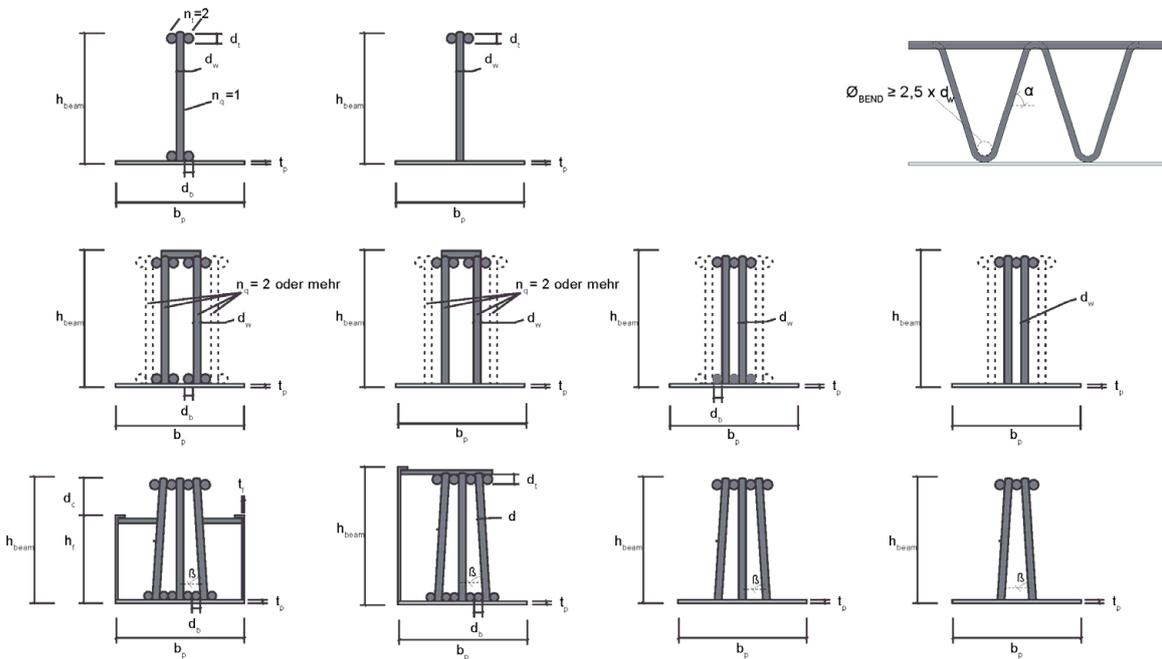
Beglaubigt
Bertram

¹⁷ bzw. deren Umsetzung in den Landesbauordnungen

Ausführungen ohne oder mit seitlicher Schalung



Querschnittstypen



Abmessungsbereiche		
	Werte MIN	Werte MAX
h_{beam}	200 mm	1400 mm
h_f	50 mm	1300 mm
d_c	100 mm	600 mm

	Werte MIN	Werte MAX
b_p	200 mm	1200 mm
t_f	3 mm	5 mm
t_p	3 mm	40 mm
α	45 °	70 °
β	0 °	15 °
$\varnothing_{\text{BEND}}$	$\geq 2,5 \times d_w$	

	Werte MIN	Werte MAX
d_t	14 mm	62 mm
d_w	16 mm	36 mm
d_b	14 mm	62 mm

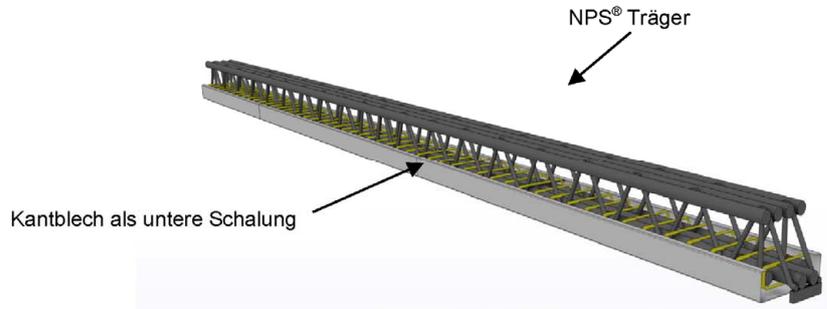
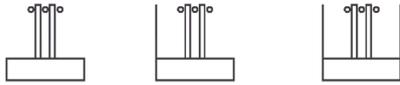
n_q	Konfigurierbar mit $+n_q$ Stegriehen	
n_t	Konfigurierbar mit $+n_t$ Obergurtstäben	

Stahlverbundträger NPS®

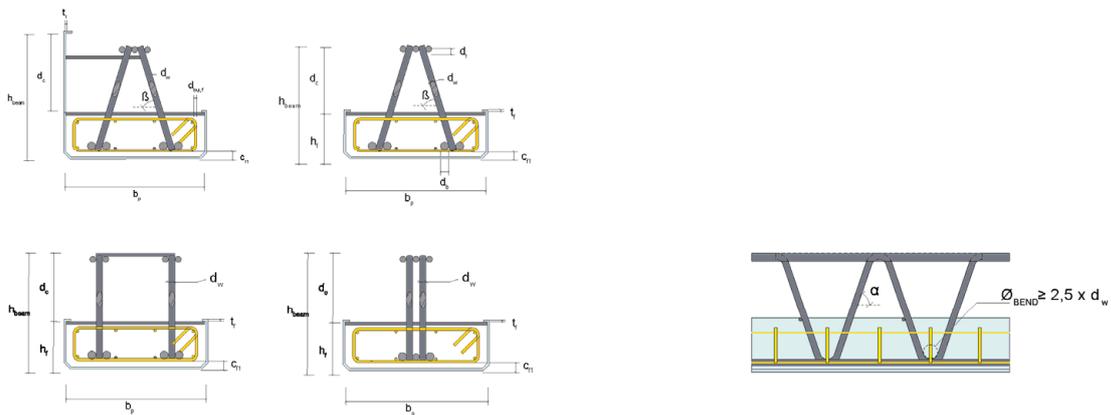
**Abmessungen und Ausführungsvarianten
 Ausführung ohne unteres Kantblech und Abstandhaltern**

Anlage 1

Ausführungen ohne oder mit seitlicher Schalung



Querschnittstypen



Abmessungsbereiche		
	Werte MIN	Werte MAX
h_{beam}	200 mm	1400 mm
h_f	100 mm	300 mm
d_c	50 mm	1100 mm

	Werte MIN	Werte MAX
b_p	200 mm	1200 mm
t_p	3 mm	40 mm
α	45 °	70 °
β	0 °	15 °
\varnothing_{BEND}	$\geq 2,5 \times d_w$	

	Werte MIN	Werte MAX
d_t	14 mm	62 mm
d_w	16 mm	36 mm
d_b	14 mm	62 mm
$d_{bu,f}$	8 mm	40 mm
d_{bu}	8 mm	16 mm
c_H	25 mm	50 mm

Stahlverbundträger NPS®

**Abmessungen und Ausführungsvarianten
 Ausführung mit unterem Kantblech und Abstandhaltern**

Anlage 2

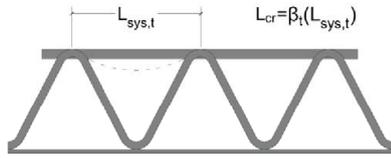


Abbildung 1 - Knicklänge Obergurt

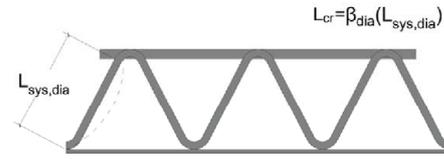
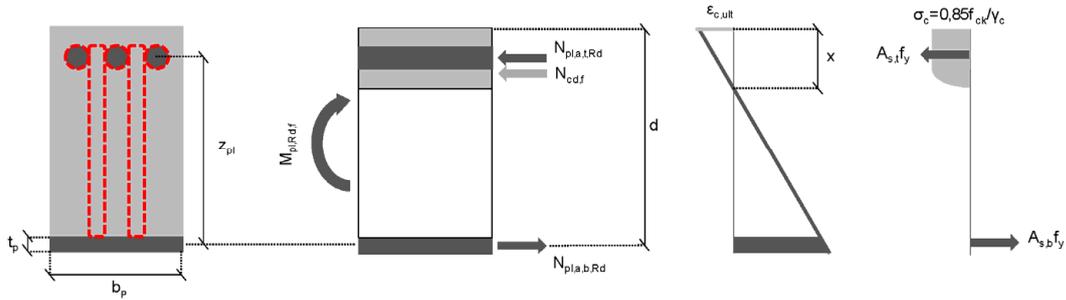
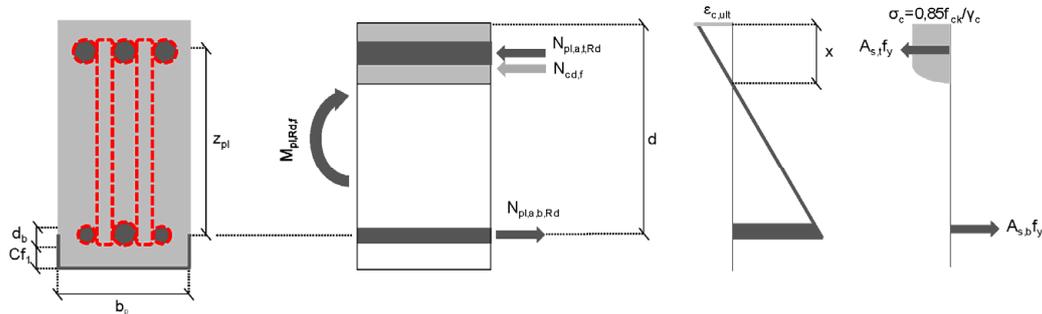


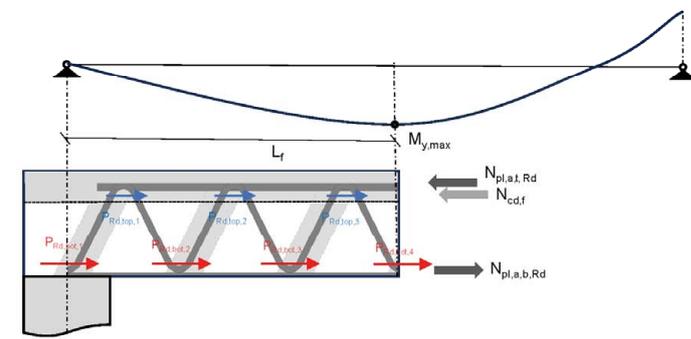
Abbildung 2 - Knicklänge Stegdiagonale



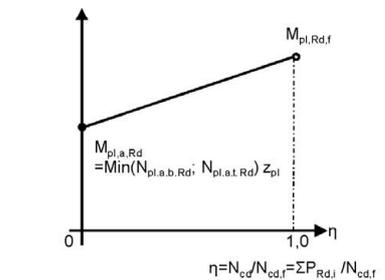
a) Biegetragfähigkeit unter Berücksichtigung der Dehnungsgrenzen im Beton (Ausführung ohne unteres Kantblech und Abstandhaltern)



b) Biegetragfähigkeit unter Berücksichtigung der Dehnungsgrenzen im Beton (Ausführung mit unterem Kantblech und Abstandhaltern)



c) Schnittführung zur Bestimmung der Längsschubkräfte



d) Teilverbunddiagramm

Abbildung 3 - Tragverhalten bei positiver Momenten-Bbeanspruchung

Stahlverbundträger NPS®

Knicklängen und Bemessungsmodelle für Nachweise im Bau- und Endzustand

Anlage 3

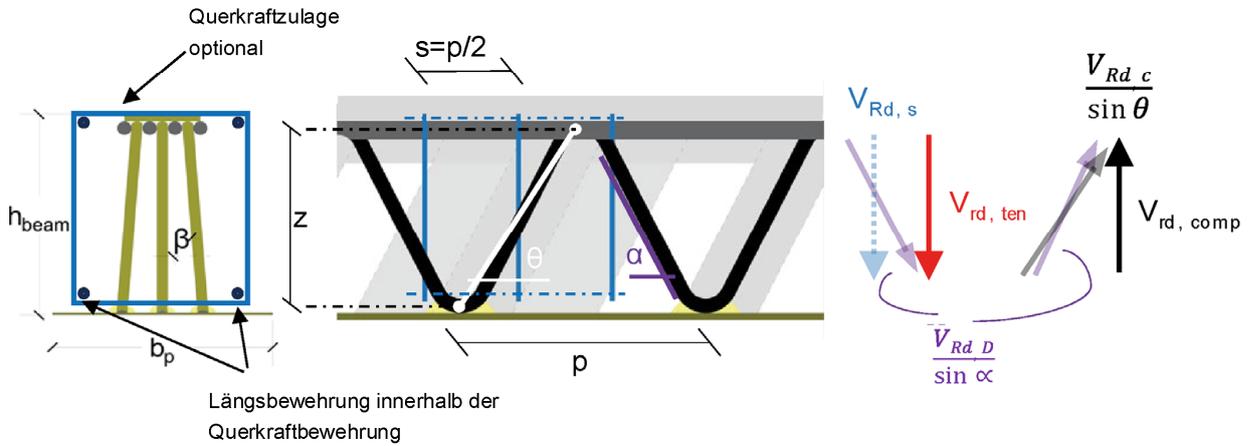


Abbildung 1 – Tragmodell für die Bestimmung der Querkraft-Tragfähigkeit

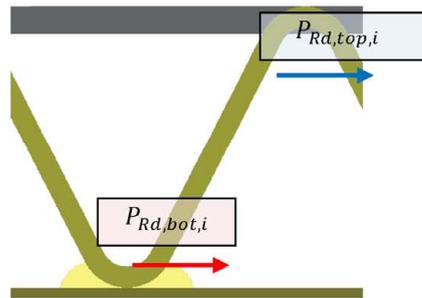


Abbildung 2 – Modell für das „Verbundmittel“ und übertragene Längsschubkräfte pro Schweißpunkt in NPS®-Verbindträgern

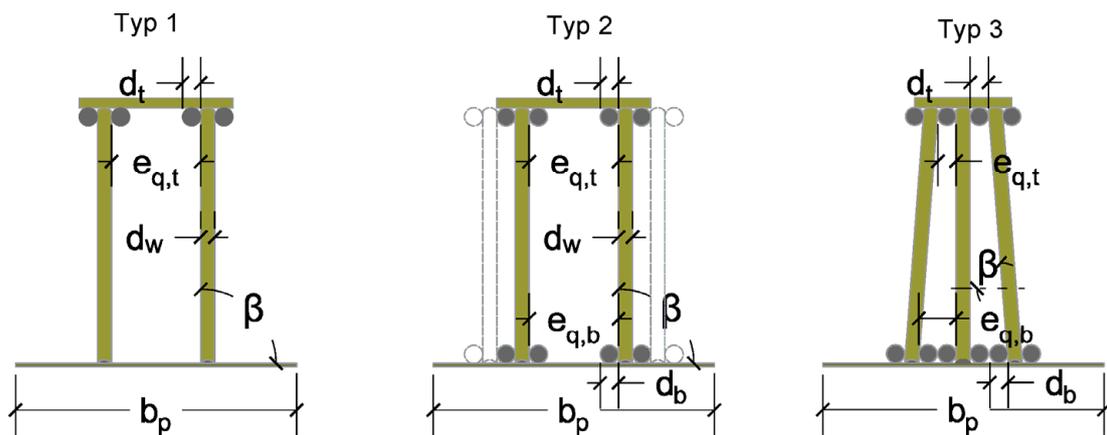
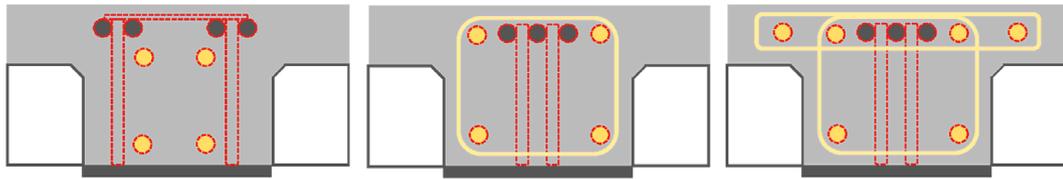


Abbildung 3 – Geometrische Größen bei der Bestimmung der Tragfähigkeit der Verdübelung

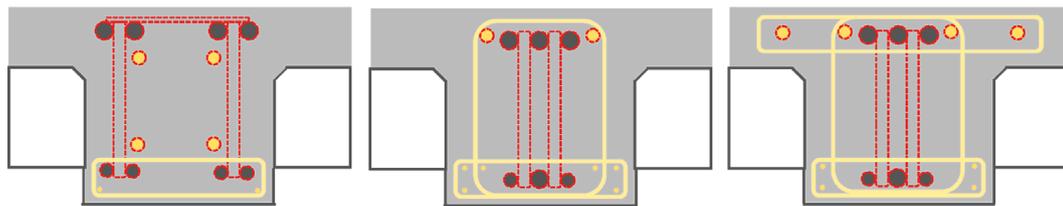
Stahlverbundträger NPS®

Knicklängen und Bemessungsmodelle für Nachweise im Bau- und Endzustand

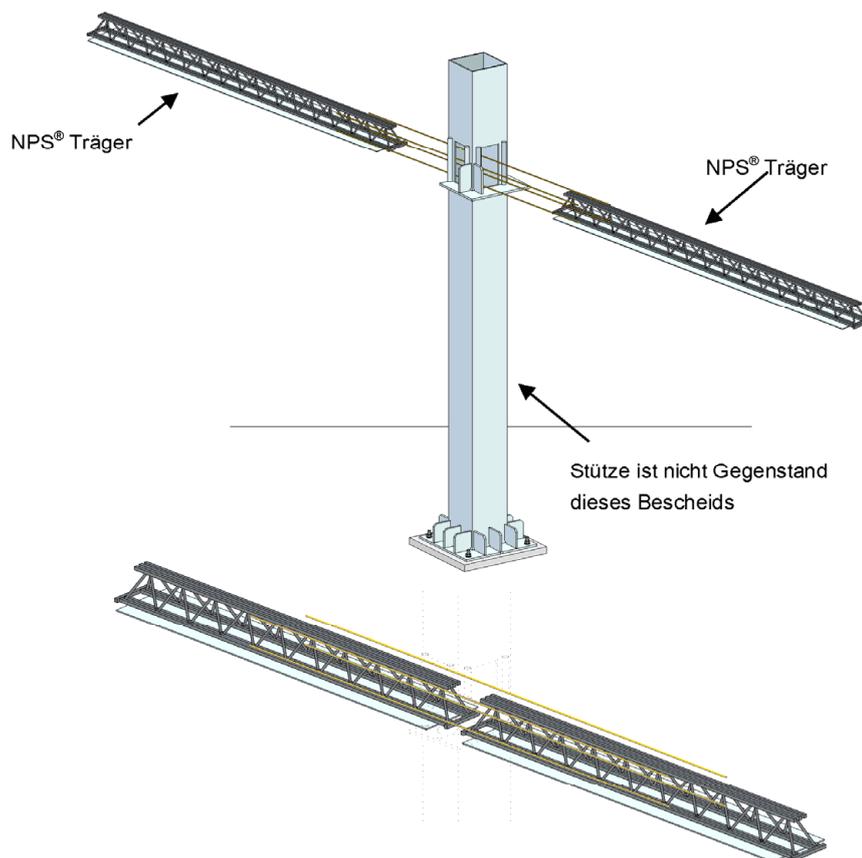
Anlage 4



a) Ausführung ohne unteres Kantblech



b) Ausführung mit unterem Kantblech



c) 3D Ansicht

Abbildung 1 - Bewehrung im Stützbereich von Durchlaufträgern

Stahlverbundträger NPS®

Bewehrung im Stützbereich bei Durchlaufträgern

Anlage 5

Beschreibung	Mindestabmessungen ohne rechnerische Bemessung	Grafische Darstellung
Schweißung Diagonalen an runde Ober- und Untergurte ⁽¹⁾	$a = 0,3 \min(d_w; d_{b/t})$ $L_{weld} = 3x d_w$ $L_{weld,tot} = 2x L_{weld}$ <p>d_b - Durchmesser Längseisen Untergurt d_t - Durchmesser Längseisen Obergurt</p>	
Schweißung Diagonalen an Untergurtblech mit Rundstäben ⁽¹⁾	$a = 0,5 \min(d_w; d_b)$ $L_{weld,tot} = 2x(2 \min(d_w; d_b) + d_w)$	
Schweißung Diagonalen an Untergurtblech ⁽¹⁾	$z_w = \min(0,5 d_w; 1,2 t_p)$ $a = z_w / \sqrt{2}$ $L_{weld,tot} = 2x 3 d_w$	
Schweißung vertikaler Abstandstab an Rundung Diagonale ⁽²⁾	$z_w = 0,4 d_w$ $a = z_w / \sqrt{2}$ $L_{weld,tot} = d_w \pi$	
Schweißung vertikaler Abstandstab an Untergurtblech ⁽²⁾	$z_w = \min(0,4 d_w; 1 t_p)$ $a = z_w / \sqrt{2}$ $L_{weld,tot} = d_w \pi$	

(1) Bei Ausführung der Schweißnähte mit den hier genannten Abmessungen darf auf einen rechnerischen Nachweis der Tragfähigkeit der Schweißnähte verzichtet werden.

(2) Fertigungsnaht ohne Tragfunktion im Endzustand.

Stahlverbundträger NPS®

Schweißnahtkatalog – Beschreibung und Abmessungen von Nähten ohne Erfordernis eines rechnerischen Nachweises

Anlage 6