

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:

08.08.2016

Geschäftszeichen:

I 34-1.26.1-2/16

Zulassungsnummer:

Z-26.1-44

Antragsteller:

Hoesch Bausysteme GmbH
Hammerstraße 11
57223 Kreuztal

Geltungsdauer

vom: **8. August 2016**

bis: **5. Februar 2021**

Zulassungsgegenstand:

Hoesch Additiv Decke®

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen. Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 17 Seiten und 19 Anlagen. Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-26.1-44 vom 5. Februar 2016. Der Gegenstand ist erstmals am 7. Januar 2003 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

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

Bei der zugelassenen Bauart handelt es sich um eine tragende Decke gemäß Anlage 1 oder Anlage 2, die sich aus Stahltrapezprofiltafeln TRP 200 des Hoesch-Dachsystems 2000 in Anlehnung an die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-14.1-137 und einer bauseitig hergestellten Stahlbetonrippendecke nach DIN EN 1992-1-1¹ zusammensetzt.

Die Profiltafeln werden, abweichend von der Zulassung Nr. Z-14.1-137, zwischen Stahlträgern auf Stahlknaggen hängend gelagert. Die Stahlknaggen sind auf die Stahlträgeroberflansche geschweißt und kragen seitlich aus. Die Profiltafeln dienen im Bauzustand als selbsttragende Schalung.

Die Zulassung gilt für auf die Verwendung der Hoesch Additiv Decke[®] in Parkhäusern sowie Bauwerken des Hoch- und Industriebaus unter statischer und quasi-statischer Beanspruchung. Die Decke darf in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit als Kette von einachsig gespannten, rechnerisch gelenkig gelagerten Einfeldplatten idealisiert werden. Bei der Verwendung von Blechformteilen ist auch eine Ausbildung als Durchlaufträger möglich.

Für Deckenstützweiten $\leq 6,00$ m und Nutzlasten $q_k \leq 5,00$ kN/m² nach DIN EN 1991-1-1², Abschnitt 6.3 darf bei der Bemessung das anisotrope Tragverhalten der Decke vernachlässigt werden, wenn die Regelungen dieser Zulassung eingehalten sind. Bei der Verwendung der Decke in Parkhäusern ist zusätzlich Abschnitt 3.4.2 zu beachten. Für Deckenstützweiten $> 6,00$ m ist grundsätzlich das anisotrope Tragverhalten der Decke zu beachten.

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Abmessungen

2.1.1.1 Profiltafeln

Die Abmessungen und Maßtoleranzen der Profiltafeln müssen den Angaben in den Anlagen 3 bis 5 und den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

Für die Grenzabmaße der Nennblechdicke gelten die Toleranzen nach DIN EN 10143³, Tabelle 2 (normale Grenzabmaße), für die unteren Grenzabmaße jedoch nur die eingeschränkten Grenzabmaße S.

2.1.1.2 Stahlknaggen

Die Abmessungen und Maßtoleranzen der Stahlknaggen müssen den Angaben in den Anlagen 3 bis 5 und den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

2.1.1.3 Blechformteil zur Herstellung der Durchlaufwirkung

Es gelten die Regelungen nach 2.1.1.1.

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/NA:2011-01
2	DIN EN 1991-1-1:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12
3	DIN EN 10143:2006-09	Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Blech und Band aus Stahl - Grenzabmaße und Formtoleranzen

2.1.2 Werkstoffe

2.1.2.1 Profiltafeln

Für die Herstellung der Profiltafeln ist ein für die Kaltumformung geeignetes korrosionsgeschütztes Stahlblech zu verwenden.

Das noch nicht profilierte Ausgangsmaterial muss mindestens die mechanischen Eigenschaften eines Stahls der Sorte S350GD+Z nach DIN EN 10346⁴ aufweisen.

Diese Anforderungen müssen auch vom fertigen Bauteil im endgültigen Verwendungszustand erfüllt werden.

2.1.2.2 Stahlknaggen

Für die Herstellung der Stahlknaggen ist Baustahl nach DIN EN 1993-1-1⁵, Tabelle 3.1 zu verwenden.

2.1.2.3 Blechformteil zur Herstellung der Durchlaufwirkung

Es gelten die Regelungen nach 2.1.2.1.

2.1.3 Korrosionsschutz

Es gelten die Bestimmungen in DIN EN 10346⁴ und DIN EN 1090-2⁶ und DIN 55634⁷.

Als Korrosionsschutz ist mindestens eine Beschichtung gemäß Auflagenkennzahl Z275, ZA255 oder AZ150 nach DIN EN 10346⁴ vorzusehen.

2.2 Herstellung und Kennzeichnung

2.2.1 Herstellung

Für die Herstellung der Profiltafeln gilt DIN EN 1090-2⁶. Die werkseigene Produktionskontrolle des Herstellers muss nach DIN EN 1090-1⁸ zertifiziert sein.

2.2.2 Kennzeichnung

Zusätzlich zur CE-Kennzeichnung nach DIN EN 1090-1⁸, Abschnitt ZA.3, ist eine Kennzeichnung anzubringen, die eine eindeutige Zuordnung zu dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ermöglicht.

3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

3.1 Allgemeines

Im Endzustand tragen die Profiltafeln und die Stahlbetonrippendecke additiv, d.h. es wird kein Verbund zwischen Profiltafel und Stahlbetonrippendecke in Anspruch genommen.

4	DIN EN 10346:2015-10	Kontinuierlich schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse aus Stahl - Technische Lieferbedingungen
5	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/NA:2010-12
6	DIN EN 1090-2:2011-10	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken
7	DIN 55634:2010-04	Beschichtungsstoffe und Überzüge – Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen aus Stahl
8	DIN EN 1090-1:2012-02	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile

Soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt ist, gelten für die bauliche Durchbildung und die Bemessung der beiden Komponenten der Decke DIN EN 1993-1-3⁹, DIN EN 1992-1-1¹ und DIN EN 1994-1-1¹⁰. Die Anordnung von Querrippen entsprechend DIN EN 1992-1-1¹, Abschnitt 5.3.1 ist nicht erforderlich.

Die Hoesch Additiv Decke[®] darf auch als Gurt von Stahlverbundträgern genutzt werden.

3.2 Entwurf

3.2.1 Profiltafeln

Die nominelle Blechdicke muss 1,00 mm, 1,13 mm, 1,25 mm oder 1,50 mm betragen.

3.2.2 Beton

Der Aufbeton muss den Festigkeitsklassen C20/25 bis C50/60 nach DIN EN 206-1¹¹ und DIN 1045-2¹² entsprechen.

Die Dicke der Gurtplatte der Rippendecke muss mindestens 80 mm betragen.

3.2.3 Auflagerung

Die Ausbildung der Stahlknaggen und ihre Befestigung auf den Stahlträgern sowie die Auflagerung der Profiltafeln auf den Stahlknaggen müssen den Anlagen 3 bis 5 entsprechen. Die Profiltafeln sind auf jeder Knagge mit Setzbolzen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung oder europäischer technischer Zulassung zu befestigen.

3.2.4 Konstruktive Bewehrung aus Betonstahl

Als konstruktive Deckenbewehrung gegen Schwindrisse und zur Lastverteilung ist ein orthogonales Bewehrungsnetz von mindestens 2,00 cm²/m unter Berücksichtigung der Betondeckung nach DIN EN 1992-1-1¹ in die Gurtplatte einzulegen. Diese Bewehrung darf bei allen statischen Nachweisen angerechnet werden.

Bei einer Ausbildung der Decke als Kette von Einfeldträgern ist über Innenträgern üblicherweise eine obere Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten nach Abschnitt 3.4.4.1 anzuordnen. Wenn die Decke bei Parkdecks nicht direkt befahren wird und der Korrosionsschutz der Bewehrung anderweitig sichergestellt wird (z. B. durch Dichtungsbahnen, Gussasphalt), darf bei kleineren erforderlichen Betondeckungen auf eine obere Bewehrungslage verzichtet werden, sofern die durchlaufende Bewehrung die Anforderungen nach Abschnitt 3.4.4.1 erfüllt.

3.2.5 Tragende Bewehrung aus Betonstahl

In die Betonrippen ist je ein über die ganze Profiltafellänge durchgehender untenliegender Bewehrungsstab mit mindestens 8 mm Durchmesser einzulegen. Seine Lage im Querschnitt geht aus Anlage 6 hervor.

Als Auflagerbewehrung sind an Zwischen- und Endauflagern in die Enden der Betonrippen unter 45° geneigte zweiseitige Schrägbügel einzulegen (siehe Anlagen 7, 8 und 9). Der Durchmesser der Bügel muss mindestens 6 mm betragen. Zusätzlich erforderliche Bewehrung (z. B. zur Aufnahme des Schulterschubs) bei Verbundträgern ist gesondert nachzuweisen.

Bei Ausbildung der Decke als Durchlaufsystem ist die durchlaufende Deckenbewehrung nach statischen Erfordernissen auszubilden. Auf die obere Bewehrungslage zur Begrenzung der Rissbreiten nach Abschnitt 3.4.4.1 kann verzichtet werden, wenn die durchlaufende Deckenbewehrung den Vorgaben nach Abschnitt 3.4.4.2 entspricht.

9	DIN EN 1993-1-3:2010:12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-3: Allgemeine Regeln – Ergänzende Regeln für kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche in Verbindung mit DIN EN 1993-1-3/NA:2010-12
10	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
11	DIN EN 206-1:2001-07	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
12	DIN EN 1045-2:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1

3.2.6 Aussteifung

Für die Übertragung horizontaler Kräfte und für die horizontale Aussteifung von Geschossbauten darf nur die Gurtplatte herangezogen werden. Gleichzeitig in Deckenebene und quer zur Deckenebene wirkende Beanspruchungen sind dabei zu überlagern.

Die Weiterleitung der Horizontalkräfte in die Unterkonstruktion bzw. Vertikalverbände oder Scheiben ist nachzuweisen.

3.2.7 Randausbildung

Der rippenparallele Rand der Decke ist nach Anlage 10 auszubilden.

3.2.8 Parkdecks

Parkdecks sind mit einem Gefälle von mindestens 1,5 % auszuführen. Für die gesamte Deckenfläche muss eine ausreichende Entwässerung sichergestellt werden.

3.3 Bemessung der Profiltafeln im Bauzustand

3.3.1 Lastannahmen

Zusätzlich zum Eigengewicht der Profiltafeln und des Frischbetons mit Bewehrung sind für den Betoniervorgang und sonstige Montagearbeiten zu berücksichtigende Lasten nach DIN EN 1994-1-1¹⁰, Abschnitt 9.3.2 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-6¹³, Abschnitt 4.11.2 anzunehmen.

3.3.2 Tragsicherheitsnachweis

Für den Tragsicherheitsnachweis der Profiltafeln gelten die Nachweise nach DIN EN 1993-1-3⁹.

Die Beanspruchbarkeiten und Bemessungskenngrößen für die Profiltafel können der Anlage 12 entnommen werden. Ein Querstoß der Tafeln ist nicht zulässig.

Sind im Bauzustand temporäre Zwischenunterstützungen erforderlich, so sind diese nach den in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-14.1-137 angegebenen Regelungen für Zwischenaufleger auszubilden und zu bemessen.

Für den Nachweis der Aufnahme von Querkraften ist das Abscheren des Blechs im Bereich der Profiltafellagerung auf der Knagge maßgebend. Die entsprechenden Bemessungswerte $A_{K,Rd}$ der aufnehmbaren Querkraft pro Knagge sind Tabelle 1 zu entnehmen. Bei Ausbildung der Befestigung der Stahlknagge auf dem Stahlträger nach Anlagen 3, 4 oder 5 kann auf einen gesonderten Nachweis der Befestigung verzichtet werden.

Tabelle 1: Beanspruchbarkeit der Profiltafelauflagerung an einer Stahlknagge

t_{nom} [mm]	1,00	1,13	1,25	1,50
$A_{K,Rd}$ [kN]	7,9	9,3	10,8	14,1

Der Setzbolzen, mit dem die Profiltafel auf der Stahlknagge befestigt wird, ist auf horizontales Abscheren für eine Kraft $F_{Qd} = 0,25 A_{K,Ed}$ nachzuweisen, wobei $A_{K,Ed}$ der Bemessungswert der auf eine Stahlknagge entfallenden Auflagerkraft ist.

Eventuelle Torsionsbeanspruchungen der Stahlträger während des Betonierens infolge einseitiger Frischbetonbelastung sind zu beachten.

¹³

DIN EN 1991-1-6:2010-12

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen, Einwirkungen während der Bauausführung in Verbindung mit DIN EN 1991-1-6/NA:2010-12

3.4 Bemessung der Decke im Endzustand

3.4.1 Berechnungsgrundlagen

Es gilt das in DIN EN 1990¹⁴ angegebene Nachweiskonzept.

Dem Nachweis der Tragsicherheit liegt das Berechnungsmodell nach Anlage 11 zugrunde. Es ist dadurch gekennzeichnet, dass

- das Biegemoment $M_{Ed,max}$ der Decke von der Profiltafel und von der Stahlbetonrippendecke additiv aufgenommen wird und
- die Querkraft $V_{Ed,max}$ am Auflager der Decke von der Profiltafel und von der Stahlbetonrippendecke ebenfalls additiv aufgenommen wird, wobei davon ausgegangen wird, dass die Profilbleche im Bauzustand nicht unterstützt werden.

Dabei wird der Anteil $q_{c,Ed}$ der Streckenlast der Stahlbetonrippe über die gesamte Stützweite L übertragen, während der Anteil $q_{PT,Ed}$ vom Profilblech über die Stützweite L_{PT} abgetragen wird. Der Abstand zwischen den Aufbiegepunkten der Rippenbewehrung wird nachfolgend mit L_c bezeichnet. Siehe Anlage 11. Die rechnerische Stützweite L_{PT} der Profiltafel ergibt sich aus dem Abstand der Knaggenauflagerungen und die Stützweite L entspricht dem Abstand der unterstützenden Verbundträger.

3.4.2 Lastannahmen

Bei lotrechten Nutzlasten, bei konzentrierten Einzellasten oder bei Linienlasten, die größer sind als die im Folgenden genannten, sind besondere Maßnahmen erforderlich, die nicht Gegenstand dieser Zulassung sind.

Bei Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge (Gesamtlast ≤ 30 kN), die mit einer Flächen-/Nutzlast $q_k \leq 5,0$ kN/m² nachgewiesen werden, darf auf Nachweise mit der Achslast $2 \cdot Q_k$ bzw. der Radlast Q_k nach DIN EN 1991-1-1², Abschnitt 6.3.3 verzichtet werden, wenn in den Auflagerbereichen eine Bügelbewehrung nach den Anlagen 7 bis 9 angeordnet wird.

Unbelastete leichte Trennwände dürfen durch einen Zuschlag Δq_k zur Nutzlast nach DIN EN 1991-1-1², Abschnitt 6.3.1.2 (8) berücksichtigt werden. Wird kein genauere Nachweis einer ausreichenden Querverteilung geführt, ist aufgrund der anisotropen Ausbildung der Decke dieser Zuschlag für die Bemessung der Decke um ein Drittel zu erhöhen.

3.4.3 Nachweise für Grenzzustände der Tragfähigkeit

3.4.3.1 Nachweis der aufnehmbaren Biegemomente

Das aufnehmbare Moment M_{Rd} ergibt sich aus der Summe der Biegebeanspruchbarkeiten der Profiltafel ($M_{PT,Rd}$) und der Stahlbetonrippendecke ($M_{c,Rd}$):

$$M_{Rd} = M_{PT,Rd} + M_{c,Rd} \quad (1)$$

Die Biegebeanspruchbarkeit der Profiltafel beträgt

$$M_{PT,Rd} = M_{PT,Rk} / \gamma_{M1} \quad (2)$$

mit $\gamma_{M1} = 1,1$ und $M_{PT,Rk}$ nach Anlage 12.

Die Biegebeanspruchbarkeit der Stahlbetonrippendecke $M_{c,Rd}$ ist nach DIN EN 1992-1-1¹, Abschnitt 6.1 zu bestimmen. Dabei dürfen für die Querschnittsfläche der Bewehrung je Rippe nicht mehr als 2,6 cm² in Ansatz gebracht werden, auch wenn z. B. aus brandschutztechnischen Gründen (siehe Abschnitt 3.4.3.6.2) mehr Bewehrung in die Rippen eingelegt wird. Die Momententragfähigkeit $M_{c,Rd}$ darf bei positiver Momentenbeanspruchung (Druckzone im Aufbeton) näherungsweise auch vollplastisch in Übereinstimmung mit DIN EN 1994-1-1¹⁰ ermittelt werden.

¹⁴ DIN EN 1990:2010-12 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung in Verbindung mit DIN EN 1990/NA:2010-12

Die aus der Aufteilung der Bemessungslast q_{Ed} auf das Profilblech und die Stahlbetonrippendecke entfallenden Lastanteile $q_{PT,Ed}$ und $q_{c,Ed}$ ergeben sich bei Gleichstreckenlasten zu:

$$q_{PT,Ed} = q_{Ed} \frac{M_{PT,Rd}(L/L_{PT})^2}{M_{c,Rd} + M_{PT,Rd}(L/L_{PT})^2} \geq q_{G,Ed} \quad (3)$$

$$q_{c,Ed} = q_{Ed} - q_{PT,Ed} \quad (4)$$

Dabei ist $q_{G,Ed}$ der Bemessungswert der Einwirkung aus dem Eigengewicht der Profiltafel und dem Eigengewicht des Betons.

3.4.3.2 Nachweis der aufnehmbaren Querkräfte

Der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit der Decke im Auflagerbereich setzt sich aus der Querkrafttragfähigkeit der Profiltafel und der Stahlbetonrippendecke einschließlich der an den Auflagern vorhandenen Schrägbügel zusammen. Wegen des unterschiedlichen Verformungsverhaltens kann die Tragfähigkeit der Einzelkomponenten nicht voll ausgenutzt werden. Dies wird mit den Faktoren k_c und k_s in der Tabelle 2 berücksichtigt.

Für das Profilblech ist nachzuweisen:

$$V_{PT,Ed} / V_{PT,Rd} \leq 1,0 \quad (5)$$

Dabei ist $V_{PT,Ed}$ die aus $q_{PT,Ed}$ resultierende Querkraft des Profilblechs am rechnerischen Knaggenauflager und $V_{PT,Rd} = V_{Rd,K}$ der Bemessungswert des Querkrafttragfähigkeitsanteils des Trapezbleches nach Tabelle 6. Bei Ausbildung der Befestigung der Stahlknagge auf dem Stahlträger nach Anlage 3, 4 oder 5 kann auf einen gesonderten Nachweis der Befestigung verzichtet werden.

Für die Stahlbetonrippendecke ist der Nachweis ausreichender Tragfähigkeit erbracht, wenn am rechnerischen Auflager die Bedingung

$$V_{c,Ed} / V_{c,Rd} \leq 1,0 \quad (6)$$

erfüllt ist. $V_{c,Ed}$ ist die aus dem Lastanteil $q_{c,Ed}$ resultierende Querkraft am rechnerischen Auflager der Stahlbetonrippendecke (siehe Anlage 11). Der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit für den Einflussbereich einer Rippe mit einer Bezugsbreite von $b = 750$ mm beträgt:

$$V_{c,Rd} = k_c \cdot V_{Rd,c,min} + k_s \cdot V_{Rd,s} \quad (7)$$

Dabei sind:

k_c, k_s Faktoren zur Berücksichtigung des unterschiedlichen Verformungsverhaltens der Einzelkomponenten nach Tabelle 2

$V_{Rd,c,min}$ Mindestwert der Querkrafttragfähigkeit nach Tabelle 3

$V_{Rd,s}$ Bemessungswert des Querkrafttragfähigkeitsanteils der schrägen Schubbügel in den Stahlbetonrippen nach Tabelle 4 für das Zwischenaufleger und nach Tabelle 5 für das Endauflager bei Anordnung der Bügel nach den Anlagen 7 bis 9

Tabelle 2: Faktoren k zur Berücksichtigung des Traganteils der Einzelkomponenten

Bauteil	Faktor	Randaufleger	Zwischenaufleger nach Anlage 3	Zwischenaufleger nach Anlage 4
Aufbeton	k_c	0,50	0,60	0,30
Aufhängebewehrung	k_s	0,85	1,00	1,00

Tabelle 3: Bemessungswert $V_{Rd,c,min}$ des Querkrafttragfähigkeitsanteils der Stahlbetonrippe in [kN] bezogen auf den Rippenabstand $b = 750$ mm

Querkrafttragfähigkeit [kN]	Aufbetondicke h_c [cm]	Betonfestigkeitsklasse					
		C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
$V_{Rd,c}$	8 cm	10,1	11,3	12,3	13,3	14,2	15,1
	9 cm	10,3	11,6	12,7	13,7	14,6	15,5
	10 cm	10,6	11,8	13,0	14,0	15,0	15,9

Tabelle 4: Bemessungswert $V_{Rd,s}$ des Querkrafttragfähigkeitsanteils der Schubbewehrung einer Rippe in [kN] am Zwischenaufleger für $b = 750$ mm

Querkrafttragfähigkeit [kN]	Bewehrungsdurchmesser ϕ [mm]				
	6	7	8	9	10
$V_{Rd,s}$	17,4	23,6	31,0	39,1	48,3

Tabelle 5: Bemessungswert $V_{Rd,s}$ des Querkrafttragfähigkeitsanteils der Schubbewehrung einer Rippe (Bezugsbreite $b = 750$ mm) in [kN] am Endaufleger

Querkrafttragfähigkeit [kN]	Betonfestigkeitsklasse	Bewehrungsdurchmesser ϕ [mm]				
		6	7	8	9	10
$V_{Rd,s}$	C20/25	8,6	10,1	11,5	13,0	14,4
	C25/30	10,0	11,7	13,4	15,0	16,7
	C30/37	11,3	13,2	15,1	17,0	18,9
	C35/45	12,5	14,6	16,7	18,8	20,9
	C40/50	13,0	16,0	18,3	20,6	22,8
	C45/55	13,0	17,3	19,8	22,2	24,7

Tabelle 6: Bemessungswert $V_{Rd,K}$ des Querkrafttragfähigkeitsanteils einer Rippe des Trapezbleches in [kN] (Tragfähigkeit pro Knaggenpaar)

Querkrafttragfähigkeit [kN]	Nennstärke der Trapezbleche t_{nom} [mm]			
	1,00	1,13	1,25	1,50
$V_{Rd,K}$	13,5	16,2	19,0	25,2

Zusätzlich ist die Querkrafttragfähigkeit der Stahlbetonrippendecke außerhalb des Auflagerbereiches nachzuweisen. Der Bemessungswert der außerhalb des Auflagerbereiches auf die Stahlbetonrippendecke einwirkenden Querkraft $V_{c,rib,Ed}$ nach Anlage 11 darf die Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c}$ nach DIN EN 1992-1-1¹, Abschnitt 6.2.2(1) nicht überschreiten. Als kleinste Querschnittsbreite b_w ist die Rippenbreite in Höhe der Längsbewehrung anzunehmen (siehe Anlage 6).

3.4.3.3 Nachweis der Verankerung der Biegezugbewehrung in der Rippe am Auflager

Die Übergreifungslänge der Aufhängebewehrung mit der Rippenlängsbewehrung ist nach DIN EN 1992-1-1¹, Abschnitt 8.7.3 für die volle Zugkraft der Aufhängebewehrung nachzuweisen.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-26.1-44

Seite 10 von 17 | 8. August 2016

3.4.3.4 Bemessung der Unterzüge als Stahlverbundträger

3.4.3.4.1 Verwendung der Knaggen als planmäßige Verbundmittel

Die auf dem Stahlträgerobergurt befestigten Stahlknaggen sind als nicht duktile Verbundmittel nach DIN EN 1994-1-1¹⁰ einzustufen. Bei einem Ansatz der Stahlknaggen als planmäßige Verbundmittel ist der Nachweis des Stahlverbundunterzuges der Hoesch Additiv Decke[®] mit Hilfe der Bemessungsdiagramme in Anlage 14 zu führen. In Abhängigkeit des Ausnutzungsgrades aus Biegemomentenbeanspruchung η_M kann die maximale Längsschubkraft $V_{L,Ed,max}$ innerhalb der Trägerlänge aus dem Diagramm abgelesen oder alternativ über die Gleichungen (9) bis (12) bestimmt werden.

$$\eta_M = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \quad (8)$$

Dabei ist:

M_{Ed} Bemessungswert der Biegemomentenbeanspruchung aus äußeren Lasten

$M_{pl,Rd}$ vollplastische Biegemomententragfähigkeit des Verbundquerschnitts nach DIN EN 1994-1-1¹⁰

Die maximale Längsschubkraft ergibt sich bei einer Herstellung des Verbundträgers ohne Eigengewichtsverbund zu

$$V_{L,Ed,max} = V_{L,Ed,A} \quad \text{für } \eta_M \leq 0,75 \quad (9)$$

$$V_{L,Ed,max} = V_{L,Ed,A} \cdot \left(1 + 7,5 \cdot \left(\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} - 0,75 \right) \right) \quad \text{für } 0,75 < \eta_M \leq 0,95 \quad (10)$$

und bei Herstellung des Verbundträgers mit Eigengewichtsverbund zu

$$V_{L,Ed,max} = V_{L,Ed,A} \quad \text{für } \eta_M \leq 0,95 \quad (11)$$

$$V_{L,Ed,max} = V_{L,Ed,A} \cdot \left(1 + 3,0 \cdot \left(\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} - 0,95 \right) \right) \quad \text{für } 0,95 < \eta_M \leq 1,00 \quad (12)$$

Dabei ist $V_{L,Ed,A}$ bei Trägern ohne Eigengewichtsverbund die rechnerische Längsschubkraft am Auflager nach Gleichung (13). Bei Trägern mit Eigengewichtsverbund darf die Längsschubkraft am Auflager unter Berücksichtigung von Kriechen und Schwinden sowie der Belastungsgeschichte ermittelt werden.

$$V_{L,Ed,A} = \frac{A_{c,0} \cdot z_{c,0}}{I_{i,0}} \cdot V_{c,Ed} \text{ [kN/m]} \quad (13)$$

mit

$A_{c,0}$ auf den Elastizitätsmodul des Baustahls bezogene reduzierte Betonfläche des Verbundquerschnittes zum Zeitpunkt $t = 0$

$z_{c,0}$ Abstand des ideellen Schwerpunktes des Verbundquerschnittes zum Schwerpunkt der Betonfläche zum Zeitpunkt $t = 0$

$I_{i,0}$ ideelles Flächenträgheitsmoment des Verbundquerschnitts zum Zeitpunkt $t = 0$

$V_{c,Ed}$ Anteil der auf den Verbundquerschnitt einwirkenden Querkraft am Auflager

Es ist nachzuweisen, dass die maximale Längsschubkraft in der Verbundfuge die Längsschubtragfähigkeit der Knaggen nicht überschreitet.

$$V_{L,Ed,max} \leq V_{L,Rd} \quad (14)$$

Für die Längsschubtragfähigkeit der Knaggen ist bei Einhaltung der konstruktiven Randbedingungen nach Anlage 15 stets das Abscheren auf Höhe der Knaggenoberkante maßgebend. Ein Nachweis der Tragfähigkeit des reinen Knaggenquerschnitts, der Schweißnähte zur Befestigung auf dem Stahlträgerflansch sowie der Teilflächenpressung des Betons unmittelbar vor der Knagge ist somit nicht erforderlich.

Die Längsschubkrafttragfähigkeit der Knaggen ergibt sich bei einem vorhandenen Abstand der Rippen untereinander von 750 mm und Anordnung von 2 Knaggen je Rippe mit Gleichung (15) aus der aufnehmbaren Kraft pro Knagge zu

$$V_{L,Rd} = \frac{n}{e} \cdot P_{Rd} = \frac{P_{Rd}}{0,375} \quad (15)$$

Dabei ist:

n = 2, Anzahl der Knaggen pro Aufhängepunkt

e = 0,75 m, mittlerer Abstand der Knaggenpaare in Trägerlängsrichtung

P_{Rd} Bemessungswert der Längsschubkrafttragfähigkeit einer Knagge nach Gleichung (16)

$$P_{Rd} = P_{Rd,c} + P_{Rd,s} \quad (16)$$

$P_{Rd,c}$ Anteil der Zugfestigkeit des Betons an der Längsschubkrafttragfähigkeit einer Knagge nach Tabelle 7

$P_{Rd,s}$ Anteil der die Scherfläche kreuzenden Bewehrung (Stecker) an der Längsschubkrafttragfähigkeit einer Knagge nach Tabelle 8

Tabelle 7: Anteil am Bemessungswert der Längsschubkrafttragfähigkeit aus der Zugfestigkeit des Betons $P_{Rd,c}$ [kN] bezogen auf eine Knagge

Flanschbreite b_f [mm]	Betonfestigkeitsklasse					
	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
200	103,2	119,7	135,2	149,8	163,7	177,1
250	112,8	130,9	147,8	163,8	179,1	193,7
300	122,5	142,1	160,5	177,9	194,4	210,3

Tabelle 8: Anteil am Bemessungswert der Längsschubkrafttragfähigkeit aus der die Scherfläche kreuzenden Bewehrung (Stecker) $P_{Rd,s}$ [kN] bezogen auf eine Knagge

Durchmesser $\phi_{s,st}$ der Stecker in den Knaggen [mm]	6	8	10
$P_{Rd,s}$ [kN]	20,9	37,2	58,1

Alternativ ist an Stelle einer Anordnung von Steckern zur Verdübelung der Scherfuge auch die Verwendung von Zugankern möglich. Als Zuganker dürfen Kopfbolzendübel nach DIN EN ISO 13918¹⁵ mit kleinen Schaftdurchmessern $d_z \leq 13$ mm verwendet werden. Bei einer planmäßigen Anordnung von einem Zuganker mittig zwischen 2 Stahlknaggen ergeben sich Tragfähigkeitsanteile nach Tabelle 9. Der Tragfähigkeitsanteil $P_{Rd,s}$ in Gleichung (16) ist dann durch den Anteil $P_{Rd,z}$ zu ersetzen.

15

DIN EN ISO 13918:2008-10 Schweißen – Bolzen und Keramikringe für das Lichtbogenbolzenschweißen (ISO 13918:2008)

Tabelle 9: Anteil am Bemessungswert der Längsschubkrafttragfähigkeit aus die Scherfläche kreuzenden Zugankern $P_{Rd,Z}$ [kN] bezogen auf eine Knagge

Durchmesser d_z der Zuganker [mm]	10	13
$P_{Rd,Z}$ [kN]	7,0	11,8

Eine Ausnutzung des ohne Eigengewichtsverbund hergestellten Verbundträgers im plastischen Zustand größer als $0,95 \cdot M_{pl}$ ist nicht zulässig.

3.4.3.4.2 Verwendung von duktilen Verbundmitteln zur Übertragung der Längsschubkräfte

Werden zur planmäßigen Übertragung der Längsschubkräfte duktile Verbundmittel nach DIN EN 1994-1-1¹⁰ verwendet, ist eine gemeinsame Längsschubtragwirkung mit den Stahlknaggen durch das elastische Abpolstern der vertikalen Kontaktflächen der Stahlknaggen zu verhindern. Die Ausführung der elastischen Abpolsterung ist entsprechend Anlage 17 vorzunehmen. Dabei muss das elastische Material bei einer Pressung von 2 N/mm² einen Mindestwert der Verformbarkeit von 4 mm aufweisen. Als duktile Verbundmittel dürfen Kopfbolzendübel nach DIN EN ISO 13918¹⁵ verwendet werden, die nach DIN EN 1994-1-1¹⁰ zu bemessen sind.

Für die Abhebesicherung der Decke als Gurt eines Verbundträgers kann auf eine Anwendung des Abschnittes 6.6.5.1 der DIN EN 1994-1-1¹⁰ verzichtet werden, wenn die Aufbetondicke über dem Trapezblech nicht größer als 12 cm ist.

3.4.3.5 Nachweis der Decke als Gurt von Stahlverbundträgern

Wird die Decke als Gurt für Stahlverbundträger herangezogen, so ist der Anschluss der Gurtplatte nachzuweisen. Für den Bemessungswert der einwirkenden Längsschubkraft $V_{L,Ed}$ ist der für den Nachweis der Verbundmittel anzusetzende Bemessungswert zu verwenden.

Die Längsschubkrafttragfähigkeit $V_{L,Rd}$ im Plattenanschnitt ist nach DIN EN 1992-1-1¹¹, Abschnitt 6.2.4 bzw. DIN EN 1994-1-1¹⁰, Abschnitt 6.6.6.2 zu bestimmen.

Die Verankerung der Querbewehrung ist insbesondere bei Randträgern gesondert nachzuweisen.

3.4.3.6 Beanspruchbarkeit unter Brandeinwirkung

3.4.3.6.1 Allgemeines

Der Nachweis der Einstufung in eine Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2¹⁶ bzw. DIN EN 1992-1-2¹⁷ ist mit den aufnehmbaren Schnittgrößen nach Abschnitt 3.4.3.6.2 und Abschnitt 3.4.3.6.3 zu führen.

Als Teilsicherheitsbeiwert für den Brandfall ist $\gamma_{M,fi} = 1,0$ zu verwenden.

Die Einstufung gilt nur, wenn die unterstützenden Bauteile mindestens derselben Feuerwiderstandsklasse angehören wie die Decke.

3.4.3.6.2 Aufnehmbares Biegemoment im Brandfall

Der Bemessungswert der brandreduzierten Biegetragfähigkeit der Stahlbetonrippendecke $M_{c,Rd,fi}$ pro Rippe beträgt

$$M_{c,Rd,fi} = \frac{1}{\gamma_{M,fi}} A_s k_1 f_{sk} \left[d - 0,5 \frac{A_s k_1 f_{sk}}{0,85 f_{ck} b} \right] \quad (17)$$

¹⁶ DIN 4102-2:1977-09 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 2; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

¹⁷ DIN EN 1992-1-2:2010-12 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall in Verbindung mit DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12

Hierin bedeuten:

$\gamma_{M,fi}$ Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{M,fi} = 1,0$

A_s Querschnittsfläche des Betonstahls je Rippe mit $A_s \leq 5,0 \text{ cm}^2$,

f_{sk} charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls,

f_{ck} charakteristischer Wert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons,

b Rippenabstand = 750 mm,

d Nutzhöhe der Stahlbetonrippe,

k_1 Faktor nach Tabelle 10 zur Erfassung der Brandreduktion der Streckgrenze des Betonstahls.

Tabelle 10: Brandreduktionsfaktoren k_1

Feuerwiderstandsklasse	Achsabstand u [mm] der Rippenbewehrung vom unteren Rippenrand ¹⁾			
	40	50	60	70
F 30 / REI 30	1,00	1,00	1,00	1,00
F 60 / REI 60	0,95	1,00	1,00	1,00
F 90 / REI 90	0,45	0,60	0,70	0,80

¹⁾ Für Zwischenwerte von u darf linear interpoliert werden.

3.4.3.6.3 Aufnehmbare Querkraft im Brandfall

Die Profiltafellagerung auf der Stahlknagge darf unter Brandeinwirkung nicht für die Abtragung von Querkraften in Rechnung gestellt werden. Die gesamte Querkraft der Decke muss über die Stahlbetonrippen abgetragen werden. Dazu ist eine Brandschutz-Aufhängebewehrung nach den Anlagen 18 und 19 anzuordnen. Die konstruktive Auflagerbewehrung nach den Anlagen 7, 8 und 9 kann in diesem Fall entfallen.

Der Bemessungswert der brandreduzierten Querkrafttragfähigkeit der Aufhängebewehrung $V_{c,Rd,fi}$ pro Rippe ist gleich dem kleineren der beiden folgenden Werte:

$$V_{c,Rd,fi} = \frac{1}{\gamma_{M,fi}} A_{s,H} k_2 f_{sk} 0,85 h_c / a \quad (18)$$

$$V_{c,Rd,fi} = \frac{1}{\gamma_{M,fi}} A_{s,V} k_3 f_{sk} \quad (19)$$

Hierin bedeuten:

$\gamma_{M,fi}$ Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{M,fi} = 1,0$

$A_{s,H}$ Querschnittsfläche der horizontalen Aufhängebewehrung nach Anlagen 18 und 19,

$A_{s,V}$ Querschnittsfläche der vertikalen Aufhängebewehrung nach Anlagen 18 und 19,

f_{sk} charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls,

h_c Gurtplattendicke,

a Abstand der Schwerachse der vertikalen Aufhängebewehrung von der Systemlinie des Deckenträgers (vgl. Anlagen 18 und 19),

k_2, k_3 Faktoren nach Tabelle 11 zur Erfassung der Brandreduktion der Streckgrenze des Betonstahls.

Tabelle 11: Brandreduktionsfaktoren k_2 und k_3

Feuerwiderstandsklasse	k_2	k_3
F 30 / REI 30	1,00	1,00
F 60 / REI 60	0,80	0,60
F 90 / REI 90	0,50	0,30

3.4.4 Nachweise für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

3.4.4.1 Beschränkung der Rissbreite bei Ausbildung der Decke als Kette von Einfeldträgern

Sofern kein genauere Nachweis geführt wird, muss über Innenträgern bei überwiegendem Biegezwang eine Mindestbewehrung angeordnet werden. Die Mindestbewehrung ist für das Rissmoment M_R nach Gleichung (20) unter Berücksichtigung der Grenzspannungen nach Tabelle 12 zu ermitteln. Der Grenzwert w_{\max} für die rechnerische Rissbreite w_k ist in Abhängigkeit der Expositionsklasse nach DIN EN 1992-1-1¹, Tabelle 7.1N zu bestimmen.

$$M_R = k f_{ct,eff} \eta h_c^2 / 6 \quad (20)$$

Dabei ist:

$f_{ct,eff}$ effektive Betonzugfestigkeit, für die der Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit f_{ctm} nach DIN EN 1992-1-1¹, Tabelle 3.1 angesetzt werden darf, jedoch mindestens 3,0 N/mm²,

k Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Eigenspannungen, der mit $k = 0,8$ angenommen werden darf,

h_c Aufbetondicke,

$$\eta = 1 + 0,18 / \sqrt{h_c} \text{ mit } h_c \text{ in [m]}$$

Bei überwiegendem zentrischen Zwang ist eine durchgehende Mindestbewehrung erforderlich, die für die Rissnormalkraft N_R nach Gleichung (21) unter Berücksichtigung der Grenzspannungen nach Tabelle 12 zu ermitteln ist, sofern nicht nachgewiesen wird, dass die Zwangskraft unter Berücksichtigung der Rissbildung kleiner als die Rissnormalkraft nach Gleichung (21) ist.

$$N_R = k f_{ct,eff} h_c \quad (21)$$

Für k , $f_{ct,eff}$ und h_c gelten die Erläuterungen zu Gleichung (20).

Die Grenzspannung nach Tabelle 12 muss bei Bauteilen mit überwiegendem Biegezwang und einer Betondeckung c_{nom} größer als 30 mm nach Gleichung (22) modifiziert werden.

$$\sigma_s = \sigma_{s,Tabelle} \cdot \frac{c_0 + d_s/2}{c_{nom} + d_s/2} \quad (22)$$

Dabei ist:

c_0 der Bezugswert der Betondeckung ($c_0 = 30$ mm), der den in Tabelle 12 angegebenen Grenzwerten für die Spannung im Betonstahl zugrunde liegt,

d_s der verwendete Stabdurchmesser,

c_{nom} die erforderliche Betondeckung entsprechend DIN EN 1992-1-1¹.

Tabelle 12: Grenzwerte der Spannung σ_s [N/mm²] für Betonstahl nach DIN EN 10080¹⁸

Rissbreite w_{\max} [mm]	$d_s = 10$ mm	$d_s = 8$ mm	$d_s = 6$ mm	$d_s = 5$ mm
0,4	285	320	370	400
0,3	245	275	320	350
0,25	225	250	290	320
0,2	200	225	260	285

Die Betondeckung nach DIN EN 1992-1-1¹, Abschnitt 4.4.1 darf reduziert werden, wenn statt Betonstahl nach DIN EN 10080¹⁸ allgemein bauaufsichtlich zugelassener Betonstahl aus nichtrostendem Stahl B500B NR mindestens der Korrosionswiderstandsklasse III (Klassifizierung entsprechend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6) verwendet wird. Die Betondeckung c_{nom} muss dann mindestens 20 mm betragen. Bei Einhaltung der entsprechenden Randbedingungen darf die Betondeckung gemäß DIN EN 1992-1-1¹, Abschnitt 4.4.1 auf 15 mm reduziert werden. Die Mindestbewehrung ist nach Gleichung (20) bzw. (21) zu ermitteln, wobei die Grenzwerte der Spannungen σ_s für nichtrostenden Stahl nach Tabelle 13 zu verwenden sind. Die Spannung nach Tabelle 13 ist bei überwiegendem Biegezwang bei einer Betondeckung c_{nom} größer als 15 mm nach Gleichung (22) zu modifizieren, wobei $c_0 = 15$ mm einzusetzen ist.

Tabelle 13: Grenzwerte der Spannung σ_s für nichtrostenden Stahl [N/mm²]

Rissbreite w_{\max} [mm]	$d_s = 8$ mm	$d_s = 6$ mm	$d_s = 5$ mm
0,25	320	370	400

Bei überwiegendem Biegezwang muss die Bewehrung beidseitig mindestens 25 cm über die Ränder des Flansches herausragen.

3.4.4.2 Beschränkung der Rissbreite bei Ausbildung der Decke als Durchlaufträger

Für die alternative Ausführungsvariante des Auflagerbereiches gemäß Anlage 4 ergibt sich die Mindestbewehrung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit mit Gleichung (23) in Abhängigkeit der Zwangsbeanspruchung zu

$$a_{s,\min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,\text{eff}} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} \quad (23)$$

Dabei ist:

$$k = 0,8$$

$$f_{ct,\text{eff}} = f_{ctm} \geq 3,0 \text{ N/mm}^2$$

A_{ct} Fläche der durchlaufenden Betonplatte

$$k_c = 1,0 \text{ bei zentrischem Zwang}$$

$$k_c = 0,5 \text{ bei reinem Biegezwang}$$

$$k_c = 0,77 \text{ bei kombinierter Beanspruchung aus Biegezwang und zentrischem Zwang}$$

σ_s Spannung im Betonstahl nach Tabelle 12 bei zentrischem Zwang

σ_s Spannung im Betonstahl nach DIN EN 1992-1-1/NA¹, Tabelle 7.2DE bei reinem Biegezwang und kombinierter Beanspruchung

¹⁸

DIN EN 10080:2005-08

Stahl für die Bewehrung von Beton – Schweißgeeigneter Betonstahl - Allgemeines

Zusätzlich ist nachzuweisen, dass der vorhandene Bewehrungsdurchmesser den modifizierten Grenzdurchmesser der Bewehrung nach Gleichung (24) nicht überschreitet. Dabei sind die Schnittgrößen zur Ermittlung der Beanspruchung der Bewehrung mit linearelastischen Berechnungsverfahren ohne Momentenumlagerung zu bestimmen. Die Druckzonenhöhe x nach Anlage 20 zur Ermittlung des inneren Hebelarmes darf vereinfacht vollplastisch berechnet werden.

$$d_s = d_s^* \cdot \frac{\sigma_s \cdot A_s}{4(h-d) \cdot b \cdot f_{ct,0}} \geq d_s^* \cdot \frac{f_{ct,eff}}{f_{ct,0}} \quad (24)$$

Dabei ist:

d_s^* der Grenzdurchmesser der Bewehrung entsprechend DIN EN 1992-1-1/NA¹, Tabelle 7.2DE,

σ_s die Spannung in der Bewehrung aus der quasi-ständigen Einwirkungskombination,

A_s die Fläche der Bewehrung in der Zugzone,

h die Gesamthöhe der Querschnitts,

d die statische Nutzhöhe bis zum Schwerpunkt der Bewehrung,

b die Breite des Querschnitts in der Zugzone,

$f_{ct,0} = 2,9 \text{ N/mm}^2$, Bezugswert der Betonzugfestigkeit,

$f_{ct,eff}$ der Mittelwert der wirksamen Zugfestigkeit des Betons zum Zeitpunkt des Auftretens der Risse; falls $t \geq 28 \text{ d}$ ist, gilt $f_{ct,eff} = f_{ctm} \geq 3,0 \text{ N/mm}^2$

3.4.4.3 Ergänzende Hinweise zur Rissbreitenbegrenzung

Ist die Decke gleichzeitig Gurt eines Verbundträgers (vgl. Abschnitt 3.4.3.4), so ist die resultierende Gesamtbewehrung aus den nachfolgenden Gleichungen (25) und (26) zu ermitteln. Der größere Wert ist dabei maßgebend.

$$\text{erf } a_s = a_{s,\min} + 0,5 a_{s,T} \quad (25)$$

$$\text{erf } a_s = a_{s,T} \quad (26)$$

Dabei ist $a_{s,\min}$ die erforderliche Mindestbewehrung nach Gleichung (20), (21) oder (23) und $a_{s,T}$ die erforderliche Schulerschubbewehrung nach Abschnitt 3.4.3.4.

Bei Parkdecks mit überwiegendem Biegezwang darf die Mindestbewehrung $a_{s,\min}$ aus nichtrostendem Stahl nicht angerechnet werden.

Bei direkt befahrenen Parkdecks mit überwiegendem Biegezwang ist von einer Rissbildung auszugehen. Diese ist vorwiegend im Bereich oberhalb der Deckenträger wahrscheinlich.

Bei direkt befahrenen Parkdecks mit überwiegend zentrischem Zwang ist von einer Rissbildung auf der gesamten Deckenfläche auszugehen.

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit insbesondere im Bereich von Rissen sind die in DIN EN 1992-1-1¹ sowie die in Heft 600:2012 und Heft 526:2010 des DAfStb genannten Regelungen einzuhalten. Ferner sind die "DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen" (Oktober 2001), für Oberflächenschutzsysteme DIN V 18026¹⁹ und für Rissfüllstoffe DIN V 18028²⁰ zu beachten.

3.4.4.4 Begrenzung der Durchbiegung

Zur Begrenzung der Durchbiegung dürfen die Regeln nach DIN EN 1992-1-1¹, Abschnitt 7.4 angewendet werden.

¹⁹ DIN V 18026:2006-06 Vornorm, Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2:2005-01

²⁰ DIN V 18028_2006-06 Vornorm, Rissfüllstoffe nach DIN EN 1504-5:2005-03 mit besonderen Eigenschaften

4 Bestimmungen für die Ausführung

Für die Betonarbeiten sind DIN EN 13670²¹/DIN 1045-3²² zu beachten.

In Abhängigkeit von den Anforderungen, die für die Konstruktion festgelegt sind, gelten – in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner und der Genehmigungsbehörde – für die Ausführung der Schweißarbeiten an den Stahlknaggen die Regelungen für die Ausführungsklassen EXC2 oder EXC3 nach DIN EN 1090-2⁶.

Jede Profiltafel ist nach dem Verlegen mit Setzbolzen gemäß den Anlagen 3, 4 und 5 auf den Knaggen zu befestigen.

Die Profiltafeln sind in den Längsstößen und am Längsrand mit allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Verbindungselementen im Abstand von maximal 666 mm zu befestigen. Werden die Profiltafeln als Schubfeld herangezogen, so sind die Anzahl und die Anordnung der Verbindungselemente statisch nachzuweisen.

Werden die Profiltafeln im Bauzustand zur Aussteifung von Tragwerken in Rechnung gestellt, dürfen sie nur von Stahlbaufachkräften unter Anleitung eines Fachingenieurs eingebaut werden. Darüber ist ein Abnahmeprotokoll zu erstellen und vom verantwortlichen Fachingenieur oder Fachbauleiter zu bestätigen. Das Abnahmeprotokoll ist zu den bautechnischen Unterlagen zu nehmen und den Bauaufsichtsbehörden auf Verlangen vorzulegen.

Es ist möglichst schwindarmer Beton mit niedrigem Wasserzementwert zu verwenden.

Beim abschnittsweisen Betonieren ist darauf zu achten, dass infolge von unterschiedlichen Verformungen der Deckenträger keine nennenswerten Zwängungen in dem Deckenabschnitt auftreten, der sich in der Erhärtungsphase befindet.

Es ist zu gewährleisten, dass Betonanhäufungen, deren Gewicht die entsprechende Montagebelastung nach Abschnitt 3.3.1 überschreitet, vermieden werden.

Bei Ausbildung der Decke mit Blechformteilen zur Herstellung einer Durchlaufwirkung ist beim Betonieren in den Bereichen des Blechformteils auf eine sorgfältige Verdichtung des Betons und auf ein vollständiges Ausbetonieren zu achten.

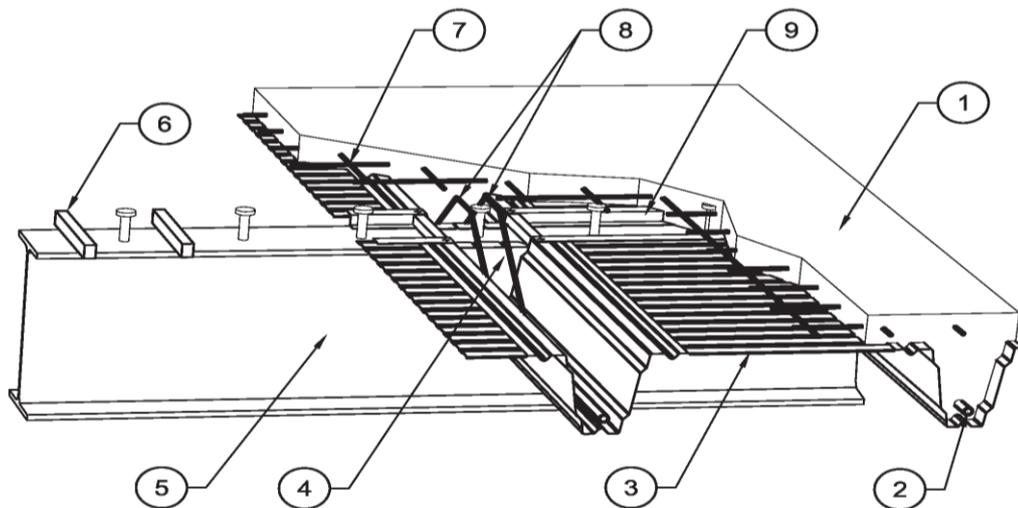
Die Übereinstimmung der Ausführung der mit den Profiltafeln hergestellten Deckensysteme mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist von den jeweils bauausführenden Firmen schriftlich zu bescheinigen. Diese Erklärung ist dem Bauherrn zur ggf. erforderlichen Weitergabe an die zuständige Bauaufsichtsbehörde auszuhändigen.

Andreas Schult
Referatsleiter

Beglaubigt

²¹ DIN EN 13670:2011-03
²² DIN 1045-3:2012-03

Ausführung von Tragwerken aus Beton
Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670



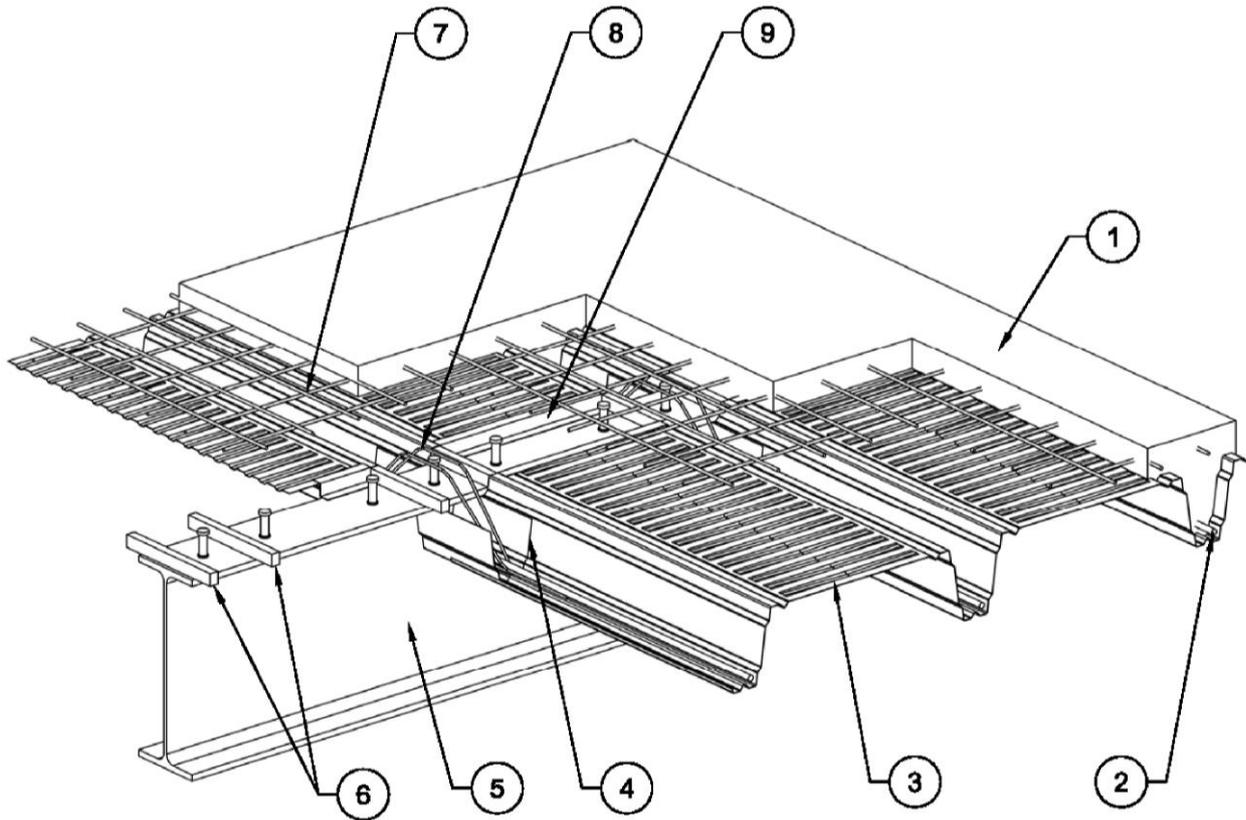
- 1 Beton (mindestens C20/25)
- 2 Rippenbewehrung
- 3 Trapezprofiltafel (Stahl)
- 4 Abdeckkappe (Kunststoff)
- 5 Stahlverbundträger
- 6 Auflagerknaggen (Stahl)
- 7 Deckenbewehrung
- 8 Konstruktive Auflagerbewehrung
- 9 Z-Profil (Stahlblechprofil)

elektronische Kopie der abZ des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Systemübersicht
der Variante „Kette von Einfeldträger“

Anlage 1

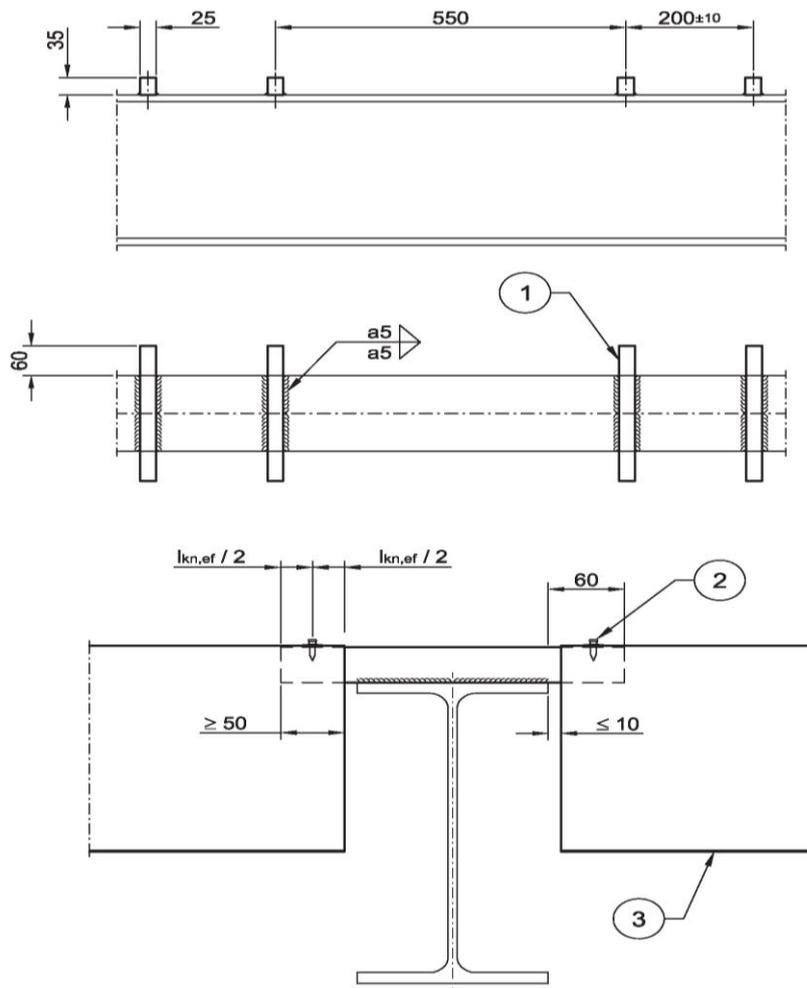


- 1 Beton (mindestens C20/25)
- 2 Rippenbewehrung
- 3 Trapezprofiltafel (Stahl)
- 4 Blechformteil (Maße beim DIBt hinterlegt)
- 5 Stahlverbundträger
- 6 Auflagerknaggen (Stahl)
- 7 Deckenbewehrung
- 8 konstruktive Auflagerbewehrung
- 9 Z-Profil (Stahlblechprofil)

Hoesch Additiv Decke®

Systemübersicht
der Variante „Durchlaufträger“

Anlage 2



- 1 Stahlknagge S 235
- 2 Setzbolzen (bauaufsichtlich zugelassen)
- 3 Trapezprofiltafel TRP 200

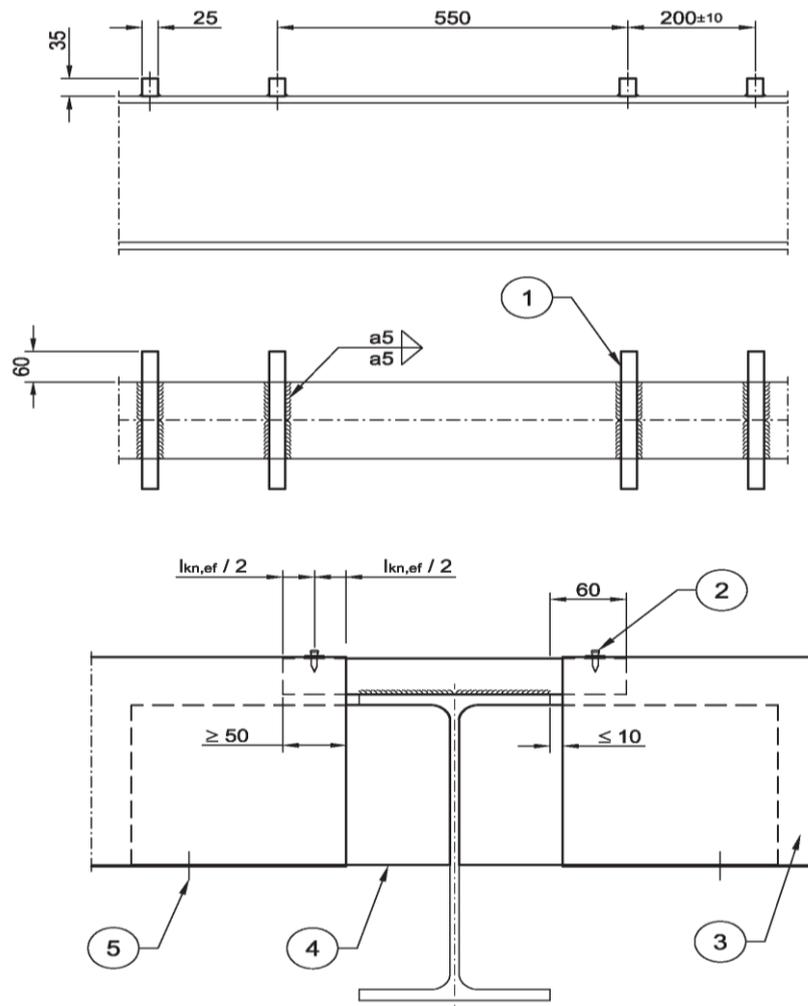
Alle Maße in [mm]

elektronische Kopie der abz des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Auflagerknaggen am Zwischenaufleger
 der Variante „Kette von Einfeldträger“

Anlage 3



- 1 Stahlknagge S 235
- 2 Setzbolzen (bauaufsichtlich zugelassen)
- 3 Trapezprofiltafel TRP 200
- 4 Blechformteil
- 5 bauaufsichtlich zugelassenes Befestigungsmittel

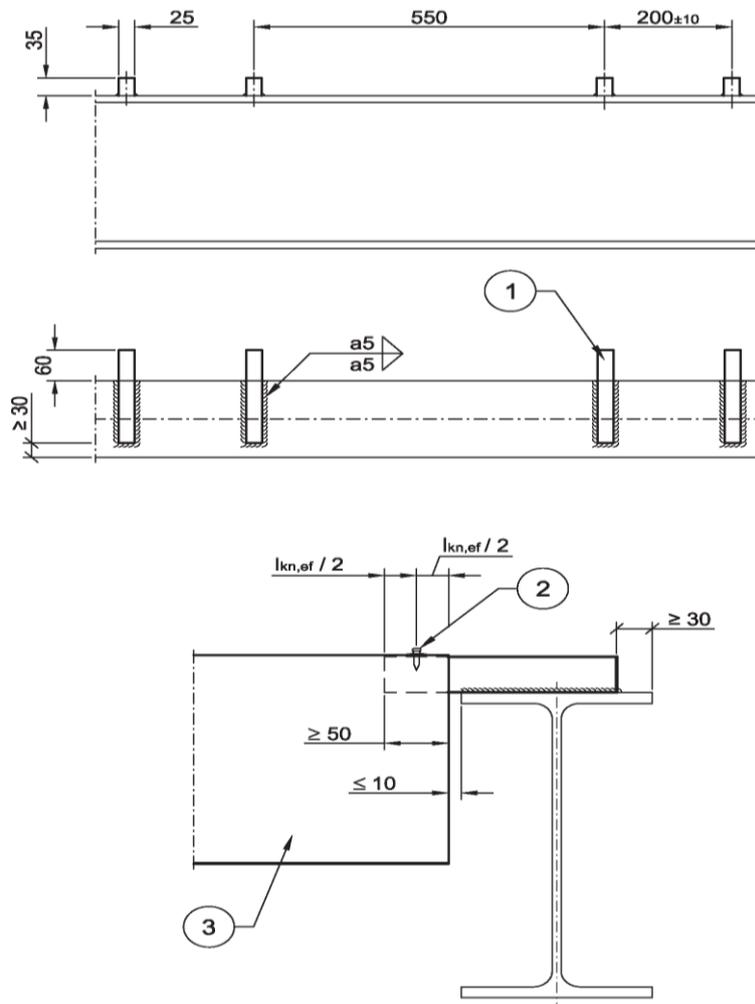
Alle Maße in [mm]

elektronische Kopie der abZ des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Auflagerknaggen am Zwischenaufleger
 der Variante „Durchlaufträger“

Anlage 4



- 1 Stahlknagge S 235
- 2 Setzbolzen (bauaufsichtlich zugelassen)
- 3 Trapezprofiltafel TRP 200

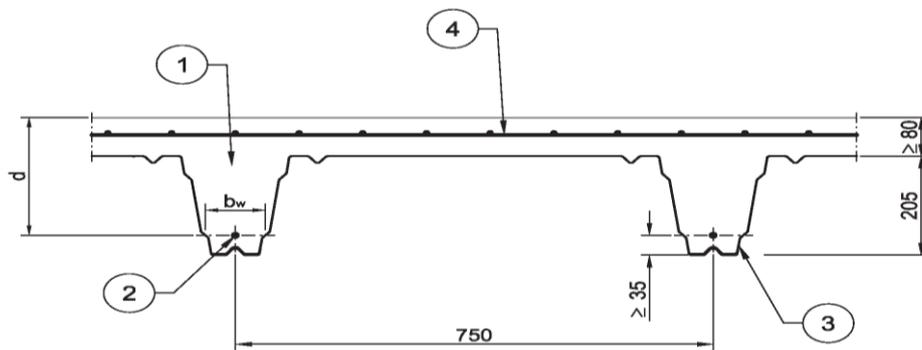
Alle Maße in [mm]

elektronische Kopie der abz des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Auflagerknaggen am Endauflager

Anlage 5



- 1 Beton (mindestens C 20/25)
- 2 Rippenbewehrung
- 3 Trapezprofiltafel TRP 200
- 4 Deckenbewehrung

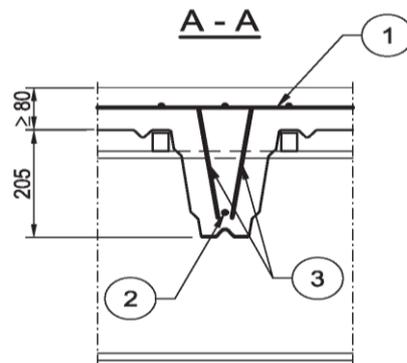
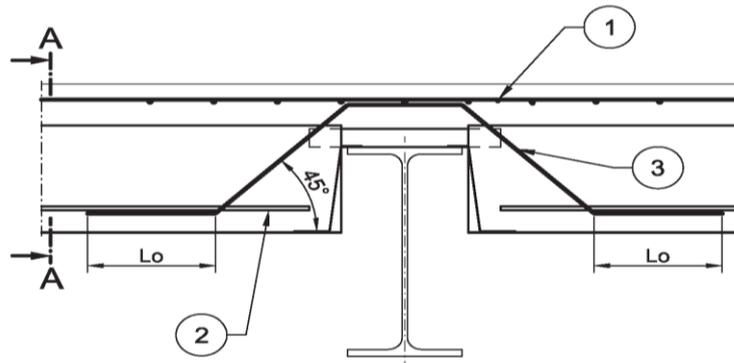
Alle Maße in [mm]

elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

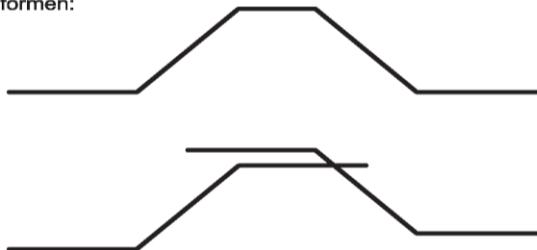
Deckenquerschnitt

Anlage 6



- 1 As, Decke
- 2 As, Rippe
- 3 As, Bügel (mindestens 2 Bü Ø6 BST 500 S)
- Lo Übergreifungslänge nach DIN EN 1992-1-1

mögliche Bügelformen:



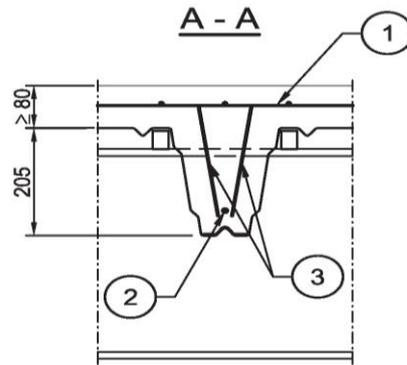
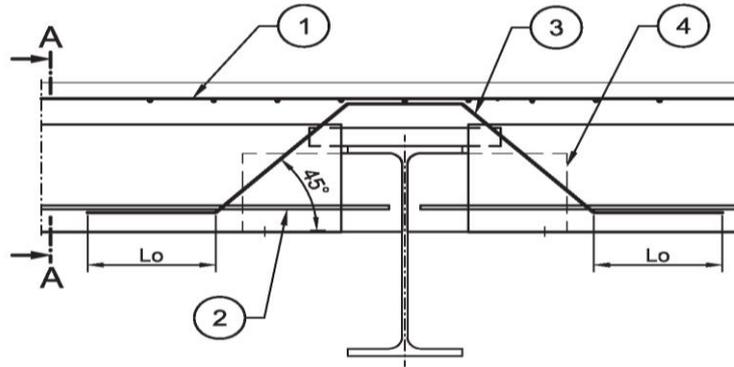
Alle Maße in [mm]

elektronische Kopie der abZ des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

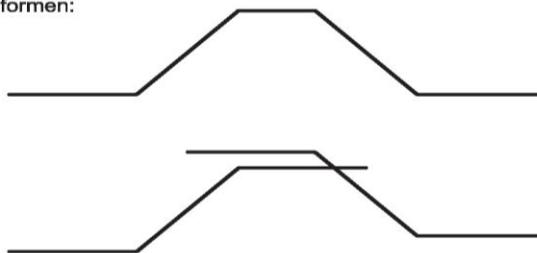
Statisch erforderliche Bewehrung am Zwischenauflager
 der Variante „Kette von Einfeldträger“

Anlage 7



- 1 As, Decke
- 2 As, Rippe
- 3 As, Bügel (mindestens 2 Bü Ø6 BST 500 S)
- 4 Blechformteil
- L_o Übergreifungslänge nach DIN EN 1992-1-1

mögliche Bügelformen:



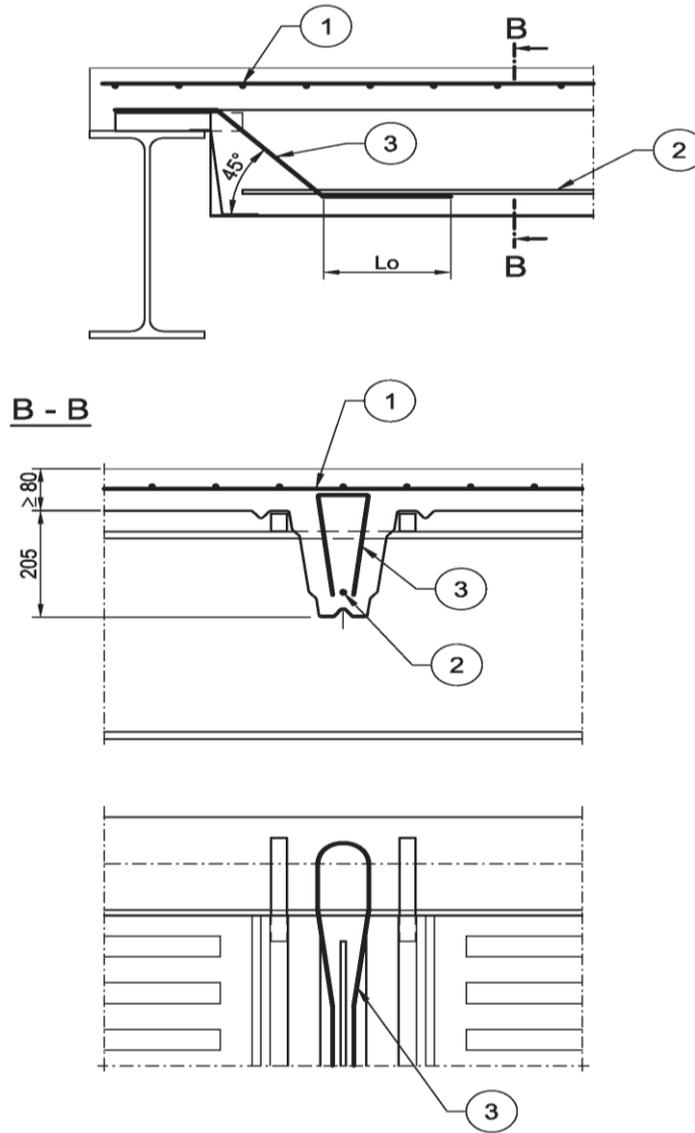
Alle Maße in [mm]

elektronische Kopie der abZ des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Statisch erforderliche Bewehrung am Zwischenauflager
 der Variante „Durchlaufträger“

Anlage 8



- 1 As, Decke
- 2 As, Rippe
- 3 As, Bügel (1 Bü Ø6 BST 500 S)
- Lo Übergreifungslänge nach DIN EN 1992-1-1

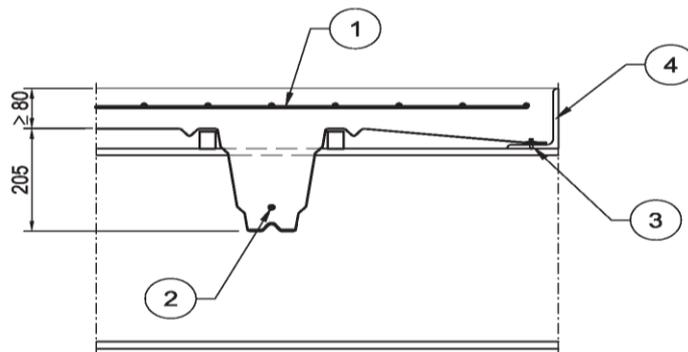
Alle Maße in [mm]

elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Statisch erforderliche Bewehrung am Endauflager
 der Variante „Kette von Einfeldträger“

Anlage 9



- 1 As, Decke
- 2 As, Rippe
- 3 Setzbolzen (bauaufsichtlich zugelassen)
- 4 Randwinkel

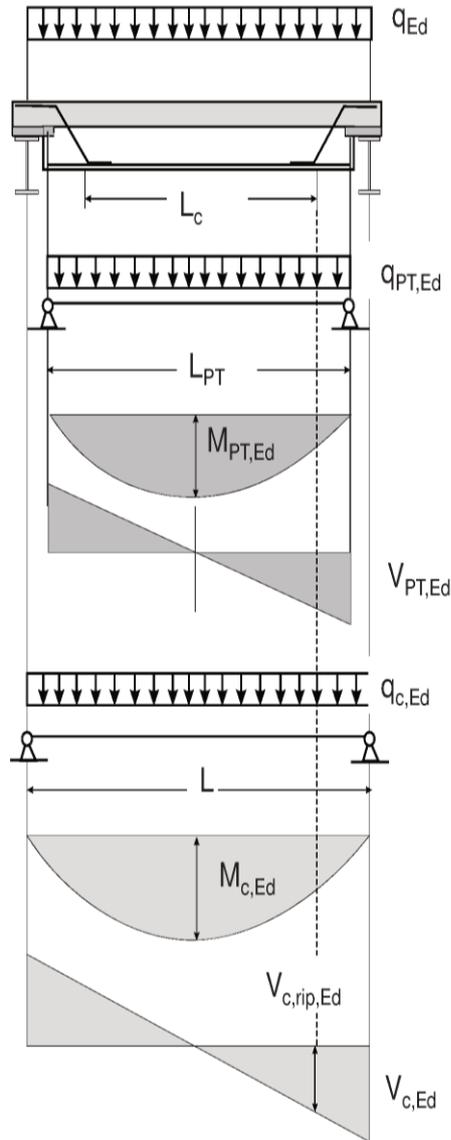
Alle Maße in [mm]

elektronische Kopie der abz des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Randausbildung

Anlage 10



elektronische Kopie der abZ des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Berechnungsmodell für den Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

Anlage 11

Tabelle 1: Querschnittswerte und charakteristische Widerstandsgrößen der Profilbleche

Querschnittswerte			Charakteristische Werte der Momententragfähigkeit
Nenn- blechdicke	Eigen- last	Trägheits- moment	Nach unten gerichtete, gleich- mäßig verteilte Belastung
t_{nom}	g	I_{ef}	$M_{\text{PT,Rk}}$
[mm]	[kN/m ²]	[cm ⁴ /m]	[kNm/m]
1,00	0,128	653	17,0
1,13	0,145	758	19,9
1,25	0,160	855	22,1
1,50	0,192	1030	26,5

elektronische Kopie der abz des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Querschnittswerte und charakteristische Widerstandsgrößen der Profilbleche

Anlage 12

Tabelle 1: Faktoren k zur Berücksichtigung des Traganteils der Einzelkomponenten

Bauteil	Faktor	Rand- auflager	Zwischenaufleger nach Anlage 3	Zwischenaufleger nach Anlage 4
Aufbeton	k_c	0,50	0,60	0,30
Aufhängebewehrung	k_s	0,85	1,00	1,00

Tabelle 2: Bemessungswertes $V_{Rd,c,min}$ des Querkrafttragfähigkeitsanteils der Stahlbetonrippe in [kN]

Querkraft- tragfähigkeit [kN]	Aufbeton- dicke h_c [cm]	Betonfestigkeitsklasse					
		C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55
$V_{Rd,c}$	8 cm	10,1	11,3	12,3	13,3	14,2	15,1
	9 cm	10,3	11,6	12,7	13,7	14,6	15,5
	10 cm	10,6	11,8	13,0	14,0	15,0	15,9

Tabelle 3: Bemessungswert $V_{Rd,s}$ des Querkrafttragfähigkeitsanteils der Schubbewehrung in [kN] am
Zwischenaufleger

Querkraft- tragfähigkeit [kN]	Bewehrungsdurchmesser ϕ [mm]				
	6	7	8	9	10
$V_{Rd,s}$	17,4	23,6	31,0	39,1	48,3

Tabelle 4: Bemessungswert $V_{Rd,s}$ des Querkrafttragfähigkeitsanteils der Schubbewehrung in [kN] am
Endauflager

Querkraft- tragfähigkeit [kN]	Betonfestigkeitsklasse	Bewehrungsdurchmesser ϕ [mm]				
		6	7	8	9	10
$V_{Rd,s}$	C 20/25	8,6	10,1	11,5	13,0	14,4
	C 25/30	10,0	11,7	13,4	15,0	16,7
	C 30/37	11,3	13,2	15,1	17,0	18,9
	C 35/45	12,5	14,6	16,7	18,8	20,9
	C 40/50	13,0	16,0	18,3	20,6	22,8
	C 45/55	13,0	17,3	19,8	22,2	24,7

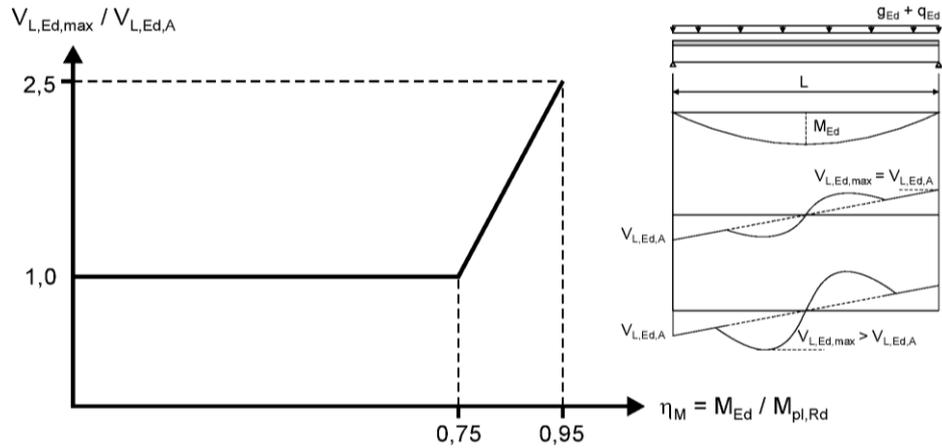
Tabelle 5: Bemessungswert $V_{Rd,K}$ des Querkrafttragfähigkeitsanteils einer Rippe des Trapezbleches in
[kN]

Querkraft- tragfähigkeit [kN]	Nennstärke der Trapezbleche t_{nom} [mm]			
	1,00	1,13	1,25	1,50
$V_{Rd,K}$	13,5	16,2	19,0	25,2

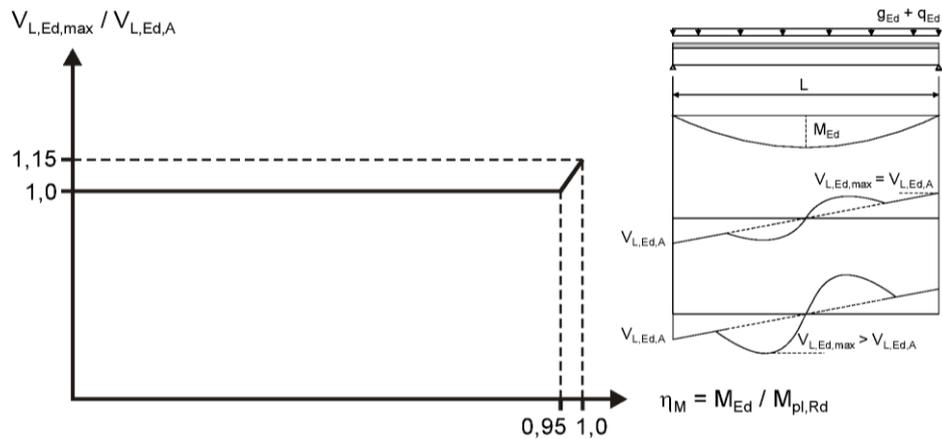
Hoesch Additiv Decke®

Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit im Auflagerbereich

Anlage 13



Bemessungsdiagramm zur Ermittlung der maximalen Längsschubkraft bei nichtlinearer Bemessung des Stahlverbundträgers der Hoesch Additiv Decke[®] ohne Eigengewichtsverbund



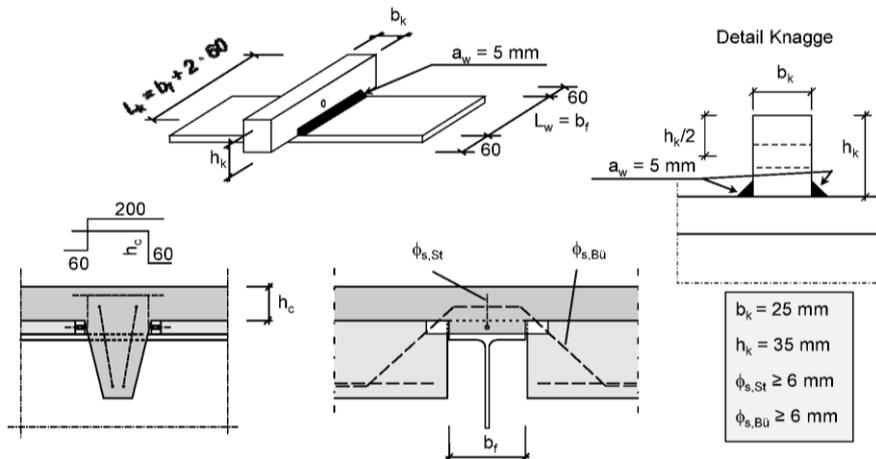
Bemessungsdiagramm zur Ermittlung der maximalen Längsschubkraft bei nichtlinearer Bemessung des Stahlverbundträgers der Hoesch Additiv Decke[®] mit Eigengewichtsverbund

elektronische Kopie der abZ des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke[®]

Diagramme zur nichtlinearen Bemessung des Stahlverbundträgers

Anlage 14



Konstruktive Randbedingungen bei der Ausführung der Knaaggen

Längsschubtragfähigkeit: $V_{L,Rd} = \frac{n}{e} \cdot P_{Rd}$

mit $P_{Rd} = P_{Rd,c} + P_{Rd,s}$ Längsschubkrafttragfähigkeit pro Knaagge
 $n = 2$ Anzahl der Knaaggen je Stahlbetonrippe
 $e = 0,75 \text{ m}$ Abstand der Stahlbetonrippen

Tabelle 1: Anteil am Bemessungswert der Längsschubkrafttragfähigkeit aus der Scherfestigkeit des Betons $P_{Rd,c}$ [kN] bezogen auf eine Knaagge

Flanschbreite b_f [mm]	Betongüte					
	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55
200	103,2	119,7	135,2	149,8	163,7	177,1
250	112,8	130,9	147,8	163,8	179,1	193,7
300	122,5	142,1	160,5	177,9	194,4	210,3

Tabelle 2: Anteil am Bemessungswert der Längsschubkrafttragfähigkeit aus der die Scherfläche kreuzenden Bewehrung $P_{Rd,s}$ [kN] bezogen auf eine Knaagge

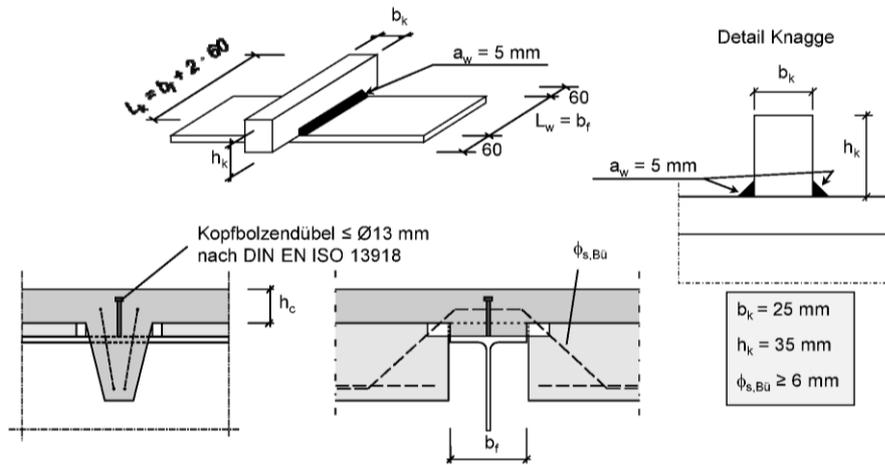
Durchmesser $\phi_{s,st}$ der Stecker in den Knaaggen [mm]	6	8	10
$P_{Rd,s}$ [kN]	10,4	18,6	29,0

elektronische Kopie der abZ des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Längsschubkrafttragfähigkeit in der Verbundfuge der Stahlverbundträger bei Verwendung von Steckbügeln

Anlage 15



Konstruktive Randbedingungen bei der Ausführung der Knaggen

Längsschubtragfähigkeit: $V_{L,Rd} = \frac{n}{e} \cdot P_{Rd}$

mit $P_{Rd} = P_{Rd,c} + P_{Rd,Z}$ Längsschubkrafttragfähigkeit pro Knagge
 $n = 2$ Anzahl der Knaggen je Stahlbetonrippe
 $e = 0,75 \text{ m}$ Abstand der Stahlbetonrippen

Tabelle 1: Anteil am Bemessungswert der Längsschubkrafttragfähigkeit aus der Scherfestigkeit des Betons $P_{Rd,c}$ [kN] bezogen auf eine Knagge

Flanschbreite b_f [mm]	Betongüte					
	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55
200	103,2	119,7	135,2	149,8	163,7	177,1
250	112,8	130,9	147,8	163,8	179,1	193,7
300	122,5	142,1	160,5	177,9	194,4	210,3

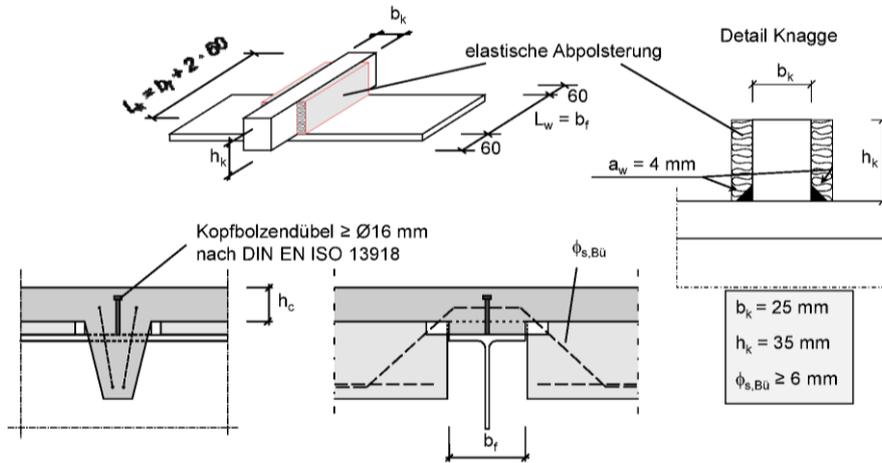
Tabelle 2: Anteil am Bemessungswert der Längsschubkrafttragfähigkeit aus die Scherfläche kreuzenden Zugankern $P_{Rd,Z}$ [kN] bezogen auf eine Knagge

Durchmesser d_z der Zuganker [mm]	10	13
$P_{Rd,Z}$ [kN]	7,0	11,8

Hoesch Additiv Decke®

Längsschubkrafttragfähigkeit in der Verbundfuge der Stahlverbundträger bei Verwendung von Zugankern

Anlage 16



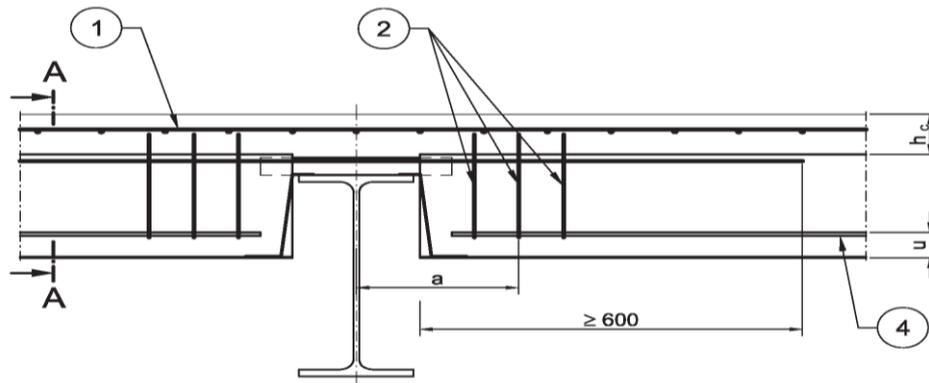
Elastische Abpolsterung der Knaggen bei planmäßiger Verwendung von duktilen Verbundmitteln

elektronische Kopie der abz des dibt: z-26.1-44

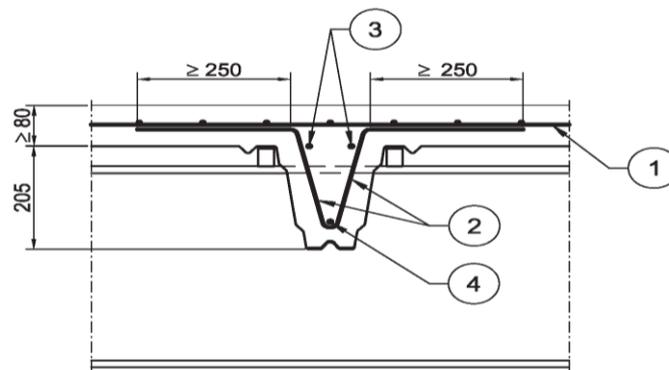
Hoesch Additiv Decke®

Erforderliche Abpolsterung der Knaggen bei planmäßiger Verwendung von duktilen Kopfbolzendübeln

Anlage 17



A - A



- 1 A_s, Decke
- 2 vertikale Aufhängebewehrung A_{s,v}
in Form einer gebogenen Bügelmatte
- 3 horizontale Aufhängebewehrung A_{s,H}
- 4 A_s, Rippe

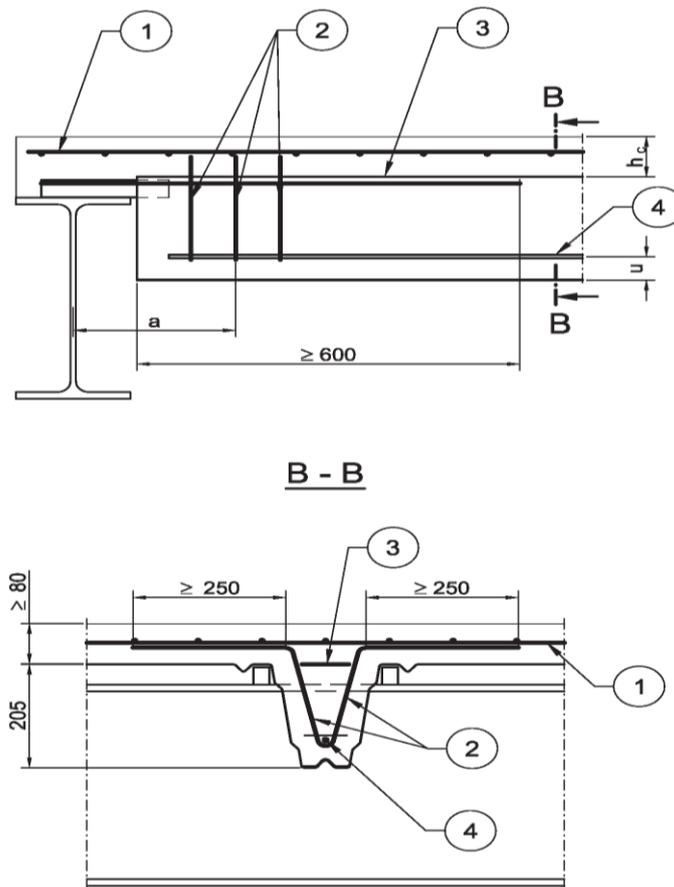
Alle Maße in [mm]

elektronische Kopie der abZ des dibt: z-26.1-44

Hoesch Additiv Decke®

Brandschutz-Aufhängebewehrung am Zwischenaufleger

Anlage 18



- 1 A_s, Decke
- 2 vertikale Aufhängebewehrung A_{s,v}
in Form einer gebogenen Bügelmatte
- 3 horizontale Aufhängebewehrung A_{s,H}
als Schlaufe
- 4 A_s, Rippe

Alle Maße in [mm]

Hoesch Additiv Decke®

Brandschutz-Aufhängebewehrung am Endauflager

Anlage 19