

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamts

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



Europäische Technische Bewertung

ETA-18/0189
vom 16. Juni 2021

Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

Handelsname des Bauprodukts

Produktfamilie,
zu der das Bauprodukt gehört

Hersteller

Herstellungsbetrieb

Diese Europäische Technische Bewertung enthält

Diese Europäische Technische Bewertung wird ausgestellt gemäß der Verordnung (EU) Nr. 305/2011, auf der Grundlage von

Diese Fassung ersetzt

Deutsches Institut für Bautechnik

Halfen-ISO-Element HIT-HP / HIT-SP

Tragende wärmedämmende Elemente für die thermische Trennung von Bauteilen aus Stahlbeton

Halfen GmbH
Liebigstraße 14
40764 Langenfeld
DEUTSCHLAND

Halfen Werke
Halfen Manufacturing plants

50 Seiten, davon 4 Anhänge, die fester Bestandteil dieser Bewertung sind.

EAD 050001-00-0301, Edition 02/2018

ETA-18/0189 vom 21. Juni 2018

Die Europäische Technische Bewertung wird von der Technischen Bewertungsstelle in ihrer Amtssprache ausgestellt. Übersetzungen dieser Europäischen Technischen Bewertung in andere Sprachen müssen dem Original vollständig entsprechen und müssen als solche gekennzeichnet sein.

Diese Europäische Technische Bewertung darf, auch bei elektronischer Übermittlung, nur vollständig und ungekürzt wiedergegeben werden. Nur mit schriftlicher Zustimmung der ausstellenden Technischen Bewertungsstelle kann eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Jede teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen.

Die ausstellende Technische Bewertungsstelle kann diese Europäische Technische Bewertung widerrufen, insbesondere nach Unterrichtung durch die Kommission gemäß Artikel 25 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011.

Besonderer Teil

1 Technische Beschreibung des Produkts

Das Halfen Iso-Element HIT-HP/SP ist ein tragendes wärmedämmendes Verbindungselement zum Anschluss für bewehrte Platten aus Normalbeton.

Die Produktbeschreibung ist in Anhang A angegeben.

Die in den Anhängen A1 bis A15 nicht angegebenen Werkstoffkennwerte, Abmessungen und Toleranzen des Verbindungselementes müssen den in der technischen Dokumentation^[1] dieser Europäischen Technischen Bewertung festgelegten Angaben entsprechen.

2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß dem anwendbaren Europäischen Bewertungsdokument

Von den Leistungen in Abschnitt 3 kann nur ausgegangen werden, wenn das Halfen Iso-Element HIT-HP/SP entsprechend den Angaben und Bedingungen nach Anhang B verwendet wird.

Die Prüf- und Bewertungsmethoden, die dieser Europäischen Technischen Bewertung zu Grunde liegen, führen zur Annahme einer Nutzungsdauer des Halfen Iso-Element HIT-HP/SP von mindestens 50 Jahren. Die Angabe zur Nutzungsdauer kann nicht als Garantie des Herstellers verstanden werden, sondern ist lediglich ein Hilfsmittel zur Auswahl des richtigen Produkts in Bezug auf die angenommene wirtschaftlich angemessene Nutzungsdauer des Bauwerks.

3 Leistung des Produkts und Angabe der Methoden ihrer Bewertung

3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)

Wesentliches Merkmal	Leistung
Tragfähigkeit	Siehe Anhang C1

3.2 Brandschutz (BWR 2)

Wesentliches Merkmal	Leistung
Brandverhalten der Baustoffe	Siehe Anhang A15
Feuerwiderstand	Siehe Anhang C2

3.3 Schallschutz (BWR 5)

Wesentliches Merkmal	Leistung
Trittschalldämmung	Siehe Anhang C6

3.4 Energieeinsparung und Wärmeschutz (BWR 6)

Wesentliches Merkmal	Leistung
Wärmedurchlasswiderstand	Siehe Anhang C4 bis C5

[1] Die technische Dokumentation dieser europäisch technischen Bewertung ist beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt und soweit diese für die Aufgaben der in das Verfahren der Konformitätsbescheinigung eingeschalteten zugelassenen Stellen bedeutsam ist, den zugelassenen Stellen auszuhändigen.

4 Angewandtes System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit mit der Angabe der Rechtsgrundlage

Gemäß Entscheidung der Kommission vom 14. Juli 1997 (97/597/EC) gilt das System 1+ zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit.

5 Für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit erforderliche technische Einzelheiten gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

Technische Einzelheiten, die für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit notwendig sind, sind Bestandteil des Kontrollplans, der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt ist.

Folgende Normen werden in dieser europäisch technischen Bewertung in Bezug genommen:

- EN 206: 2013+A1:2016 Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- EN 1992-1-1: 2004/A1:2014 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- EN 1993-1-1:2005 + AC:2009 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- EN 1993-1-4:2006 + A1:2015 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln - Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen
- EN 10088-1:2014 Nichtrostende Stähle - Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle
- EN 12664:2001 Wärmetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät - Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand
- EN 13162:2012+A2:2015 Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation
- EN 13501-1: 2018 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
- EN ISO 6946:2017 Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:2017)
- EN ISO 10211:2017 Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächen-temperaturen - Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2017)
- EN ISO 10456: 2007+AC:2009 Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte (ISO 10456:2007 + Cor. 1:2009)

Ausgestellt in Berlin am 16. Juni 2021 vom Deutschen Institut für Bautechnik

Dipl.-Ing. Beatrix Wittstock
Referatsleiterin

Beglaubigt
Kisan

A.1 Typenübersicht

Typ HIT-HP/SP MVX

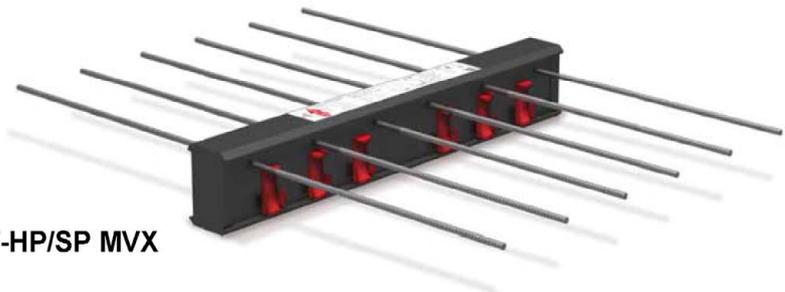
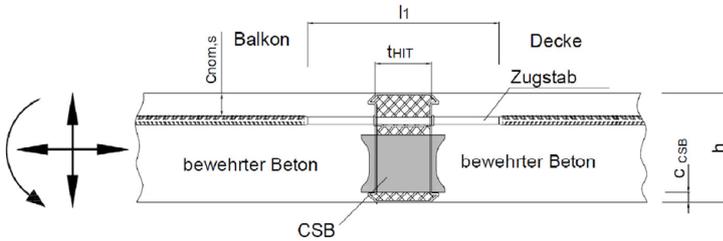


Bild 1: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP MVX

Typ HIT-HP/SP MVX-...-OD

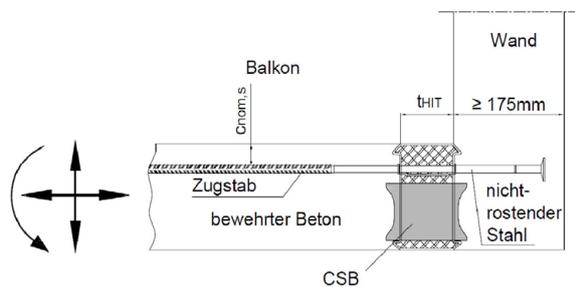
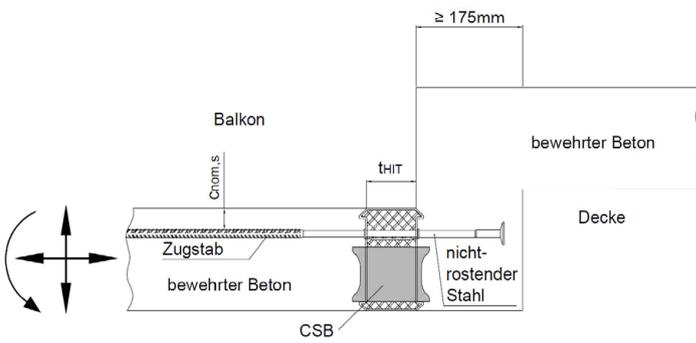


Bild 2: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP MVX-...-OD

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Produktbeschreibung
Typenübersicht

Anhang A1

Typ HIT-HP/SP MVX-...-OU

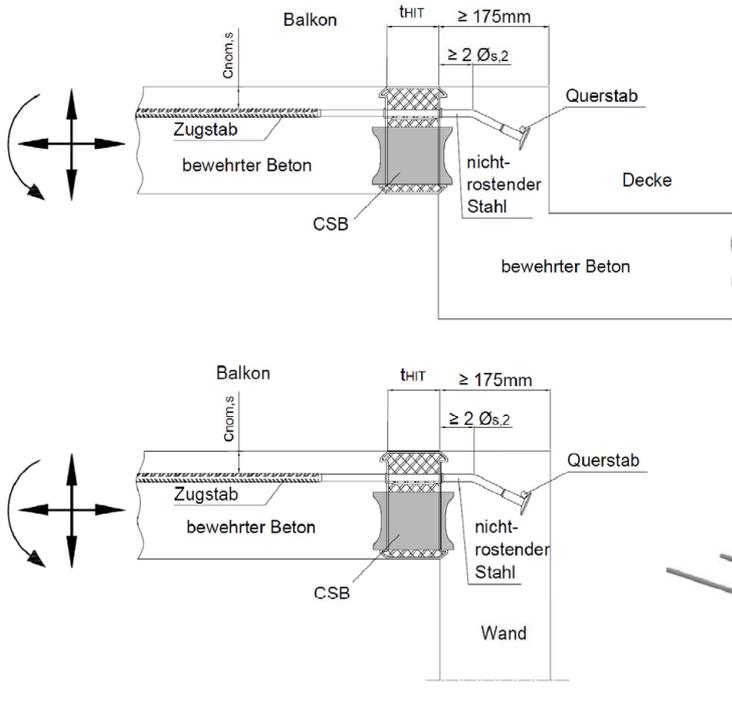


Bild 3: Halfen Iso-Element HIT- HP/SP MVX-...-OU

Typ HIT-HP/SP MVXL

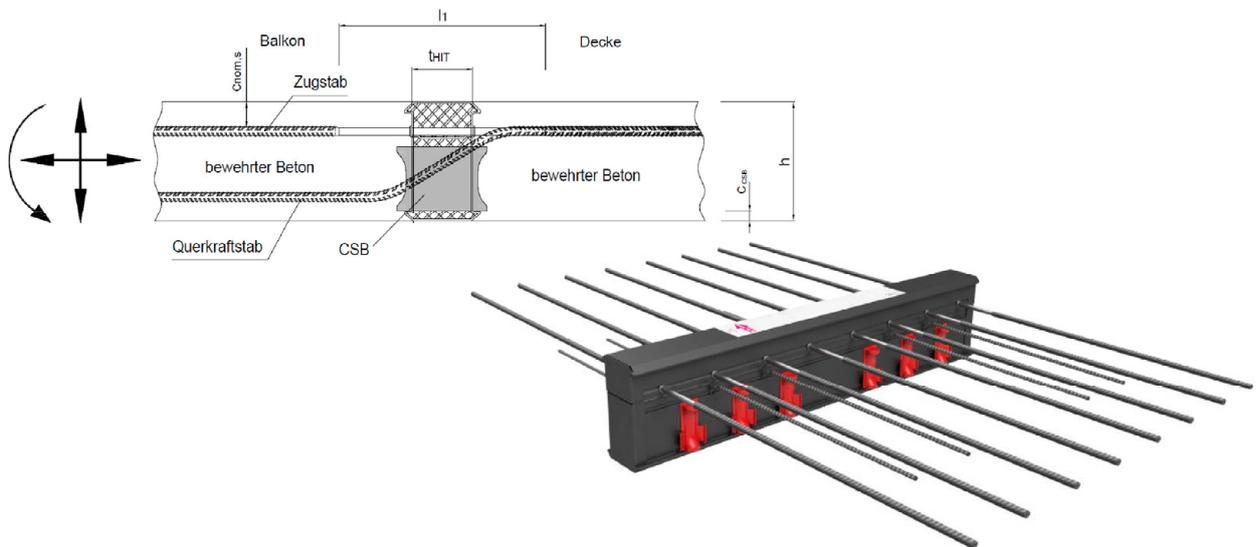


Bild 4: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP MVXL

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A2

Produktbeschreibung
Typenübersicht

Typ HIT-HP/SP ZVX

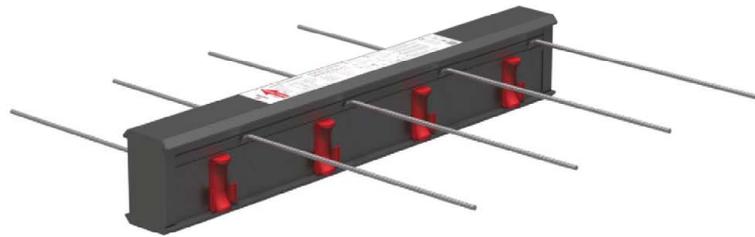
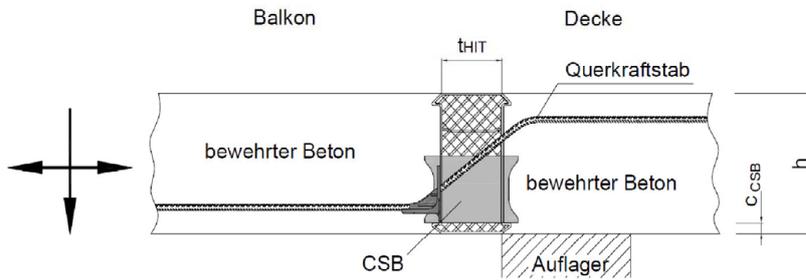


Bild 5: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP ZVX

Typ HIT-HP/SP ZDX

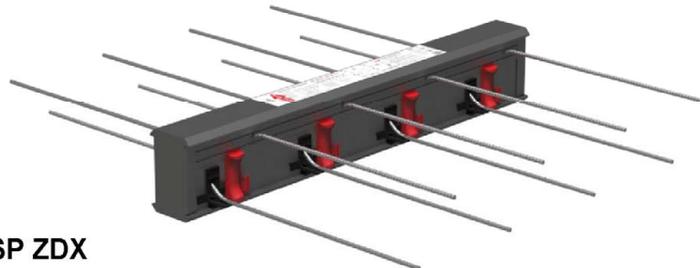
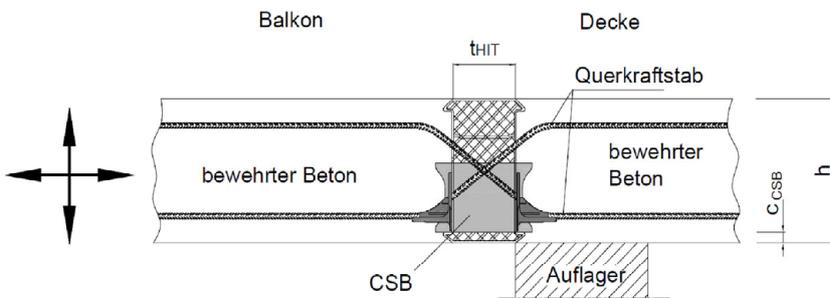


Bild 6: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP ZDX

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A3

Produktbeschreibung
Typenübersicht

Typ HIT-HP/SP DD (Typ HIT-HP/SP DDL)

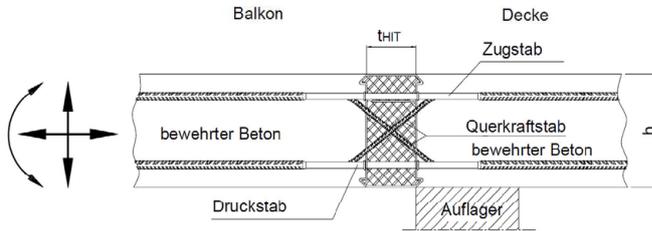


Bild 7: Halben Iso-Element HIT-HP/SP DD

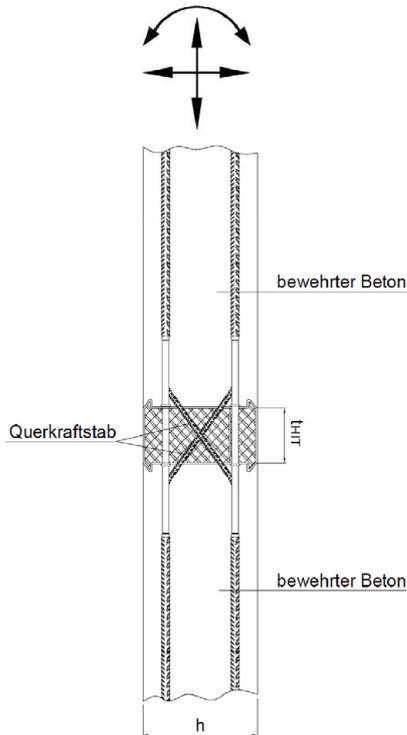


Bild 8: Halben Iso-Element HIT-HP/SP DD
(Anwendung in der liegenden Fuge)

Halben Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A4

Produktbeschreibung
Typenübersicht

Typ HIT-HP/SP DVL

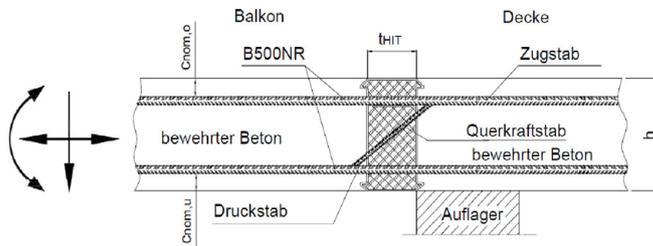


Bild 9: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP DVL

Typ HIT-HP/SP AT

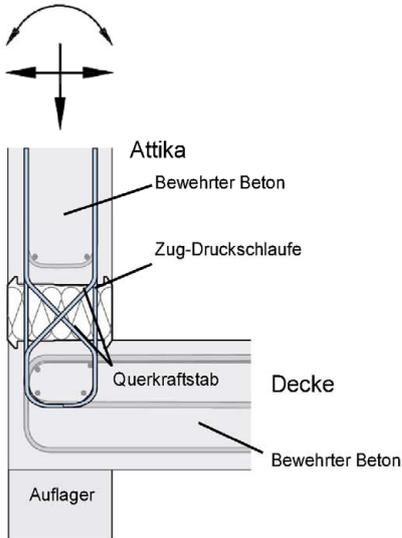


Bild 10: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP AT

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A5

Produktbeschreibung
Typenübersicht

Typ HIT-HP/SP FT

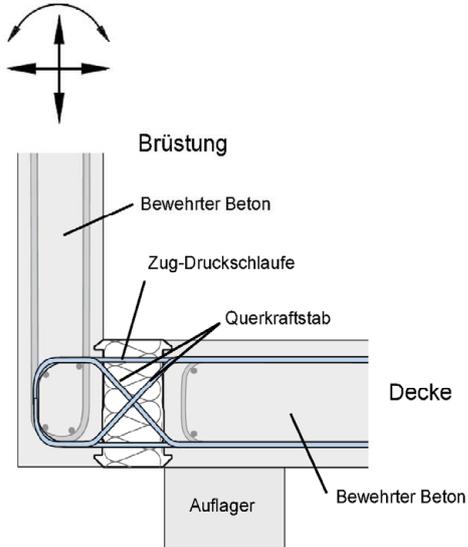


Bild 11: Halben Iso-Element HIT-HP/SP FT

Typ HIT-HP/SP OTX

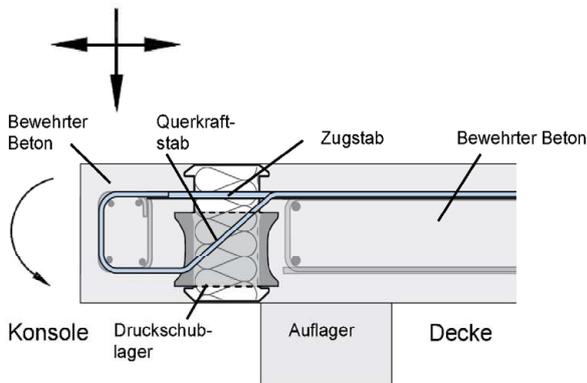


Bild 12: Halben Iso-Element HIT-HP/SP OTX

Halben Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A6

Produktbeschreibung
Typenübersicht

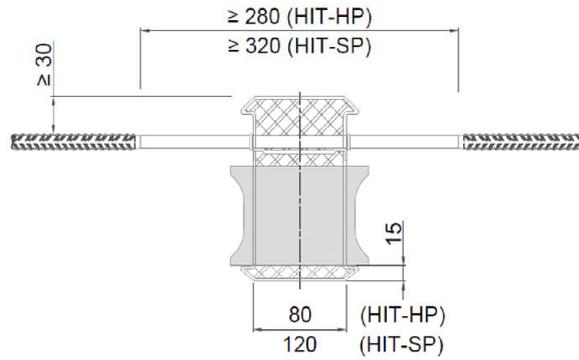


Bild 13: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP Ausführungsvariante einteilig

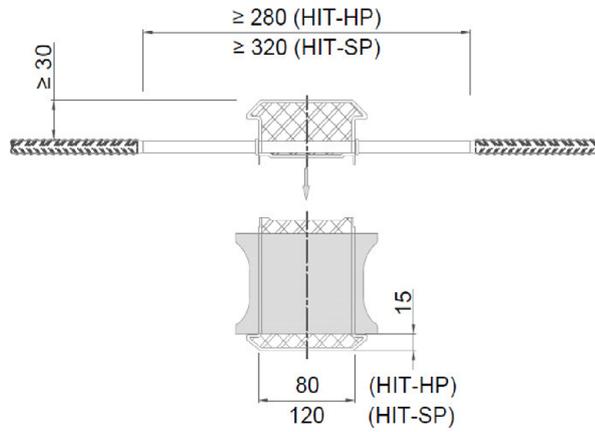


Bild 14: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP Ausführungsvariante zweiteilig

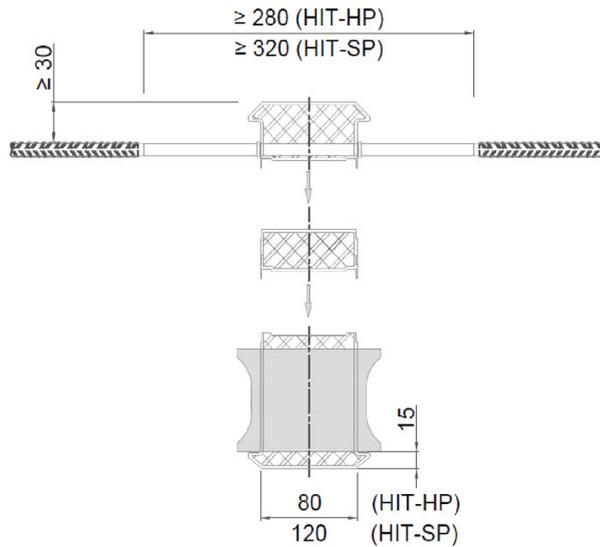


Bild 15: Halfen Iso-Element HIT-HP/SP Ausführungsvariante mehrteilig

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A7

Produktbeschreibung
Typenübersicht

A.2 Abmessungen und Lage der Stäbe und Druckschublager im Bereich der Dämmfuge

HIT-HP/SP MVX (allgemein)

- Elementhöhe h : $160 \text{ mm} \leq h \leq 500 \text{ mm}$
- Anzahl der Druckschublager je Meter n_{CSB} : ≥ 2 (für $h \leq 300 \text{ mm}$)
 ≥ 4 (für $h \leq 500 \text{ mm}$)
 ≤ 12
- Betondeckung der Druckschublager c_{CSB} : $\geq 15 \text{ mm}$
- Achsabstand der Druckschublager zum Bauteilrand: $\geq 80 \text{ mm}$
- Achsabstand der Druckschublager:
 $\geq 75 \text{ mm}$
 $\leq 600 \text{ mm}$ (für $n_{\text{CSB}} = 2$)
 $\leq 400 \text{ mm}$ (für $n_{\text{CSB}} = 3$)
 $\leq 300 \text{ mm}$ (für $n_{\text{CSB}} \geq 4$)
- Anzahl der Zugstäbe je Meter n_{TB} : ≥ 2 (für $h \leq 300 \text{ mm}$)
 ≥ 4 (für $h \leq 500 \text{ mm}$)
- Durchmesser der Zugstäbe $\varnothing_{\text{s},1}$: $\leq 20 \text{ mm}$
- Betondeckung der Zugstäbe $c_{\text{nom},\text{s}}$: $\geq 30 \text{ mm}$
- Achsabstand der Zugstäbe zum Bauteilrand: $\geq 50 \text{ mm}$
- Achsabstand der Zugstäbe:
 $\leq 600 \text{ mm}$ (für $n_{\text{TB}} = 2$)
 $\leq 400 \text{ mm}$ (für $n_{\text{TB}} = 3$)
 $\leq 300 \text{ mm}$ (für $n_{\text{TB}} \geq 4$)

Zusätzlich für HIT-HP/SP MVX (-OD, -OU) – Höhenversatz

- Einbindetiefe der Ankerköpfe: $\geq 145 \text{ mm}$
- Betondeckung der Ankerköpfe bezogen auf Stabachse: $\geq 60 \text{ mm}$
- Betondeckung der Ankerköpfe zum Bauteilrand: $\geq 60 \text{ mm}$
- Biegerollendurchmesser der Ankerköpfe: $\geq 4 \varnothing_{\text{s},1}$
- Minimale Querbewehrung: $\geq 12 \text{ mm}$, direkt am Ankerkopf
- Minimale Anschlussbewehrung: $n_l \geq n_{\text{TB}} + 1$ mit $A_l \geq \pi/4 * \varnothing_{\text{s},1}^2 * (n_{\text{TB}} + 1)$
- Durchmesser der Zugstäbe $\varnothing_{\text{s},1}$: $\leq 12 \text{ mm}$
- Anzahl der Zugstäbe je Meter:
 ≥ 2 (für $h \leq 300 \text{ mm}$)
 ≥ 4 (für $h \leq 500 \text{ mm}$)
 ≤ 12
- Größe der Ankerköpfe: $\geq 3 \varnothing_{\text{s},1}$

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A8

Produktbeschreibung
Abmessungen

HIT-HP/SP ZVX (ZDX)

- Elementhöhe h: $160 \text{ mm} \leq h \leq 500 \text{ mm}$
- Anzahl der Druckschublager je Meter n_{CSB} : ≥ 2
 ≤ 12
- Betondeckung der Druckschublager c_{CSB} : $\geq 15 \text{ mm}$
- Achsabstand der Druckschublager zum Bauteilrand: $\geq 80 \text{ mm}$
- Achsabstand der Druckschublager: $\geq 75 \text{ mm}$
- Anzahl der Querkraftstäbe je Meter n_{SB} : ≥ 2 (für $\varnothing_{\text{SB}} \leq 8 \text{ mm}$)
 ≥ 4 (für $\varnothing_{\text{SB}} > 8 \text{ mm}$)
- Durchmesser der Querkraftstäbe \varnothing_{SB} : $\leq 12 \text{ mm}$
- Biegerolldurchmesser der Querkraftstäbe: $\geq 6 \cdot \varnothing_{\text{SB}}$
- Achsabstand der Querkraftstäbe zum Bauteilrand: $\geq 6 \cdot \varnothing_{\text{SB}}$
- Achsabstand der Querkraftstäbe: $\geq 6 \cdot \varnothing_{\text{SB}}$ (im Mittel) und
 $\geq 4 \cdot \varnothing_{\text{SB}}$ (Minimum)
- Winkel der Querkraftstäbe: $30^\circ \leq \alpha_{\text{SB}} \leq 60^\circ$
- Vertikaler Versatz zwischen Querkraftstäben und Längsbewehrung: $s_{\text{SB}} \leq 100 \text{ mm}$

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A9

Produktbeschreibung
Abmessungen

HIT-HP/SP DD (HIT-HP/SP DDL; HIT-HP/SP DVL; HIT-HP/SP AT; HIT-HP/SP FT analog)

- Elementhöhe h : $160 \text{ mm} \leq h \leq 500 \text{ mm}$
- Anzahl der Zug- und Druckstäbe je Meter: ≥ 4
- Durchmesser der Zug- und Druckstäbe $\varnothing_{s,1}$: $\leq 20 \text{ mm}$
- Betondeckung der Zug- und Druckstäbe $c_{\text{nom,o}}$ bzw. $c_{\text{nom,u}}$: $\geq 30 \text{ mm}$
- Achsabstand der Zug- und Druckstäbe zum Bauteilrand: $\geq 50 \text{ mm}$
- Achsabstand der Zug- und Druckstäbe: $\leq 300 \text{ mm}$
- Anzahl der Querkraftstäbe je Meter n_{SB} : ≥ 2 (für $\varnothing_{\text{SB}} \leq 8 \text{ mm}$)
 ≥ 4 (für $\varnothing_{\text{SB}} > 8 \text{ mm}$)
- Durchmesser der Querkraftstäbe \varnothing_{SB} : $\leq 12 \text{ mm}$
- Biegerollendurchmesser der Querkraftstäbe: $\geq 6 \cdot \varnothing_{\text{SB}}$
- Achsabstand der Querkraftstäbe zum Bauteilrand: $\geq 6 \cdot \varnothing_{\text{SB}}$
- Achsabstand der Querkraftstäbe: $\geq 6 \cdot \varnothing_{\text{SB}}$ (im Mittel) und
 $\geq 4 \cdot \varnothing_{\text{SB}}$ (Minimum)
- Winkel der Querkraftstäbe: $30^\circ \leq \alpha_{\text{SB}} \leq 60^\circ$
- Vertikaler Versatz zwischen Querkraftstäben und Längsbewehrung: $s_{\text{SB}} \leq 100 \text{ mm}$

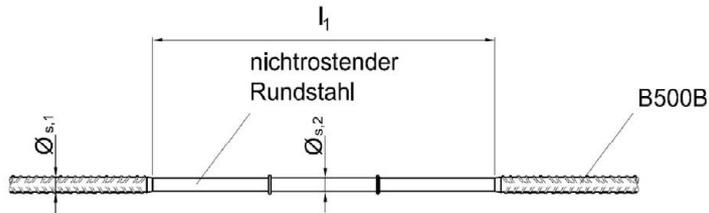
HIT-HP/SP MVXL (HIT-HP/SP OTX analog)

Alle konstruktiven Randbedingung von HIT-HP/SP MVX und HIT-HP/SP ZVX gelten analog für HIT-HP/SP MVXL.

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

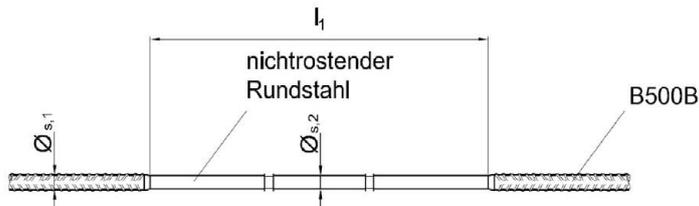
Produktbeschreibung
Abmessungen

Anhang A10

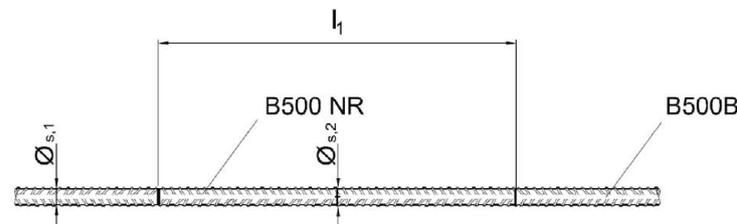


$l_1 \geq 280\text{mm}$ (HIT-HP)
 $l_1 \geq 320\text{mm}$ (HIT-SP)
(Einbindetiefe des nichtrostenden
Stahls $\geq 10\text{cm}$ in die
angrenzenden Betonbauteile)

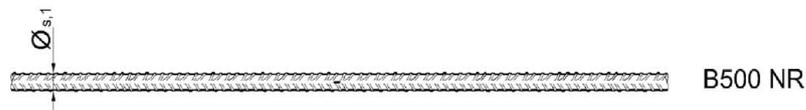
a) Ausführung nichtrostender Rundstahl S460 oder S690 verschweißt mit B500B



b) Alternative Ausführung nichtrostender Rundstahl S690 verschweißt mit B500B



c) Ausführung nichtrostender Betonstahl B500 NR verschweißt mit B500B



d) Ausführung nichtrostender Betonstahl B500 NR

Bild 16: Zug-/Druckstabvarianten Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

$\varnothing_{s,1}$ (B500B, B500 NR)	$\varnothing_{s,2}$ (nichtrostender Rundstahl S690)	$\varnothing_{s,2}$ (nichtrostender Rundstahl S 460, B500 NR)
6 mm	-	6 mm
8 mm	≥ 7 mm	8 mm
10 mm	$\geq 8,5$ mm	10 mm
12 mm	$\geq 10,5$ mm*	12 mm
14 mm	-	14 mm
16 mm	-	16 mm
20 mm	-	20 mm

* im Minimum 9,5mm an beiden Vertiefungen mit einer maximalen Länge von 6mm (siehe Bild 16b)

Tabelle A.1 Durchmesserkombinationen HIT-HP/SP Zug-/Druckstäbe

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP		Anhang A11
Produktbeschreibung Zug-/Druckstabvarianten		

Ausführung der Zugstäbe für den Höhenversatz, einseitig mit Ankerkopf.

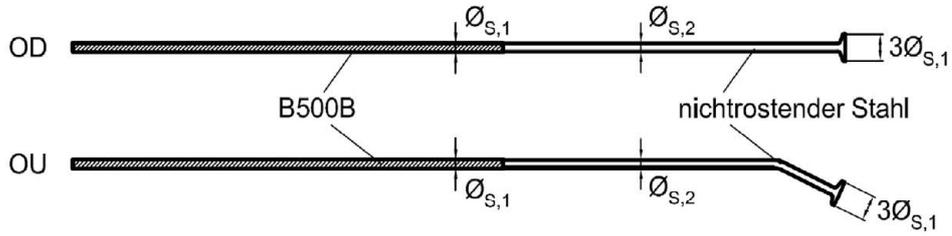


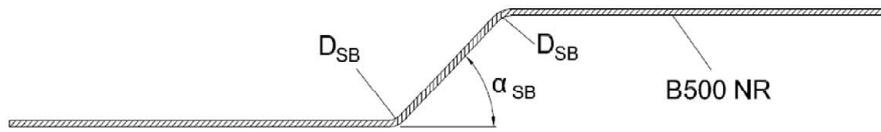
Bild 17: Zugstabvarianten Halfen Iso-Element HIT-HP/SP MVX-OU/OD
(Einbindetiefe des nichtrostenden Stahls $\geq 10\text{cm}$ in die angrenzenden Betonbauteile)

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

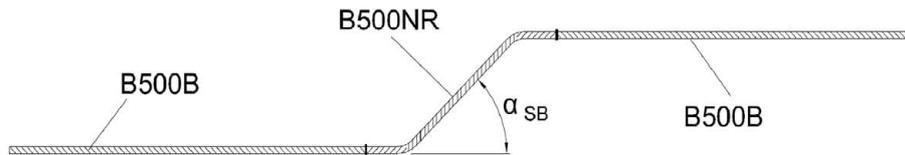
Anhang A12

Produktbeschreibung

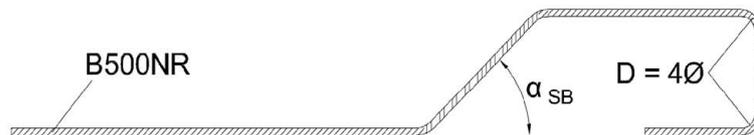
Zug-/Druckstabvarianten



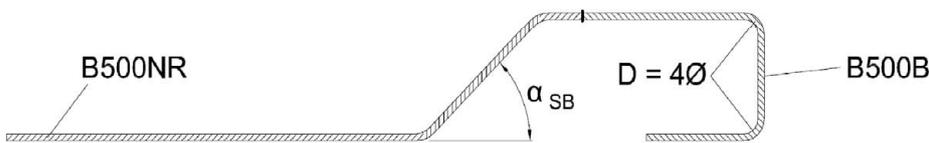
a) Ausführung nichtrostender Betonstahl B500 NR



b) Ausführung nichtrostender Betonstahl B500 NR in Kombination mit B500B
(Einbindetiefe des B500 NR ≥ 10 cm in die angrenzenden Betonbauteile)



c) Ausführung nichtrostender Betonstahl B500 NR, oberer Querkraftstabschenkel als Schlaufe



d) Ausführung nichtrostender Betonstahl B500 NR, oberer Querkraftstabschenkel als Schlaufe
aus B500B (Einbindetiefe des B500 NR ≥ 10 cm in die angrenzenden Betonbauteile)

Bild 18: Querkraftstabvarianten Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

\varnothing_{SB} (B500B, B500 NR)	D_{SB} Biegerollendurchmesser	α_{SB} [°]
6 mm	6 \varnothing_{SB}	30 - 60
8 mm		
10 mm		
12 mm		

Tabelle A.2 Ausführungsvarianten HIT-HP/SP-Querkraftstäbe

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A13

Produktbeschreibung
Querkraftstabvarianten

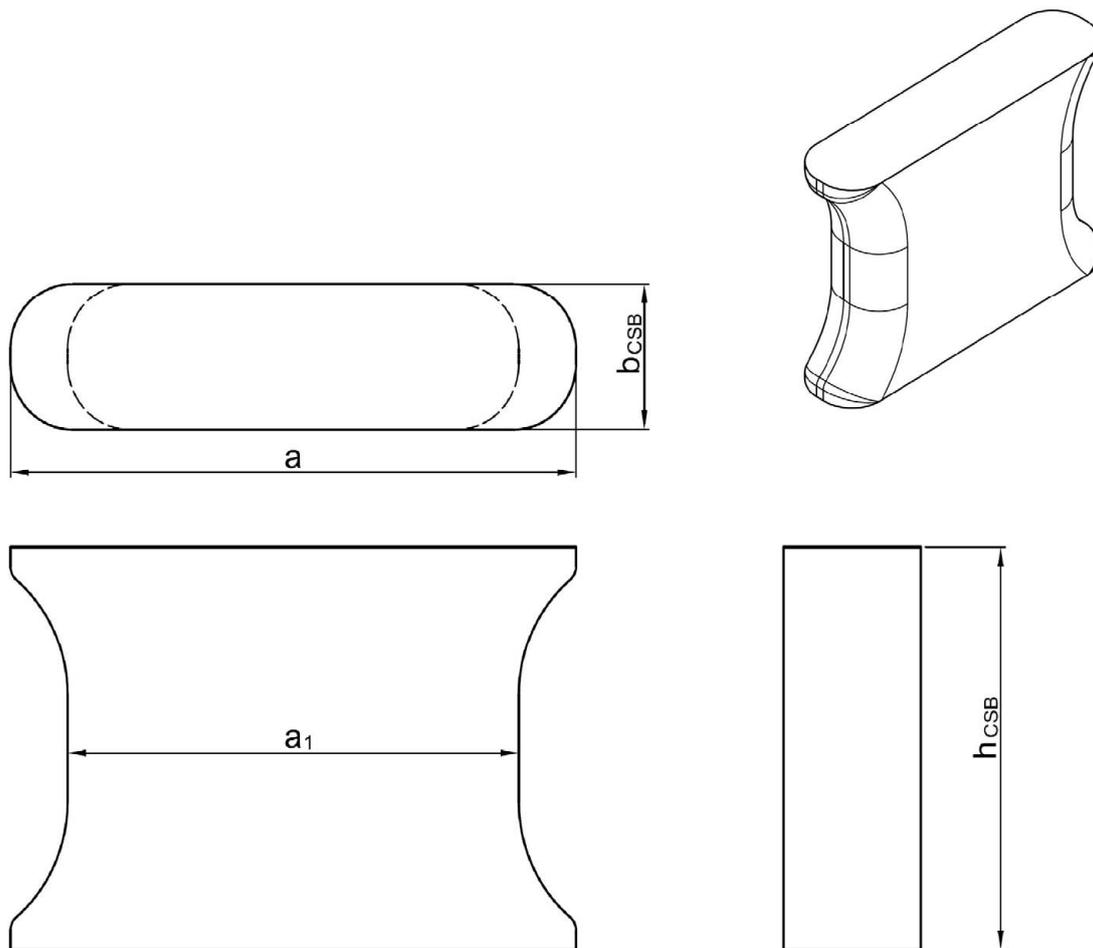


Bild 19: Doppelsymmetrische Druckschublager (CSB)

Elementtyp	HIT-HP	HIT-SP
h_{CSB}	83mm	83mm
b_{CSB}	30mm	30mm
a	123,6mm	163,6mm
a_1	98,6mm	138,6mm

Tabelle A.3 Abmessungen Druckschublager HIT-HP/SP

Halben Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A14

Produktbeschreibung
Doppelsymmetrische Druckschublager

A.3 Werkstoffe

Nichtrostender Stahl:	B500 NR oder nichtrostender Rundstahl (S460, S690) mit Korrosionsbeständigkeitsklasse III nach EN 1993-1-4, Klasse A1 nach EN 13501-1
Betonstahl:	B500B, Klasse A1 nach EN 13501-1
Druckschublager:	ultra-hochfester faserbewehrter Mörtel, Klasse A1 nach EN 13501-1
Dämmfuge:	wärmedämmendes Brandschutzmaterial, Mineralwolle, Klasse A1 nach EN 13501-1
Kunststoff der Verwahrkästen :	Kunststoff, Leistung wird nach EN 13501-1 nicht bewertet

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang A15

Produktbeschreibung
Werkstoffe

B.1 Anwendungsbedingungen

Neben außenliegenden Platten können auch vertikale Bauteile wie Konsolen, Wände, Brüstungen oder Attiken mit diesem Produkt verbunden werden. Die Kräfte werden durch Verbund bzw. Flächenpressung an die angrenzenden Bauteile übertragen.

Hauptsächlich soll das Produkt verwendet werden:

- Zur Minimierung von Wärmebrücken in Bauwerken,
- Zur Übertragung von statischen und quasi-statischen Biegemomenten, Zug-, Druck- und/oder Querkräften,
- Zum Brandschutz,
- Für zu verbindende Stahlbetonbauteile aus Normalbeton der Mindestbetonfestigkeitsklasse nach EN 206: C20/25, bei Außenbauteilen C25/30,
- Zum Anschluss für 160mm bis 500mm dicke Platten.

B.1.1 Entwurf

Es gelten EN 1992-1-1 und EN 1993-1-1 sowie die Bedingungen nach Anhang D.

- Die angeschlossene Platte ist durch Dehnfugen zu unterteilen, um die thermische Belastung zu reduzieren, siehe Abschnitt B.2.1.
- Der statische Nachweis der Weiterleitung der Kräfte muss geführt werden. Der Nachweis der Weiterleitung der Kräfte zwischen den HIT-HP/SP Elementen und dem angeschlossenen Beton ist nach Anhang D zu führen.
- Abweichungen vom Dehnungszustand einer baugleichen Platte ohne Dämmfuge sind durch Verwendung von thermischen Verbindungselementen auf den Fugenbereich sowie die anschließenden Ränder begrenzt.
- Im Abstand h vom Fugenrand darf der ungestörte Dehnungszustand angenommen werden.
- Veränderliche Momente und Querkräfte entlang des angeschlossenen Randes sind zu berücksichtigen.
- Beanspruchung der Plattenanschlüsse durch lokale Torsionsmomente sind auszuschließen.
- Kleine Normalkräfte aus Zwang in den Gurtstäben (bezogen auf das Fachwerkmodell) die am Ende von Linienlagern, z.B: neben freien Rändern oder Dehnfugen auftreten, dürfen rechnerisch vernachlässigt werden. Zwangsnormalkräfte in Richtung der Stäbe der Plattenanschlüsse müssen ausgeschlossen werden.
- Wenn die mit den Plattenanschlüssen anzuschliessenden Platten als Elementdeckenplatten ausgeführt sind, ist ein Ortbetonstreifen mit einer Breite von mindestens 10 cm gemäß Anhang B6 bis B8 zwischen dem Plattenanschluss und der anzuschliessenden Elementdecke auszuführen.
- Das Verhältnis von Höhe/Breite der angrenzenden Bauteile sollte das Verhältnis 1/3 nicht überschreiten, sofern nicht ein gesonderter Nachweis zur Übertragung der auftretenden Querkzugspannungen erfolgt.
- Das Zuschneiden der Elemente ist erlaubt. Die Bedingungen nach Anhang A8 - A10 müssen nach dem Schneiden erfüllt sein. Gekürzte Elemente sind bei der Lagerung sowie im Montage- und Einbauzustand vor planmäßiger Durchfeuchtung zu schützen.

Halben Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang B1

Verwendungszweck
Anwendungsbedingungen

B.2 Einbaubestimmungen

B.2.1 Fugenabstände

In den außenliegenden Betonbauteilen sind rechtwinklig zur Dämmschicht Dehnfugen zur Begrenzung der Beanspruchung aus Temperatur einzubauen (siehe Bild 20). Der Fugenabstand ist der nachfolgenden Tabelle B.1 zu entnehmen.

Dicke der Dämmfuge	Zugstabdurchmesser in der Fuge [mm]					
	≤ 10,5	11	12	14	16	20
HIT-HP	13,5	12,2	11,7	10,1	9,2	8,0
HIT-SP	23,0	20,6	19,8	17,0	15,5	13,5

Tabelle B.1 Fugenabstände s_{joint} [m]

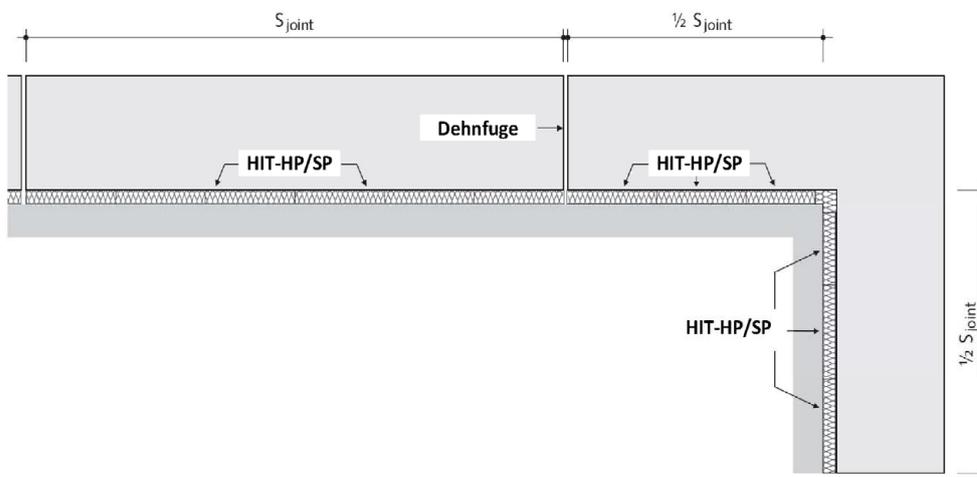


Bild 20: Einbausituation mit Dehnfugen

B.2.2 Bauliche Durchbildung

Die Mindestbetondeckung nach EN 1992-1-1 ist einzuhalten. Dies gilt für die Zug-/Druckstäbe, Querkraftstäbe oder eine vorhandene Montagebewehrung. Die Bewehrung der an die Plattenanschlüsse anzuschließenden Betonkonstruktionen ist unter Berücksichtigung der erforderlichen Betondeckung nach EN 1992-1-1 bis an die Dämmschicht heranzuführen.

Die Querstäbe der oberen Anschlussbewehrung müssen in der Regel auf den Längsstäben der Plattenanschlüsse liegen. Hiervon darf bei Stäben mit Nenndurchmesser kleiner 16 mm abgewichen werden, wenn der Einbau der Querstäbe unter den jeweils vorliegenden Baustellenbedingungen auch direkt unter den Längsstäben der Plattenanschlüsse möglich ist und kontrolliert wird, z. B. durch den Fachbauleiter. Die erforderlichen Montageschritte hierzu müssen in der Einbauanleitung beschrieben sein (siehe Anhang B3 bis B5).

Die Stirnflächen der anzubindenden Bauteile müssen eine Randeinfassung nach EN 1992-1-1, Abschnitt 9.3.1.4 erhalten. An den Stirnflächen der angeschlossenen Platten parallel zur Dämmfuge sind mindestens Steckbügel $\varnothing \geq 6\text{mm}$, $s \leq 25\text{cm}$ und je 2 Längsstäbe $\varnothing \geq 8\text{mm}$ anzuordnen. Gitterträger mit einem maximalen Abstand von 100 mm zur Dämmfuge dürfen angerechnet werden.

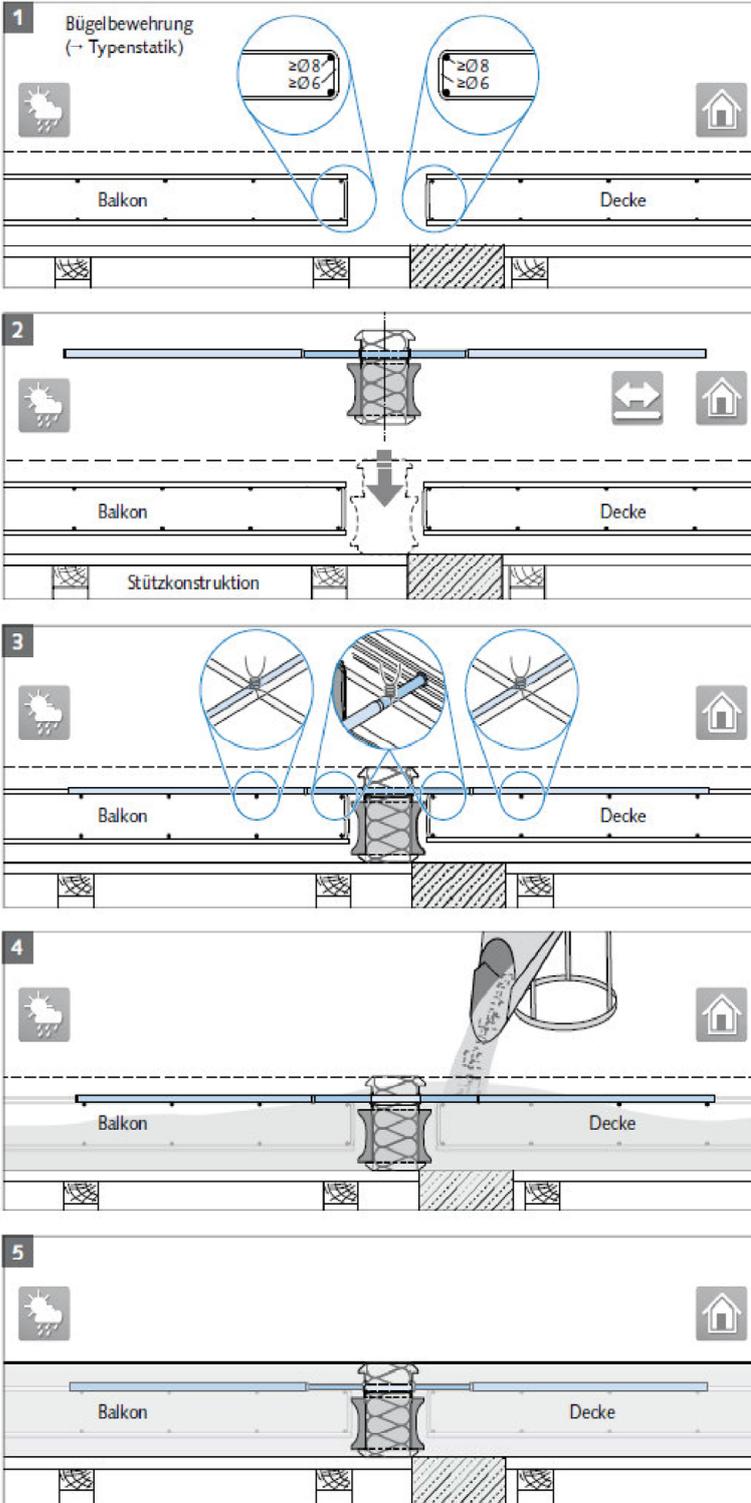
Das nachträgliche Abbiegen der Stäbe des Plattenanschlusses ist nicht zulässig.

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang B2

Verwendungszweck
Einbaubestimmungen

Einbauschema

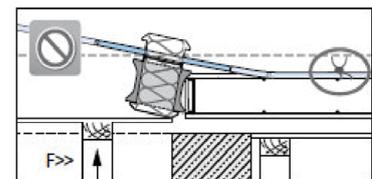
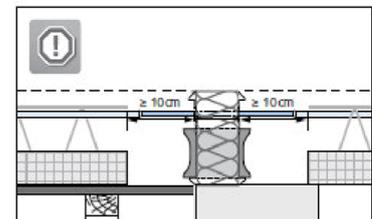


1 Einbau der bauseitigen Bewehrung

Bauseitige Bewehrung nach Angaben der Tragwerksplanung.

2 Einbau des HIT-Elements von oben

Das Element HIT-MVX ist symmetrisch. Somit sind beide Einbaurichtungen korrekt (Sonderkonstruktionen können abweichen).



Auf korrekte Höhe der Schalung achten!

3 Verrödeln der Zugstäbe des Elementes mit der bauseitigen Bewehrung

4 Einbringen des Betons

Für die Gewährleistung der Lagesicherheit der HIT-Elemente ist beim Betonieren auf gleichmäßiges Füllen und Verdichten zu achten. Es wird empfohlen, eine Lagesicherung der HIT-Elemente vorzusehen.

5 Frisch betonierter Balkon auf Unterstützung

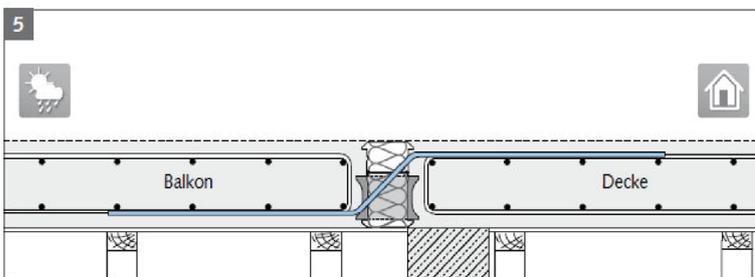
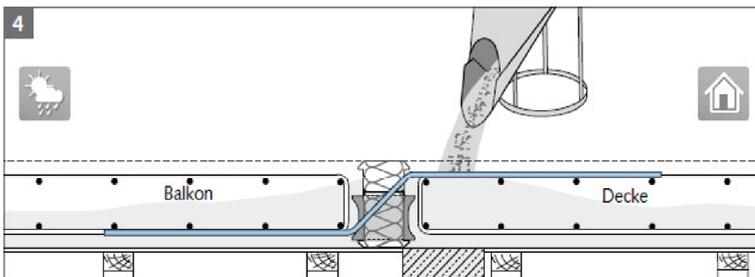
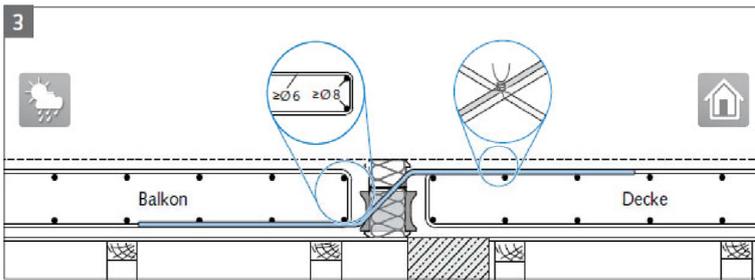
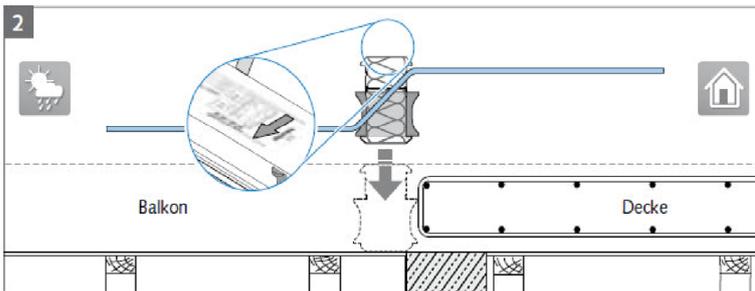
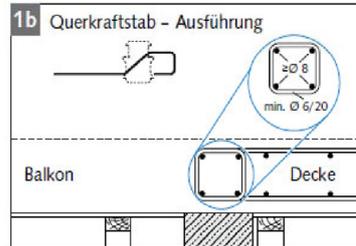
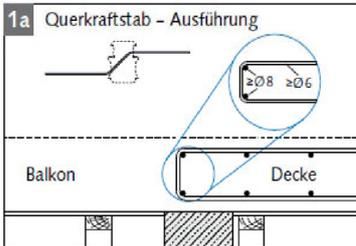
Weitere Einbauschemata finden Sie in der Montageanleitung auf www.halfen.de.

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang B3

Verwendungszweck
Montageanleitung Typ HIT-MVX

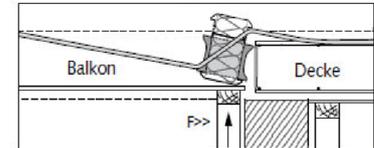
Einbauschema



1 Einbau der bauseitigen Bewehrung, deckenseitig

Bauseitige Bewehrung nach Angaben der Tragwerksplanung.

2 Einbau des HIT-Elementes von oben
HIT-ZDX-Elemente mit den Stabdurchmessern $\varnothing 8$, 10 oder 12 sind symmetrisch und können ungeachtet der Richtung eingebaut werden.



Auf korrekte Höhe der Schalung achten!

3 Einbau der bauseitigen Bewehrung, balkonseitig
Verrödeln der Querkraftstäbe des Elementes mit der bauseitigen Bewehrung.

4 Einbringen des Betons

Für die Gewährleistung der Lagesicherheit der HIT-Elemente ist beim Betonieren auf gleichmäßiges Füllen und Verdichten zu achten.

5 Frisch einbetonierter Balkon auf Unterstützung

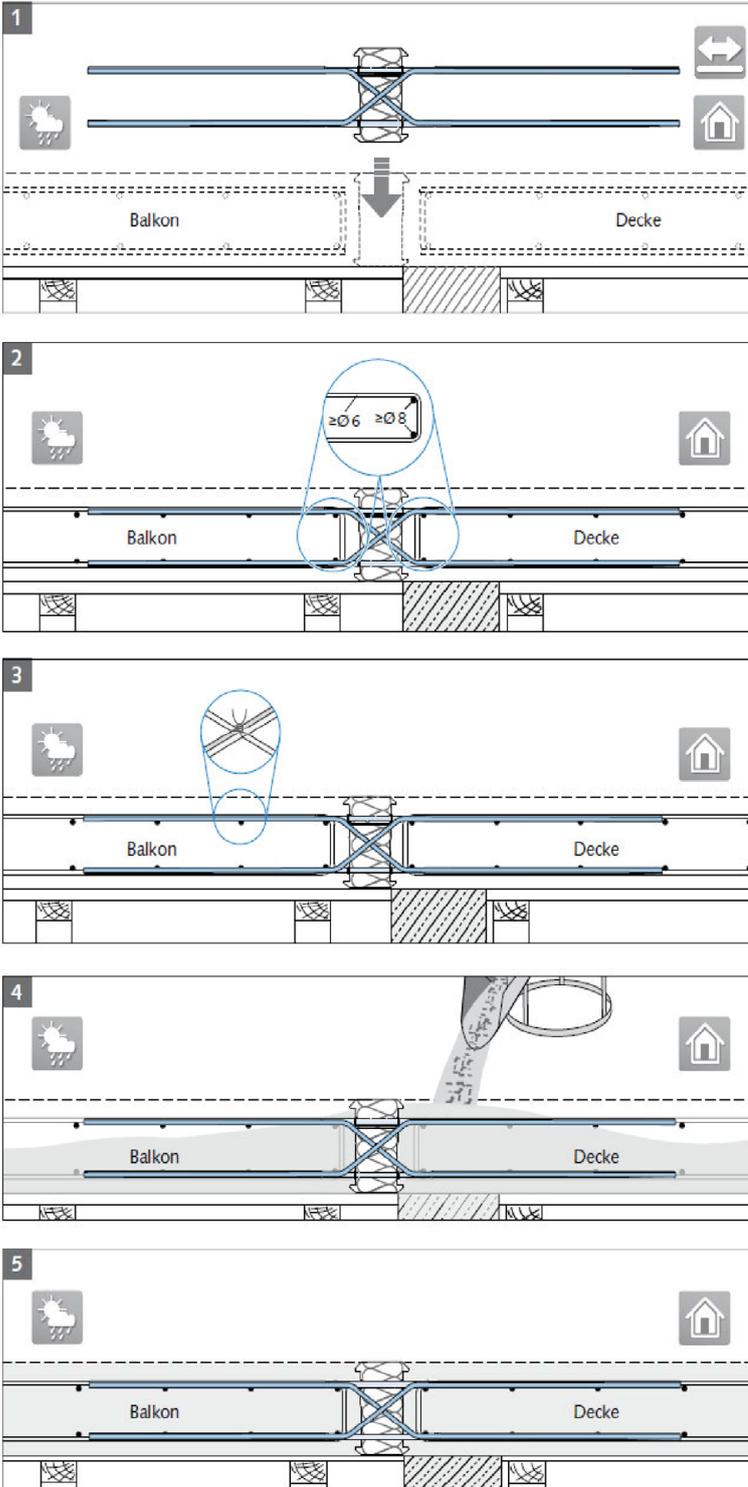
Weitere Einbauschemata für die Typen HIT-HP/SP ZVX und HIT-HP/SP ZDX finden Sie in der Montageanleitung – downloadbar auf unserer Internetseite www.halfen.de.

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang B4

Verwendungszweck
Montageanleitung Typ HIT-ZVX

Einbauschema



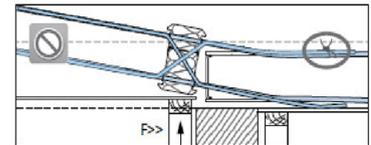
1 Positionieren des HIT-Elementes von oben

i Das Element HIT-DD ist symmetrisch. Somit sind beide Einbaurichtungen korrekt.

2 Einbau der bauseitigen Bewehrung

! Bauseitige Bewehrung nach Angaben der Tragwerksplanung.

3 Verrödeln der Zug- und Querkraftstäbe des Elementes mit der bauseitigen Bewehrung



! Auf korrekte Höhe der Schalung achten!

4 Einbringen des Betons

! Für die Gewährleistung der Lagesicherheit der HIT-Elemente ist beim Betonieren auf gleichmäßiges Füllen und Verdichten zu achten. Es wird empfohlen, eine Lagesicherung der HIT-Elemente vorzusehen.

5 Frisch einbetonierter Balkon auf Unterstützung

i Weitere Einbauschemata finden Sie in der Montageanleitung auf www.halfen.de.

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang B5

Verwendungszweck
Montageanleitung Typ HIT-DD

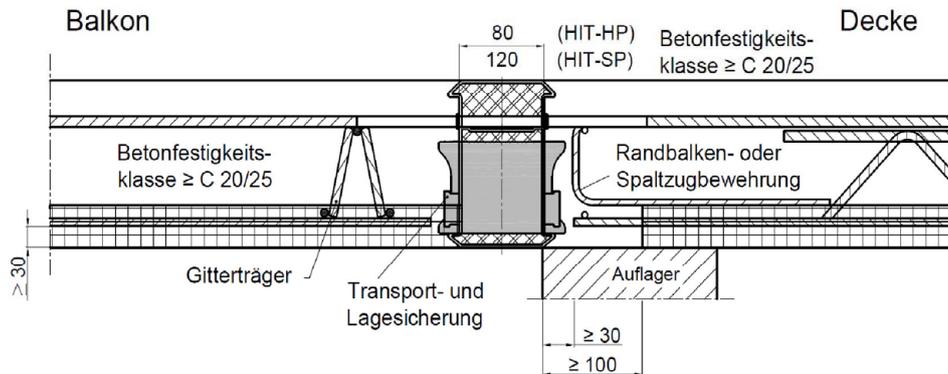


Bild 21: Beispiel für den Anschluss HIT-HP/SP MVX an Elementplatten mit statisch wirksamer Ortbetonschicht

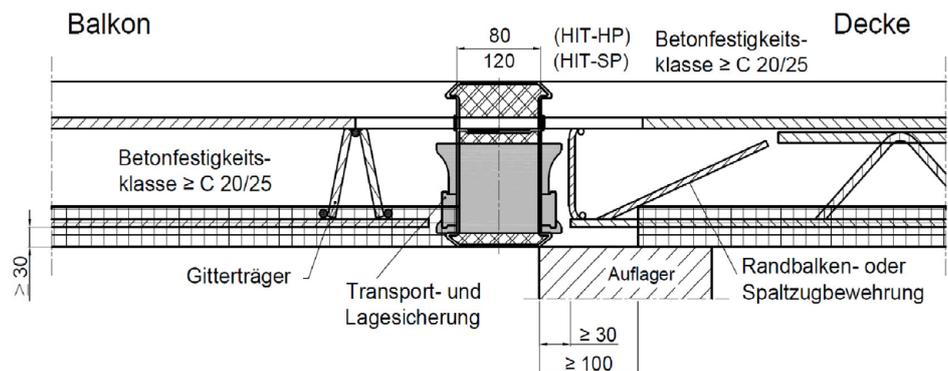


Bild 22: Beispiel für den Anschluss HIT-HP/SP MVX an Elementplatten mit statisch wirksamer Ortbetonschicht

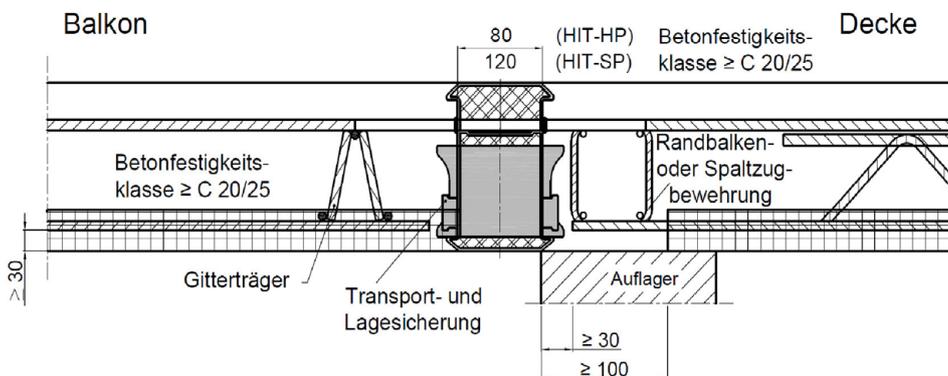


Bild 23: Beispiel für den Anschluss HIT-HP/SP MVX an Elementplatten mit statisch wirksamer Ortbetonschicht

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang B6

Verwendungszweck
Einbaubestimmungen für Elementplatten

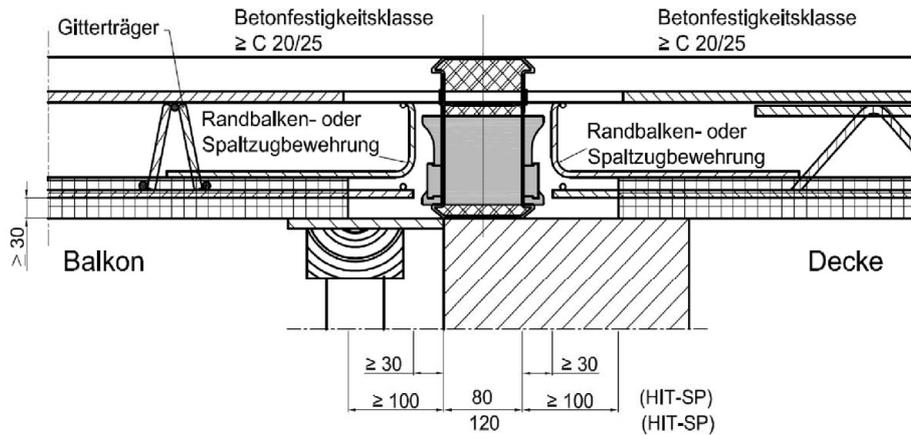


Bild 24: Beispiel für den Anschluss HIT-HP/SP MVX an Elementplatten mit statisch wirksamer Ortbetonschicht

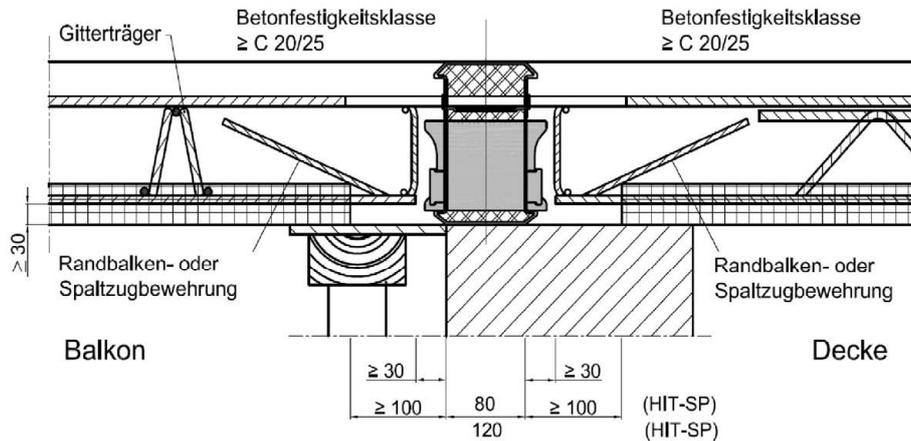


Bild 25: Beispiel für den Anschluss HIT-HP/SP MVX an Elementplatten mit statisch wirksamer Ortbetonschicht

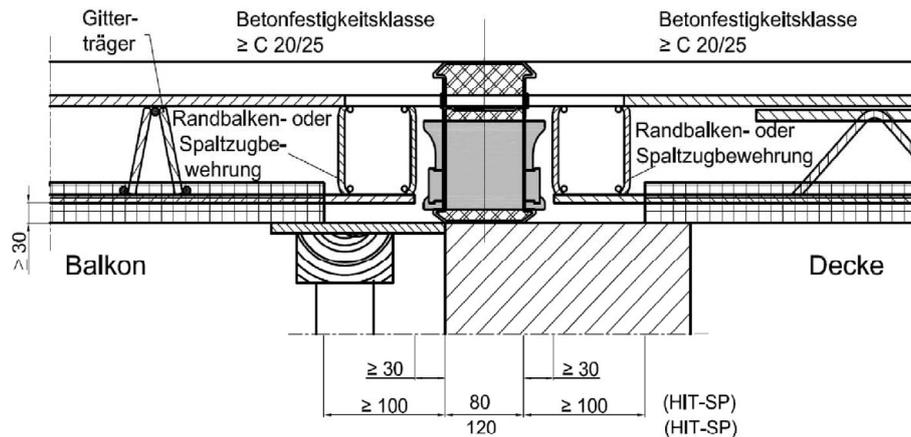


Bild 26: Beispiel für den Anschluss HIT-HP/SP MVX an Elementplatten mit statisch wirksamer Ortbetonschicht

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang B7

Verwendungszweck
Einbaubestimmungen für Elementplatten

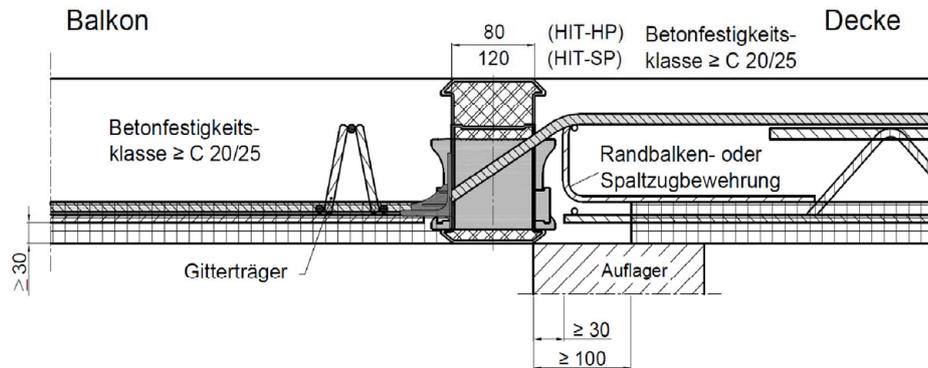


Bild 27: Beispiel für den Anschluss HIT-HP/SP ZVX an Elementplatten mit statisch wirksamer Ortbetonschicht

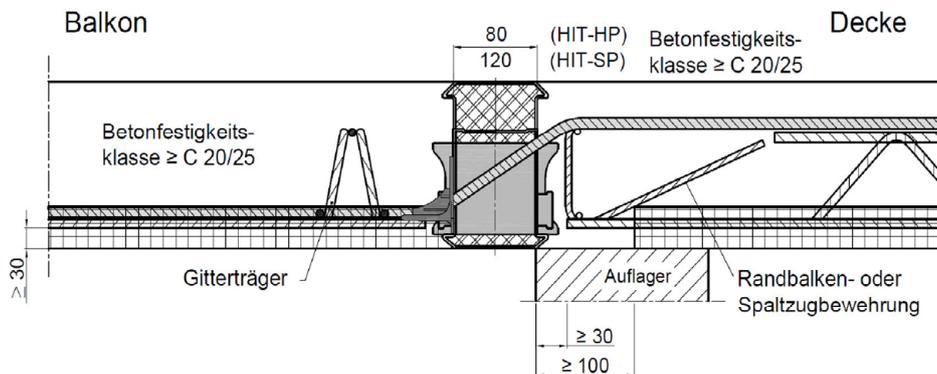


Bild 28: Beispiel für den Anschluss HIT-HP/SP ZVX an Elementplatten mit statisch wirksamer Ortbetonschicht

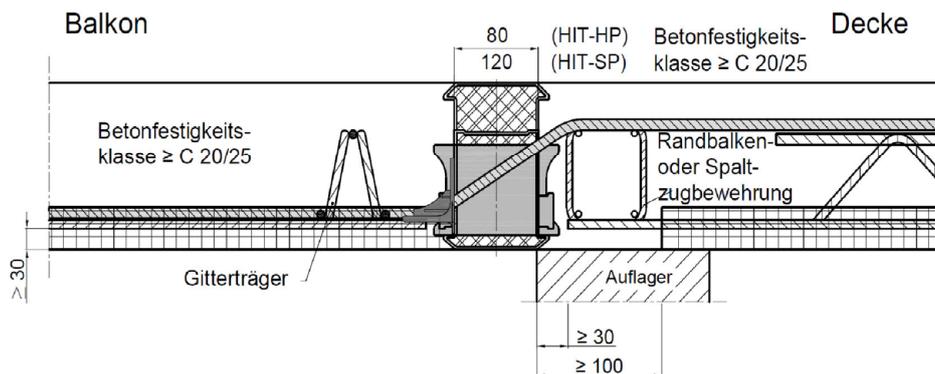


Bild 29: Beispiel für den Anschluss HIT-HP/SP ZVX an Elementplatten mit statisch wirksamer Ortbetonschicht

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang B8

Verwendungszweck
Einbaubestimmungen für Elementplatten

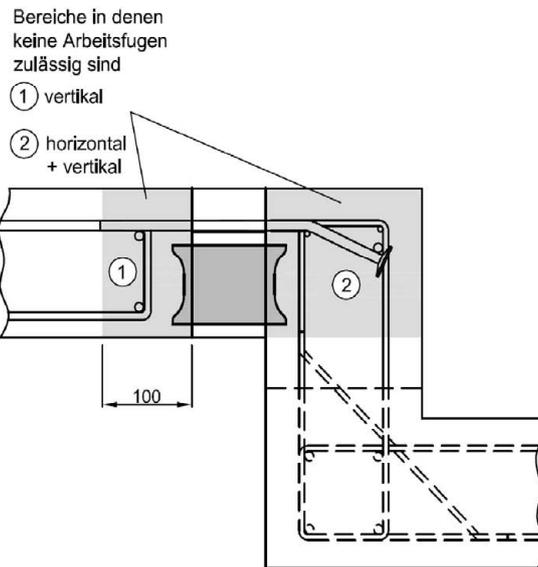


Bild 30: Bewehrungsführung für Höhenversatz HIT-HP/SP MVX_OU

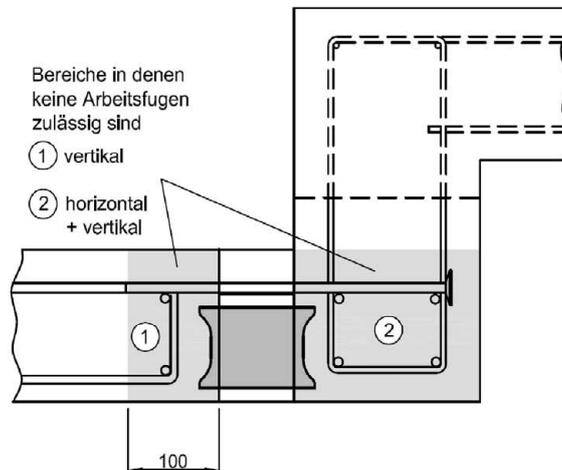


Bild 31: Bewehrungsführung für Höhenversatz HIT-HP/SP MVX_OD

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang B9

Verwendungszweck
Einbaubestimmungen für HIT-MVX_OU/OD

C.1 Tragfähigkeit

C.1.1 Tragfähigkeit der verwendeten Stäbe

Stäbe aus	f_{yd} [N/mm ²]
B500B	435
B500 NR	435
Nichtrostender Rundstahl S460	418
Nichtrostender Rundstahl S690	627

Tabelle C.1 Bemessungswerte bei Zugbeanspruchung für die verwendeten Stäbe

Stabdurchmesser [mm]	Werkstoff [-]	$F_{sR,d}$ [kN]
8	Nichtrostender Betonstahl mit $f_{yk} > 700$ N/mm ²	19,0
10	Nichtrostender Betonstahl mit $f_{yk} > 700$ N/mm ²	34,1
12	Nichtrostender Betonstahl mit $f_{yk} > 700$ N/mm ²	49,2
10,5	S690	49,2

Tabelle C.2 Bemessungswerte für Druckbeanspruchung von Druckstäben

C.1.2 Bemessungswerte der übertragbaren Kräfte

$$V_{CSB,d} \leq 18.200 \text{ N}$$

Um die maximalen Tragfähigkeit M_{Rd} und V_{Rd} zu bestimmen, müssen M_{Ed} und V_{Ed} erhöht werden, bis einer der Nachweise maßgebend wird.

M_{Ed} und V_{Ed} Kombinationen entsprechend

Anhang D3-D5	(HIT-MVX)
Anhang D6-D8	(HIT-MVXL) (HIT-OTX analog)
Anhang D9-D10	(HIT-ZVX (ZDX))
Anhang D11-D12	(HIT-DD) (HIT-DDL, HIT-DVL, HIT-AT, HIT-FT analog).

C.1.3 Bemessungswert der Betonkante

$F_{c,Rd}$ entsprechend

Anhang D5	(HIT-MVX)
Anhang D7	(HIT-MVXL) (HIT-OTX analog)
Anhang D10	(HIT-ZVX (ZDX)).

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang C1

Leistungsmerkmale
Tragfähigkeit

C.2 Feuerwiderstand

C.2.1 Leistungsmerkmale bezüglich Tragfähigkeit im Brandfall

Bei Einhaltung der im Anhang C1 angegebenen Leistungsmerkmale für den Nachweis unter normalen Temperaturen ist für Anschlüsse mit HALFEN HIT-HP/SP gemäß Anhang A1-A7 im vorgesehenen Verwendungszweck auch die Tragfähigkeit im Brandfall für eine Dauer von 120 min gewährleistet.

Dies gilt für einen Reduktionsbeiwert η_{fi} gemäß EN 1992-1-2, Abschnitt 2.4.2 bis $\eta_{fi} = 0,7$.

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang C2

Leistungsparameter
Tragfähigkeit im Brandfall

C.2.2 Feuerwiderstandfähigkeit des Bauteils (informativ)

Decken- und Dachkonstruktionen sowie Balkon- und Laubengangkonstruktionen, die gemäß dem vorgesehenem Verwendungszweck mit dem HALFEN HIT-HP/SP an Stahlbetonbauteile angeschlossen werden, können hinsichtlich des Feuerwiderstandes gemäß EN 13501-2, wie in Tabelle C.3 angegeben, klassifiziert werden.

Folgende Randbedingungen müssen dabei eingehalten werden:

- Die Leistung hinsichtlich der Tragfähigkeit im Brandfall wurde für den HIT-HP/SP erklärt.
- Bei Decken- und Dachkonstruktionen sind die Anschlüsse der übrigen, nicht mit dem Halfen Iso-Element HIT-HP/SP angeschlossenen Ränder der Decken- oder Dachkonstruktionen an anschließende oder unterstützende Bauteile gemäß den Bestimmungen der Mitgliedsstaaten für den entsprechenden Feuerwiderstand nachzuweisen.

Ausführungsvariante gemäß	Decken- oder Dachkonstruktion mit raumabschließender Funktion	Balkon- und Laubengangkonstruktion
Anhang A1 bis A7	REI 120	R120

Tabelle C.3 Klassifizierung des Bauteils

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang C3

Klassifizierung des Bauteils (informativ)
Feuerwiderstandsfähigkeit

C.3 Wärmedurchlasswiderstand

Der Wärmedurchlasswiderstand wird gemäß EN ISO 6946 und EN ISO 10211 berechnet. Der äquivalente Wärmedurchlasswiderstand des tragenden Wärmedämmelementes $R_{eq,TI}$ wird unter Verwendung numerischer Verfahren (z. B. Finite-Elemente-Methode) und eines detaillierten 3D-Modells des tragenden Wärmedämmelementes für die in Bild 32 dargestellte Konstruktion bestimmt. Detailliertere Modelle können als Alternative zu einfachen Modellen genutzt werden. Die Nenndicke $d_{n,TI}$ des tragenden Wärmedämmelementes ist zu bestimmen und alle Vertiefungen sowie alle Vorsprünge sind zu berücksichtigen.

$$R_{cal} = R_{eq,TI} + R_{con}$$

$$R_{eq,TI} = R_{cal} - R_{con} = R_{cal} - \frac{0,06 \text{ m}}{2,3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})}$$

$$\lambda_{eq,TI} = \frac{d_{n,TI}}{R_{eq,TI}}$$

- Mit:
- $d_{n,TI}$ Nenndicke des tragenden Wärmedämmelementes
 - $\lambda_{eq,TI}$ äquivalente Wärmeleitfähigkeit des tragenden Wärmedämmelementes
 - R_{cal} berechneter Wärmedurchlasswiderstand für Querschnitt nach Bild 32
 - R_{con} Wärmedurchlasswiderstand des Betonstreifens
 - $R_{eq,TI}$ äquivalenter Wärmedurchlasswiderstand des tragenden Wärmedämmelementes

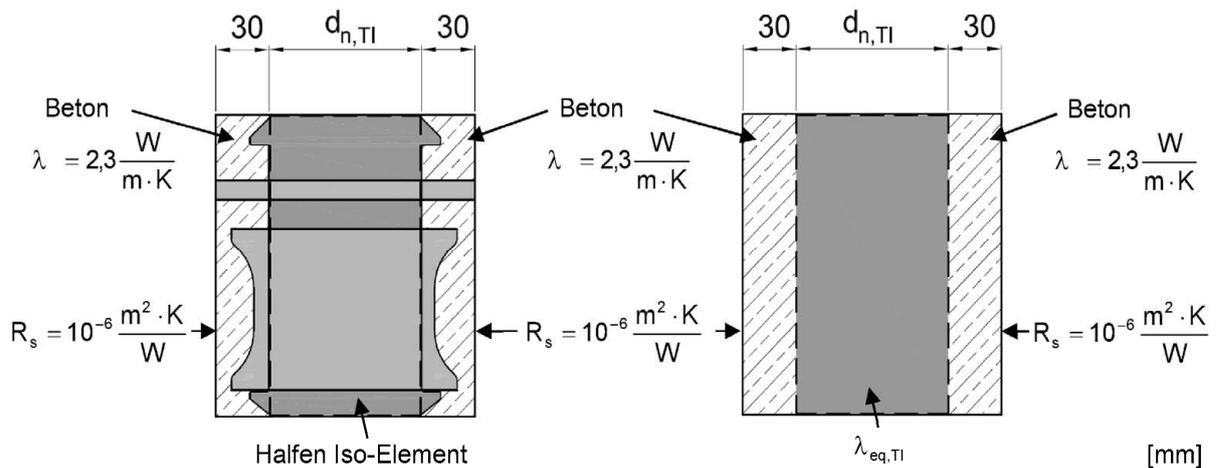


Bild 32: Querschnitt der Konstruktion zur Bestimmung des äquivalenten Wärmedurchlasswiderstandes $R_{eq,TI}$ sowie des vereinfachten Modells mit $\lambda_{eq,TI}$

Halben Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang C4

Leistungsmerkmale
Wärmedurchlasswiderstand

Als Alternative zur Nutzung von numerischen Methoden kann die folgende einfache Gleichung verwendet werden.

$$\lambda_{\text{eq, TI}} = C_{\text{eq}} \cdot \sum_i \frac{A_i \cdot \lambda_i}{B_{\text{HIT}} \cdot H_{\text{HIT}}}$$

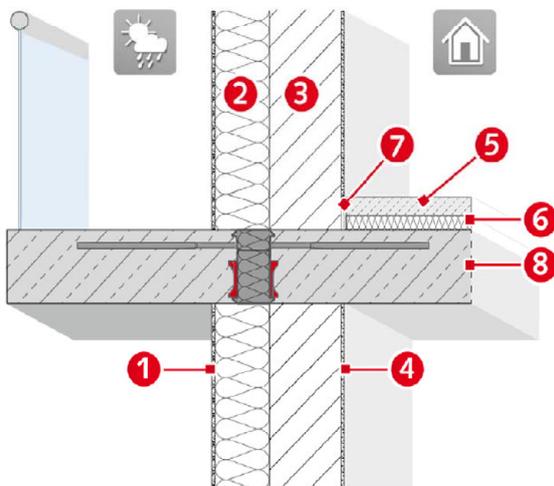
Mit: C_{eq} Korrekturfaktor gemäß Tabelle C.4
 A_i Fläche der Schicht i gemäß Tabelle C.5
 λ_i Wärmeleitfähigkeit der Schicht i gemäß Tabelle C.5
 B_{HIT} Breite des HIT Elementes
 H_{HIT} Höhe des HIT Elementes

HIT Typ	HIT-MVX	HIT-ZVX	HIT-ZDX	HIT-DD	HIT-MVXL
C_{eq}	0,84	0,79	0,73	0,83	0,84

Tabelle C.4 Korrekturfaktor C_{eq} für Wandaufbau gemäß Bild 33

i	Schicht	Werkstoff	A_i	λ_i	gemäß
				[W/(mK)]	
1	Zugstab	Nichtrostender Stahl	Querschnitt in der Fuge (A_{TB})	13 - 17	EN 10088-1
2	Querkraftstab	Nichtrostender Stahl	Querschnitt in der Fuge (A_{SB})	13 - 17	EN 10088-1
3	CSB	Faserbewehrter Mörtel	$A_{\text{CSB}} = n_{\text{CSB}} \cdot 24,9 \text{ cm}^2$	Gemäß Techn. Dokumentation	EN 12664 und EN ISO 10456
4	Verwahrkasten	PVC-U	Horizontaler Querschnitt (A_{cover})	0,17	EN ISO 10456
5	Dämmung	Mineralwolle	Querschnitt in der Fuge (A_{Miwo})	0,035	EN 13162 und EN ISO 10456

Tabelle C.5 Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeiten und weitere Informationen der unterschiedlichen Schichten



1	Putz außen
2	Dämmung (120-300mm)
3	Tragschicht (150-350mm)
4	Putz innen
5	Estrich
6	Dämmung
7	Randdämmstreifen
8	Decke (≥ 160mm)

Bild 33: Wandaufbau mit Wärmedämmung

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang C5

Leistungsmerkmale
Wärmedurchlasswiderstand

C.4 Schallschutz gemäß EN ISO 10140

HIT Element	Trittschallpegeldifferenz $\Delta L_{n,w}$ [dB]
HIT-HP MVX-0504-18-100-35	12
HIT-HP MVX-0705-18-100-35	11
HIT-HP MVX-1207-18-100-35	11
HIT-SP MVX-0504-18-100-35	14
HIT-SP MVX-0705-18-100-35	15
HIT-SP MVX-1208-18-100-35	10

Tabelle C.6 Trittschallpegeldifferenz $\Delta L_{n,w}$ [dB] aus Labormessungen

HIT Element	Trittschallpegeldifferenz $\Delta L_{n,w}$ [dB]
HIT-HP ZVX-0504-18-100-30-12	12
HIT-HP ZVX-0705-18-100-30-12	11
HIT-HP ZVX-1207-18-100-30-12	11
HIT-SP ZVX-0504-18-100-30-12	14
HIT-SP ZVX-0705-18-100-30-12	15
HIT-SP ZVX-1208-18-100-30-12	10

Tabelle C.7 Trittschallpegeldifferenz $\Delta L_{n,w}$ [dB] aus Labormessungen

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang C6

Leistungsmerkmale
Schallschutz

D.1 Bemessung

D.1.1 Zeichen und Symbole

(Einheiten in [N] und [mm])

h	Elementhöhe
b_{Unit}	Breite des Halben Iso-Elementes HIT-HP/SP
d	statische Nutzhöhe der Decke (Decke und Balkon)
n_{CSB}	Anzahl der Druckschublager
h_{CSB}	Höhe der Druckschublager (= 83 [mm])
c_{CSB}	Betondeckung der Druckschublager (=15 [mm])
$c_{\text{nom,s}}$	Betondeckung der Zugstäbe
n_{TB}	Anzahl der Zugstäbe
$\varnothing_{\text{s,1}}$	Durchmesser der Zug-/Druckstäbe
$\varnothing_{\text{s,2}}$	Durchmesser des nichtrostenden Stababschnittes der Zug-/Druckstäbe
α_{SB}	Winkel der Querkraftstäbe
\varnothing_{SB}	Durchmesser der Querkraftstäbe
$c_{\text{v,l}}$	Betondeckung der Plattenbewehrung
$c_{\text{nom,o}}$	Betondeckung der oberen Stäbe
$c_{\text{nom,u}}$	Betondeckung der unteren Stäbe
f_{yd}	Bemessungswert der Streckgrenze der Bewehrungsstäbe

Elementtyp	HIT-HP	HIT-SP
t_{HIT}	80mm	120mm
l_1	280mm	320mm
a_{CSB}	110mm	150mm
a_{Rd}	140	122

Tabelle D.1 Verschiedene Abmessungen für HIT-HP und HIT-SP

Elementtyp	HIT-HP/SP	HIT-HP	HIT-SP
Betonfestigkeitsklasse	$\beta_{\text{c1,M}}$ [N/mm]	$\beta_{\text{c2,V}}$ [N/mm ²]	$\beta_{\text{c2,V}}$ [N/mm ²]
C20/25	800	14,5	10,7
≥ C25/30	945	17,2	12,6

Tabelle D.2 Faktoren $\beta_{\text{c1,M}}$ und $\beta_{\text{c2,V}}$ für HIT-HP und HIT-SP

Halben Iso-Element HIT-HP/SP

Bemessung
Zeichen und Symbole

Anhang D1

D.1.2 Allgemein

- Der statische Nachweis ist für jeden Einzelfall zu erbringen.
- Typengeprüfte Bemessungstabellen dürfen verwendet werden.
- Der Korrosionsschutz wird durch Einhaltung der Betondeckung der bauseitigen Bewehrung nach EN 1992-1-1 und Verwendung der Werkstoffe gemäß Anhang A15 gewährleistet.
- Der Nachweis der Schweißverbindung zwischen Betonstahl und nichtrostendem Betonstahl bzw. Rundstahl ist nicht erforderlich.
- Die in der Dämmschicht erforderliche Querkraftbewehrung bestimmt nicht die Mindestplattendicke nach EN 1992-1-1, Abschnitt 9.3.2 (1).
- Der Nachweis des erforderlichen Biegerollendurchmessers gilt als erbracht, wenn die Randbedingungen nach Anhang A8-A10 eingehalten sind.
- Die Verankerungs- und Übergreifungslänge der durch die Wärmedämmschicht führenden Stäbe ist nach EN 1992-1-1 nachzuweisen.
- Der Nachweis der Ermüdung infolge Temperaturdifferenz ist durch die Begrenzung der Fugenabstände nach Tabelle B.1 erbracht.

Bauseitige Vertikalbewehrung an den Stirnflächen der anzubindenden Bauteile

Konstruktive Vertikalbewehrung

Die Stirnflächen der anzubindenden Bauteile müssen eine Randeinfassung nach EN 1992-1-1, Abschnitt 9.3.1.4 erhalten.

Steckbügel $\varnothing \geq 6\text{mm}$, $s \leq 25\text{cm}$ ($=A_{sV,min}$)

Vertikale Spaltzugbewehrung

$$F_{Sp,v} = \frac{|F_{cd}|}{4} \cdot \left(1 - \frac{x_c}{x_c + c}\right)$$

Mit: F_{cd} , x_c gemäß Anhang D4 (HIT-MVX)
Anhang D6 (HIT-MVXL) (HIT-OTX analog)
Anhang D9 (HIT-ZVX (ZDX))

$c = 30\text{mm}$

$$A_{sV,Sp} = \frac{F_{Sp,v}}{f_{yd}}$$

Aufhängebewehrung

Die Aufhängebewehrung ist für die gesamte einwirkende Querkraft V_{Ed} zu bemessen.

$$A_{sV,s} = \frac{V_{Ed}}{f_{yd}}$$

D.1.3 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Gemäß Anhang D3-D5 (HIT-MVX)
Anhang D6-D8 (HIT-MVXL) (HIT-OTX analog)
Anhang D9-D10 (HIT-ZVX (ZDX))
Anhang D11-D12 (HIT-DD) (HIT-DDL, HIT-DVL, HIT-AT, HIT-FT analog)

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D2

Bemessung
Allgemein

D.1.3.1 HIT-HP/SP MVX

Fachwerkmodell Halfen Iso-Element HIT-HP/SP MVX (allgemein)

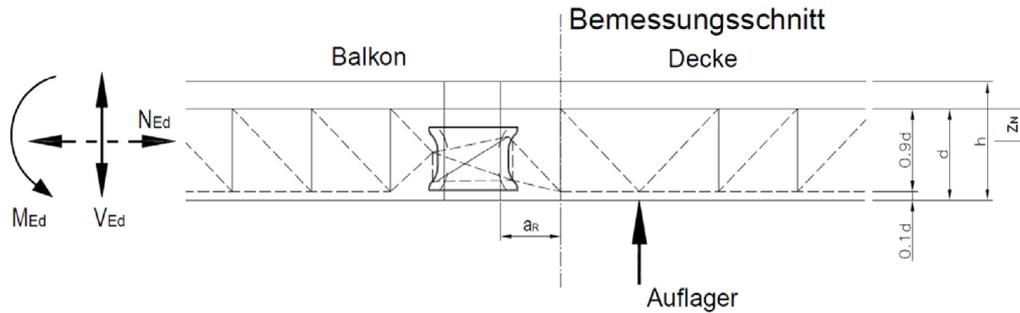


Bild 34: Fachwerkmodell und Bemessungsschnitt HIT-HP/SP MVX mit Druckschublager

Fachwerkmodell Halfen Iso-Element HIT-HP/SP MVX-...-OD/-OU (Höhenversatz)

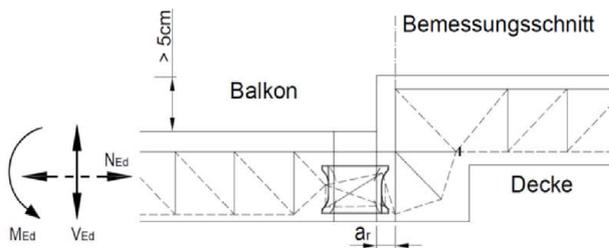


Bild 35:
Fachwerkmodell HIT-HP/SP MVX-...-OD

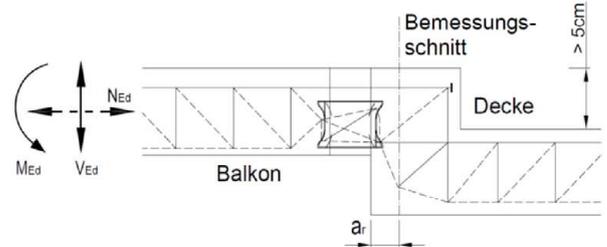


Bild 36:
Fachwerkmodell HIT-HP/SP MVX-...-OU

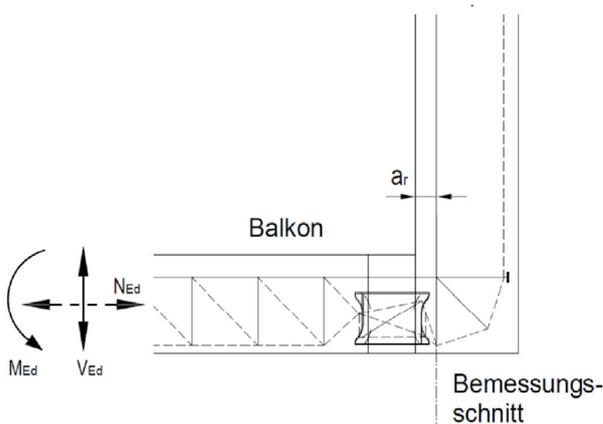


Bild 37:
Fachwerkmodell HIT-HP/SP MVX-...-OD
(Wandanschluss)

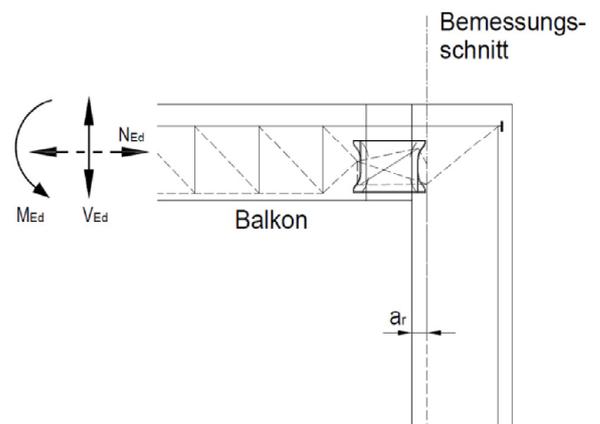


Bild 38:
Fachwerkmodell HIT-HP/SP MVX-...-OU
(Wandanschluss)

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Bemessung
HIT-HP/SP MVX

Anhang D3

Abstand Bemessungsschnitt vom Bauteilrand

$$a_r = 96 \text{ mm} - 0,1 \cdot d \quad (a_r \approx 80 \text{ mm})$$

Ermittlung von Ersatzlasten bei Berücksichtigung einer zusätzlichen Normalkraft N_{Ed}
(Moment M_{Ed} in Pfeilrichtung negativ, Querkraft V_{Ed} in nach unten positiv, Normalkraft N_{Ed} als Zugkraft positiv, positive (abhebende) Momente M_{Ed}^* sind nicht zulässig)

$$M_{Ed}^* = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_N \quad \text{mit:} \quad z_N = \text{Abstand Normalkraft zu Zugstabebene}$$

Wirkt keine zusätzliche Normalkraft gilt $M_{Ed}^* = M_{Ed}$.

Ermittlung der inneren Kräfte aus Moment-Querkraft-Interaktion

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist ein Verhältnis zwischen Biegemoment M_{Ed}^* und Querkraft V_{Ed} von mindestens $-M_{Ed}^*/V_{Ed} \geq 0,15$ [m] einzuhalten.

Betondruckzonenhöhe Druckschublager:

$$x_c = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} d_{CSB} - \sqrt{(d_{CSB})^2 - \frac{|M_{Ed}^*|}{\beta_{c1,M} \cdot n_{CSB}}} \\ \frac{h_{CSB}}{2} - \sqrt{\left(\frac{h_{CSB}}{2}\right)^2 - \frac{|V_{Ed}|}{\beta_{c2,V} \cdot n_{CSB}}} \end{array} \right. \leq h_{CSB} \quad (\text{Einheiten in [N] und [mm]})$$

$$\text{mit:} \quad d_{CSB} = h - c_{nom,s} - \frac{d_{s,1}}{2} - c_{CSB}$$

Betondruckkraft F_{cd} (negativ) und Stahlzugkraft F_{sd} (positiv):

$$-F_{cd} = 2 \cdot x_c \cdot n_{CSB} \cdot \beta_{c1,M} \quad (\text{Einheiten in [N] und [mm]})$$

$$F_{sd} = -F_{cd} + N_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} n_{CSB} \cdot V_{CSB,d} \\ |F_{cd}| \cdot \frac{(h_{CSB} - x_c)}{a_{CSB}} \end{array} \right.$$

$$\text{Nachweis:} \quad \text{Querkraft:} \quad |V_{Ed}| \leq V_{Rd}$$

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D4

Bemessung
HIT-HP/SP MVX

Ermittlung der erforderlichen Zugstabbewehrung:

$$A_{s,erf} = \frac{F_{sd}}{f_{yd}}$$

Nachweis gegen Betonkantenbruch

Einwirkungen im Bemessungsschnitt:

$$F_{c,Ed} = 0,25 \cdot |F_{cd}| + |V_{Ed}|$$

Tragwiderstand:

$$F_{c,Rd} = a_{Rd} \cdot (f_{ck})^{\frac{1}{4}} \cdot b_{eff} \cdot \psi_{BK}$$

mit: $b_{eff} = n_{CSB} \cdot 137[\text{mm}] \leq b_{Unit}$

$$\psi_{BK} = 1,0 \text{ allgemein}$$

$$\psi_{BK} = 0,7 \text{ für HIT-HP/SP MVX-...-OD (Balkon unten, siehe Anhang A1, Bild 2)}$$

Nachweis:

$$F_{c,Ed} \leq F_{c,Rd}$$

Bemessungsmomente der angrenzenden Platten:

(V_{Ed} und N_{Ed} sind beidseitig anzusetzen)

Deckenplatte: $M_{Ed,Decke} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} M_{Ed}^* \\ F_{cd} \cdot z_1 \end{array} \right.$ im Bemessungsschnitt, Zugstabebene

mit $z_1 = d - \frac{1}{2} \cdot x_c - c_{CSB}$

Balkonplatte: $M_{Ed,Balkon} = M_{Ed,Decke} - |V_{Ed}| \cdot a_{CSB}$

Bauseitige Vertikalbewehrung an den Stirnseiten der angrenzenden Bauteile

- Moment und abwärts gerichtete Querkraft:

- Balkonseite: $A_{sV} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} A_{sV,min} \\ A_{sV,sp} \end{array} \right.$

- Deckenseite: direktes Auflager $A_{sV,min}$

indirektes Auflager $A_{sV} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} A_{sV,min} \\ A_{sV,sp} + A_{sV,s} \end{array} \right.$

- Moment und aufwärts gerichtete Querkraft:

- Balkonseite: $A_{sV} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} A_{sV,min} \\ A_{sV,sp} + A_{sV,s} \end{array} \right.$

- Deckenseite: direktes Auflager $A_{sV,min}$

indirektes Auflager $A_{sV} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} A_{sV,min} \\ A_{sV,sp} \end{array} \right.$

$A_{sV,min}$, $A_{sV,sp}$ und $A_{sV,s}$ gemäß Anhang D2

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D5

Bemessung
HIT-HP/SP MVX

D.1.3.2 HIT-HP/SP MVXL

Fachwerkmodell Halfen Iso-Element HIT-HP/SP MVXL

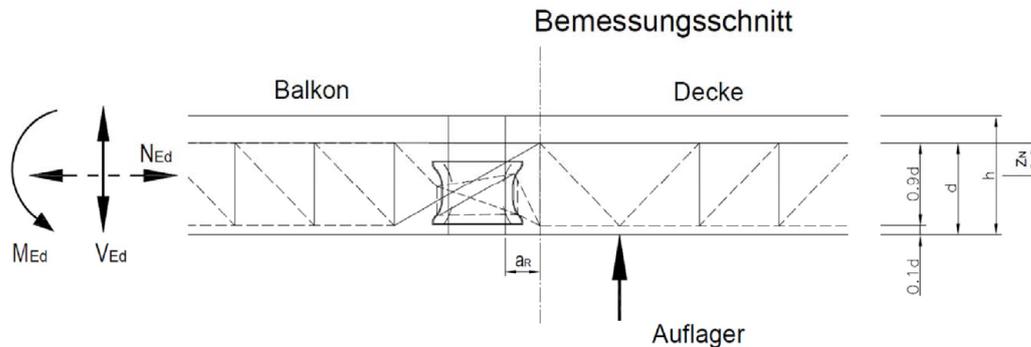


Bild 39: Fachwerkmodell und Bemessungsschnitt HIT-HP/SP MVXL mit Druckschublager

Ermittlung von Ersatzlasten bei Berücksichtigung einer zusätzlichen Normalkraft N_{Ed}
(Moment M_{Ed} in Pfeilrichtung negativ, Querkraft V_{Ed} in nach unten positiv, Normalkraft N_{Ed} als Zugkraft positiv, positive (abhebende) Momente M_{Ed}^* sind nicht zulässig)

$$M_{Ed}^* = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_N \quad \text{mit:} \quad z_N = \text{Abstand Normalkraft zu Zugstabebene}$$

$$V_{Ed}^* = V_{Ed} - \tan \alpha_{SB} \cdot N_{Ed}$$

Wirkt keine zusätzliche Normalkraft gilt $M_{Ed}^* = M_{Ed}$ und $V_{Ed}^* = V_{Ed}$.

Für aufwärts gerichtete Querkraft erfolgt die Bemessung analog HIT-HP/SP MVX (Anhang D3-D5).

Betondruckzonenhöhe Druckschublager aus Momentenbeanspruchung:

$$x_{c,M} = (d_{CSB}) - \sqrt{(d_{CSB})^2 - \frac{|M_{Ed}^*|}{n_{CSB} \cdot \beta_{c1,M}}} \leq h_{CSB}$$

Betondruckkraft $F_{cd,M}$ (negativ) aus Moment:

$$-F_{cd,M} = 2 \cdot x_{c,M} \cdot n_{CSB} \cdot \beta_{c1,M} \quad (\text{Einheiten in [N] und [mm]})$$

Ermittlung der inneren Kräfte aus Querkraftbeanspruchung

Betondruckzonenhöhe Druckschublager aus Querkraftbeanspruchung: (Einheiten in [N] und [mm])

$$x_{c,V} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{h_{CSB} + a_{CSB} \cdot \tan \alpha_{SB} \cdot \beta}{2} - \sqrt{\left(\frac{h_{CSB} + a_{CSB} \cdot \tan \alpha_{SB} \cdot \beta}{2} \right)^2 - \frac{|V_{Ed}^*|}{\beta_{c2,v} \cdot n_{CSB}}} \\ V_{Ed}^* - \min \left\{ \begin{array}{l} n_{CSB} \cdot V_{CSB,d} \\ |F_{cd,M}| \cdot \frac{(h_{CSB} - x_{c,M})}{a_{CSB}} \quad [\text{nur für } x_{c,M} > \frac{h_{CSB}}{2}] \end{array} \right\} \\ \frac{\quad}{2 \cdot n_{CSB} \cdot \beta_{c1,M} \cdot \tan \alpha_{SB} \cdot \beta} \end{array} \right\} \leq h_{CSB}$$

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D6

Bemessung
HIT-HP/SP MVXL

$$\beta = \left(1 + \frac{A_{TB,\varnothing_{s,2}}}{60 \text{ (mm}^2\text{)} \cdot n_{CSB}} \right) \quad \text{mit:} \quad A_{TB,\varnothing_{s,2}} = n_{TB} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \varnothing_{s,2}^2 \quad [\text{mm}^2]$$

Betondruckkraft $F_{cd,V}$ aus Querkraft:

$$-F_{cd,V} = 2 \cdot x_{c,V} \cdot n_{CSB} \cdot \beta_{c1,M} \quad (\text{Einheiten in [N] und [mm]})$$

$$F_{SB,Hd} = \min \left\{ \begin{array}{l} N_{Ed} - \beta \cdot F_{cd,V} \\ \frac{V_{Ed}}{\tan \alpha_{SB}} \geq 0 \end{array} \right.$$

Ermittlung der Querkraftbewehrung:

$$A_{s,SB,erf} = \frac{F_{SB,d}}{f_{yd}} \quad \text{mit:} \quad F_{SB,d} = \frac{F_{SB,Hd}}{\cos \alpha_{SB}}$$

Ermittlung der Zugstabbewehrung:

$$A_{s,erf} = \frac{|F_{Sd}|}{f_{yd}} \quad \text{mit:} \quad F_{Sd} = N_{Ed} - \min(F_{cd,M}; F_{cd,V}) - F_{SB,Hd}$$

Nachweis gegen Betonkantenbruch

Einwirkungen im Bemessungsschnitt:

$$F_{c,Ed} = 0,25 \cdot |\min(F_{cd,M}; F_{cd,V})| + |V_{Ed,CSB}|$$

$$\text{mit:} \quad V_{Ed,CSB} = |F_{cd,V}| \cdot \frac{\max(41,5; 83 - x_{c,V})}{a_{CSB}}$$

Tragwiderstand:

$$F_{c,Rd} = a_{R,d} \cdot (f_{ck})^{\frac{1}{4}} \cdot b_{eff} \quad \text{mit: } b_{eff} = n_{CSB} \cdot 137(\text{mm}) \leq b_{Element}$$

$$\text{Nachweis: } F_{c,Ed} \leq F_{c,Rd}$$

Bemessungsschnittgrößen der angrenzenden Platten

Siehe Anhang D5.

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D7

Bemessung
HIT-HP/SP MVXL

D.1.3.3 HIT-HP/SP ZVX (ZDX)

Fachwerkmodell Halfen Iso-Element HIT-HP/SP ZVX

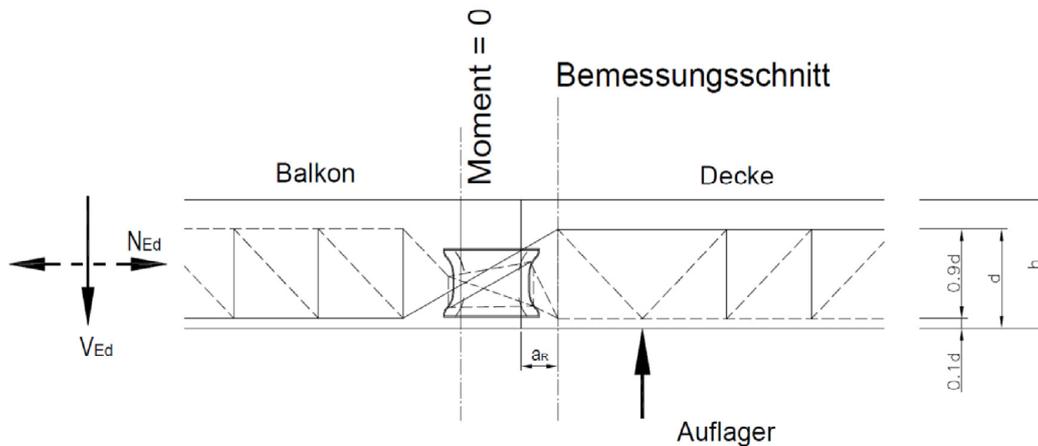


Bild 40: Fachwerkmodell und Bemessungsschnitt HIT-HP/SP ZVX mit Druckschublager (HIT-HP/SP ZDX analog)

Die maßgebende Schnittgröße V_{Ed} wird in der definierten Gelenkposition (Moment = 0) ermittelt, wobei die Nachweise im Bemessungsschnitt zu führen sind.

Ermittlung von Ersatzlasten bei Berücksichtigung einer zusätzlichen Normalkraft N_{Ed}
(Querkraft V_{Ed} in Pfeilrichtung positiv, Normalkraft N_{Ed} als Zugkraft positiv)

$$V_{Ed}^* = V_{Ed} - \tan \alpha_{SB} \cdot N_{Ed}$$

Wirkt keine zusätzliche Normalkraft gilt $V_{Ed}^* = V_{Ed}$.

Ermittlung der Einwirkungen

Betondruckzonenhöhe Druckschublager (Einheiten in [N] und [mm])

$$x_c = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{h_{CSB} + a_{CSB} \cdot \tan \alpha_{SB}}{2} \right) - \sqrt{\left(\frac{h_{CSB} + a_{CSB} \cdot \tan \alpha_{SB}}{2} \right)^2 - \frac{|V_{Ed}^*|}{\beta_{c2,V} \cdot n_{CSB}}} \leq h_{CSB} \\ \frac{(V_{Ed}^* - n_{CSB} \cdot V_{CSB,d})}{2 \cdot n_{CSB} \cdot \beta_{c1,M} \cdot \tan \alpha_{SB}} \end{array} \right.$$

Betondruckkraft F_{cd} (negativ)

$$-F_{cd} = 2 \cdot x_c \cdot n_{CSB} \cdot \beta_{c1,M}$$

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D9

Bemessung
HIT-HP/SP ZVX (ZDX)

Ermittlung der erforderlichen Schubbewehrung

$$A_{s,erf} = \frac{F_{SB,d}}{f_{y,d}}$$

mit:

$$F_{SB,d} = \frac{-F_{SB,Hd}}{\cos\alpha_{SB}}$$

$$F_{SB,Hd} = \min \left\{ \begin{array}{l} N_{Ed} - F_{cd} \\ \frac{V_{Ed}}{\tan\alpha_{SB}} \geq 0 \end{array} \right.$$

Nachweis gegen Betonkantenbruch

Einwirkungen im Bemessungsschnitt:

$$F_{c,Ed} = 0,25 \cdot |F_{cd}| + |V_{Ed,CSB}|$$

$$V_{Ed,CSB} = F_{cd} \cdot \frac{\text{Max}(h_{CSB} - x_c; 0,5 \cdot h_{CSB})}{a_{CSB}}$$

Tragwiderstand:

$$F_{c,Rd} = a_{Rd} \cdot (f_{ck})^{\frac{1}{4}} \cdot b_{eff}$$

(Einheiten in [N] und [mm])

$$\text{mit: } b_{eff} = n_{CSB} \cdot 137[\text{mm}] \leq b_{Element}$$

Nachweis:

$$F_{c,Ed} \leq F_{c,Rd}$$

Zusätzliche Bemessungsschnittgröße für die Bemessung der Deckenplatte (Versatzmoment)

$$M_{Ed,Decke} = V_{Ed}^* \cdot t_{HT}$$

Bauseitige Vertikalbewehrung an den Stirnseiten der angrenzenden Bauteile

HIT-ZVX

- Balkenseite:

$$A_{sV} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} A_{sV,min} \\ A_{sV,sp} \end{array} \right.$$

- Deckenseite:

direktes Auflager

$$A_{sV,min}$$

indirektes Auflager

$$A_{sV} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} A_{sV,min} \\ A_{sV,sp} + A_{sV,s} \end{array} \right.$$

HIT-ZDX

- Balkenseite:

$$A_{sV} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} A_{sV,min} \\ A_{sV,sp} + A_{sV,s} \end{array} \right.$$

- Deckenseite:

direktes Auflager

$$A_{sV,min}$$

indirektes Auflager

$$A_{sV} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} A_{sV,min} \\ A_{sV,sp} + A_{sV,s} \end{array} \right.$$

$A_{sV,min}$, $A_{sV,sp}$ und $A_{sV,s}$ gemäß Anhang D2.

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D10

Bemessung
HIT-HP/SP ZVX (ZDX)

D.1.3.4 HIT-HP/SP DD

Fachwerkmodell Halfen Iso-Element HIT-HP/SP DD

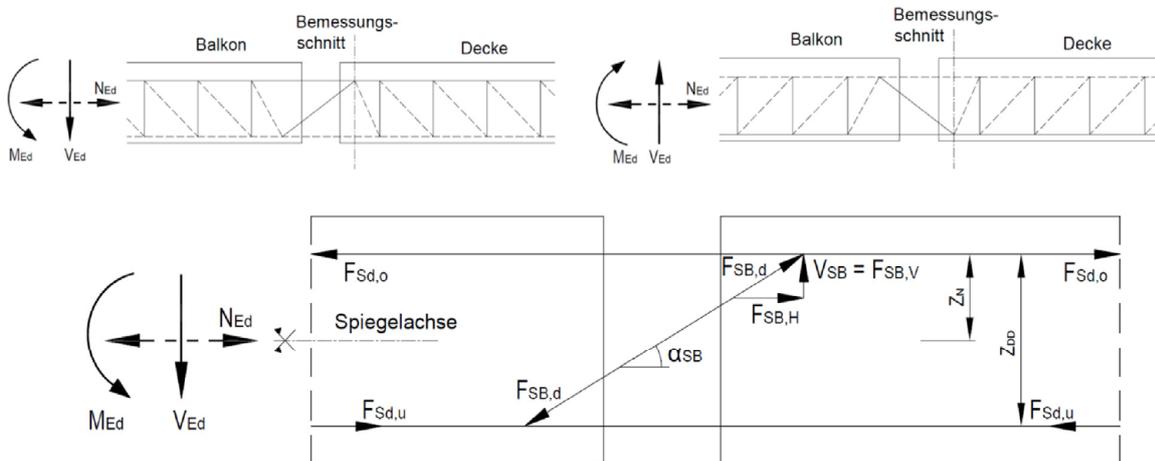


Bild 41: Fachwerkmodell und Bemessungsschnitt HIT-HP/SP DD

Ermittlung von Ersatzlasten bei Berücksichtigung einer zusätzlichen Normalkraft N_{Ed}
(Moment M_{Ed} abwärts gerichtet negativ, Normalkraft N_{Ed} als Zugkraft positiv)

$$M_{Ed}^* = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_N \quad \text{mit:} \quad z_N = \text{Abstand Normalkraft zu Zugstabebene}$$

Wirkt keine zusätzliche Normalkraft gilt $M_{Ed}^* = M_{Ed}$.

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$F_{sd,u} = \frac{M_{Ed}^*}{z_{DD}} \quad (\text{Druckstäbe})$$

$$F_{sd,o} = -\frac{M_{Ed}^*}{z_{DD}} - F_{SB,H} + N_{Ed} \quad (\text{Zugstäbe})$$

mit:

$$F_{SB,H} = \frac{V_{Ed}}{\tan \alpha_{SB}} \quad (\text{horizontale Zugkraft der Querkraftstäbe})$$

$$F_{SB,d} = \frac{V_{Ed}}{\sin \alpha_{SB}} \quad (\text{Querkraftstäbe})$$

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D11

Bemessung
HIT-HP/SP DD

Ermittlung der Zugstab- und Schubbewehrung

$$A_{s,erf} = \frac{F_{(.)}}{f_{yd}}$$

Nachweis der Druckstäbe

$$F_{sd,u} \leq F_{sR,d}$$

$F_{sR,d}$ gemäß Anhang C1, Tabelle C.2.

Bauseitige Vertikalbewehrung an den Stirnseiten der angrenzenden Bauteile

Balkon- und Deckenseite:
$$A_{sV} = \text{Max} \begin{cases} A_{sV,min} \\ A_{sV,s} \end{cases}$$

$A_{sV,min}$, $A_{sV,s}$ gemäß Anhang D2.

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D12

Bemessung
HIT-HP/SP DD

D.1.4 Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

D.1.4.1 Begrenzung der Rissbreiten

- Es gilt EN 1992-1-1, Abschnitt 7.3
- An der Stirnseite der Fugen sowie im Kräfteinleitungsbereich ist kein zusätzlicher Nachweis erforderlich, wenn die Regelungen dieser europäisch technischen Bewertung eingehalten werden.

D.1.4.2 Begrenzung der Verformungen

Bei der Berechnung der Durchbiegung sind folgende Einflussfaktoren zu berücksichtigen:

- elastische Verformungen des Plattenanschlusses und des angrenzenden Plattenbetons
- Temperaturdehnungen.

Wirkt außerhalb der Schwerachse des Anschlußelementes eine zusätzliche Normalkraft, so ist das Versatzmoment zu berücksichtigen.

D.1.4.2.1 Elemente mit Druckschublager

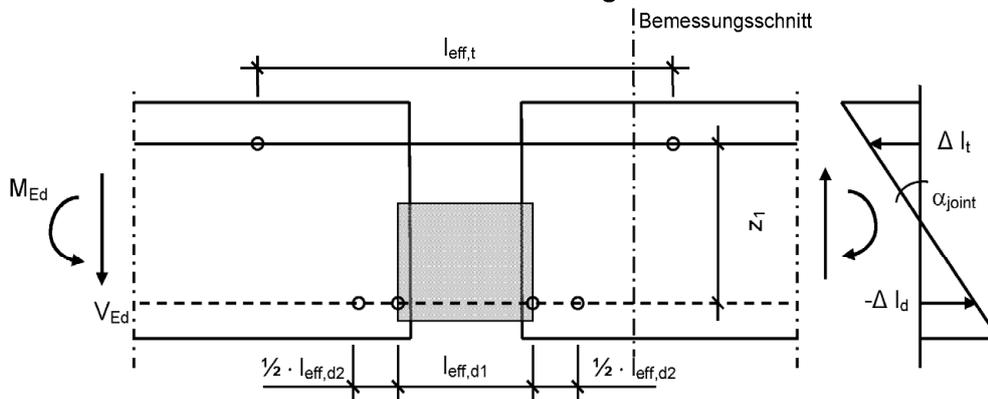


Bild 42: Modell für die Ermittlung der Biegeverformung in der Fuge

$$\text{Drehwinkel in der Fuge:} \quad \tan \alpha_{\text{joint}} = \frac{\Delta l_t - \Delta l_{d1} - \Delta l_{d2}}{z_1} = \frac{\Delta l_t - \Delta l_d}{z_1}$$

$$\text{Innerer Hebelarm HIT-HP/SP MVX:} \quad z_1 = d - \frac{x_c}{2} - 15 \text{ mm}$$

$$\text{Zugstabechnung für } \varnothing_{s1} = \varnothing_{s2}: \quad \Delta l_t = \varepsilon_t \cdot l_{\text{eff},t} = \frac{\sigma_{s,t}}{E_s} \cdot l_{\text{eff},t}$$

$$\begin{aligned} \text{Zugstabechnung für } \varnothing_{s1} > \varnothing_{s2}: \quad \Delta l_t &= \varepsilon_{t,ds1} \cdot l_{\text{eff},t,ds1} + \varepsilon_{t,ds2} \cdot l_{\text{eff},t,ds2} \\ &= \frac{\sigma_{s,t,ds1}}{E_{s,ds1}} \cdot l_{\text{eff},t,ds1} + \frac{\sigma_{s,t,ds2}}{E_{s,ds2}} \cdot l_{\text{eff},t,ds2} \end{aligned}$$

$$\text{mit:} \quad \begin{aligned} l_{\text{eff},t,ds1} &= 20 \cdot \varnothing_{s1} \text{ und } l_{\text{eff},t,ds2} = 280 \text{ mm für HIT-HP} \\ l_{\text{eff},t,ds1} &= 20 \cdot \varnothing_{s1} \text{ und } l_{\text{eff},t,ds2} = 320 \text{ mm für HIT-SP} \end{aligned}$$

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D13

Bemessung

Begrenzung der Verformungen (Elemente mit Druckschublager)

Druckschublagerstauchung:

$$\Delta l_{d1} = -\varepsilon_{d1} \cdot l_{\text{eff},d1}$$

Stauchung des angrenzenden Plattenbetons:

$$\Delta l_{d2} = -\varepsilon_{d2} \cdot l_{\text{eff},d2} = \frac{-\alpha_{l,d2}}{E_{\text{cm}}}$$

Δl_d nach Tabelle D.3.

Betonfestigkeitsklasse	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45
Δl_d [mm] für HIT-HP MVX / MVXL	0,160	0,187	0,186	0,185
Δl_d [mm] für HIT-SP MVX / MVXL	0,216	0,254	0,253	0,252

Tabelle D.3 Beiwerte Δl_d zur Verformungsberechnung HIT-HP/SP MVX/MVXL mit Druckschublager

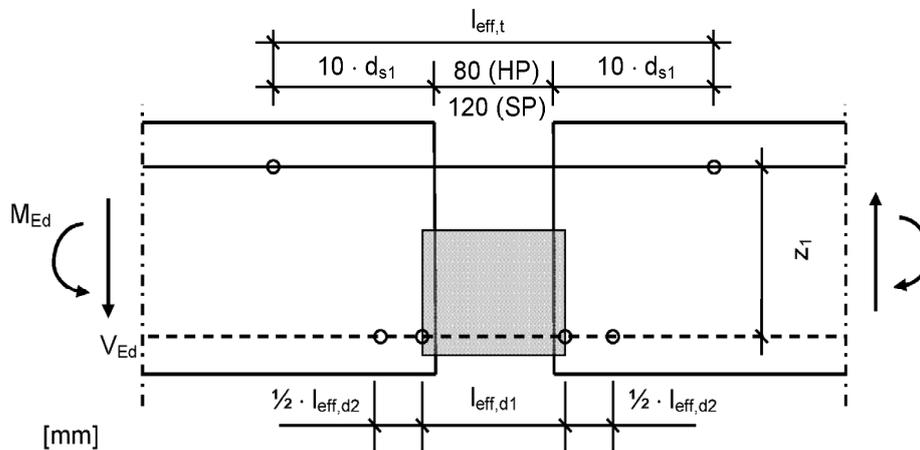


Bild 43: l_{eff} für Betonstahl B500 NR

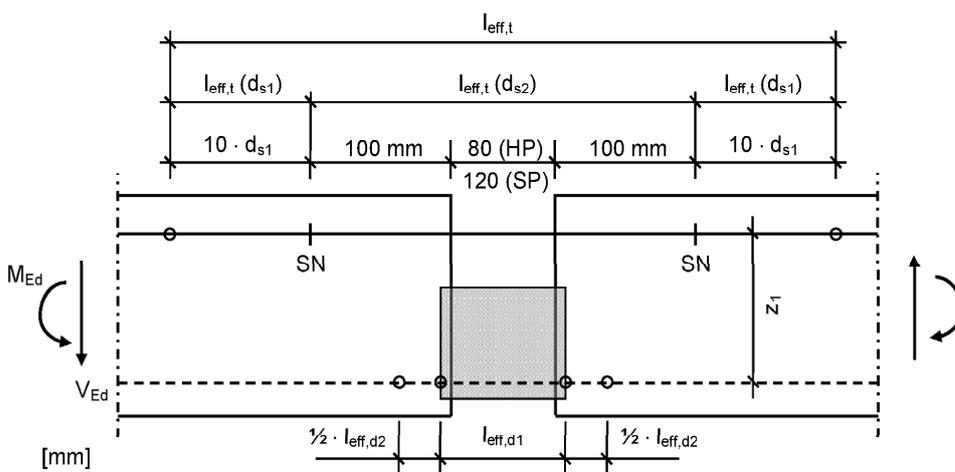


Bild 44: l_{eff} für nichtrostenden Rundstahl S 460 und S 690 nach Anhang A15

Halfen Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D14

Bemessung
Begrenzung der Verformungen (Elemente mit Druckschublager)

D.1.4.2.2 Elemente mit Stahlfachwerk

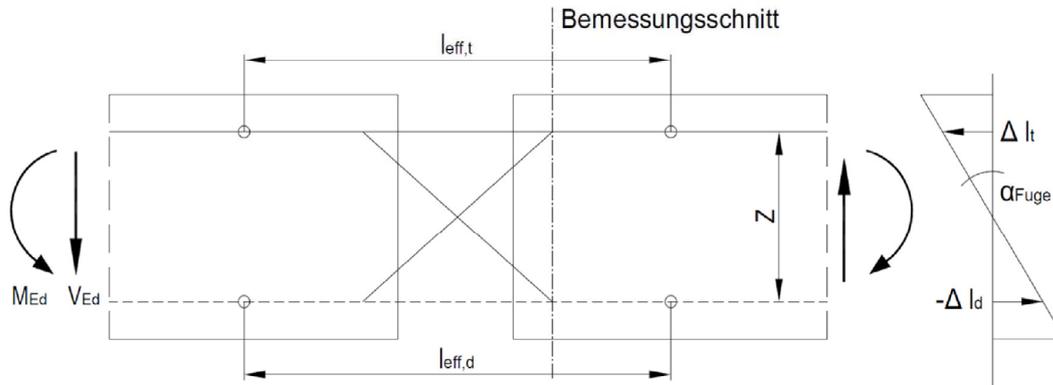


Bild 45: Modell für die Ermittlung der Biegeverformungen in der Fuge

Drehwinkel in der Fuge:
$$\tan \alpha_{\text{Fuge}} = \frac{\Delta l_t - \Delta l_d}{z}$$

Ermittlung der Verformungen nach Bild 46 (Betonstahl)

Zugstabdehnung für $d_{s1} = d_{s2}$:
$$\Delta l_t = \varepsilon_t \cdot l_{\text{eff},t} = \frac{\sigma_{s,t}}{E_s} \cdot l_{\text{eff},t}$$

Druckstabdehnung für $d_{s1} = d_{s2}$:
$$\Delta l_d = \varepsilon_d \cdot l_{\text{eff},d} = \frac{\sigma_{s,d}}{E_s} \cdot l_{\text{eff},d}$$

Ermittlung der Verformungen nach Bild 47 (nichtrostender Rundstahl)

Zugstabdehnung für $d_{s1} > d_{s2}$:
$$\begin{aligned} \Delta l_t &= \varepsilon_{t,ds1} \cdot l_{\text{eff},t,ds1} + \varepsilon_{t,ds2} \cdot l_{\text{eff},t,ds2} \\ &= \frac{\sigma_{s,t,ds1}}{E_{s,ds1}} \cdot l_{\text{eff},t,ds1} + \frac{\sigma_{s,t,ds2}}{E_{s,ds2}} \cdot l_{\text{eff},t,ds2} \end{aligned}$$

Druckstabdehnung für $d_{s1} > d_{s2}$:
$$\begin{aligned} \Delta l_d &= \varepsilon_{d,ds1} \cdot l_{\text{eff},d,ds1} + \varepsilon_{d,ds2} \cdot l_{\text{eff},d,ds2} \\ &= \frac{\sigma_{s,d,ds1}}{E_{s,ds1}} \cdot l_{\text{eff},d,ds1} + \frac{\sigma_{s,d,ds2}}{E_{s,ds2}} \cdot l_{\text{eff},d,ds2} \end{aligned}$$

Halben Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D15

Bemessung
Begrenzung der Verformungen (Elemente mit Stahlfachwerk)

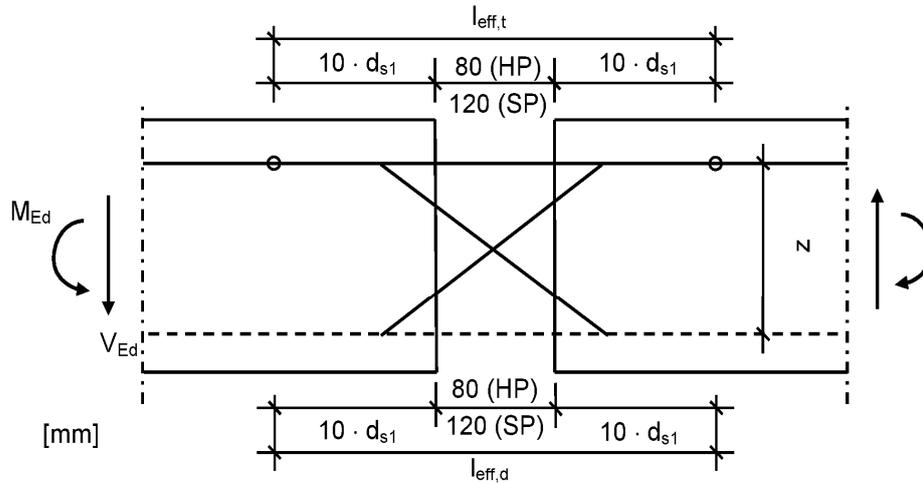


Bild 46: l_{eff} für Betonstahl, $d_{s1} = d_{s2}$

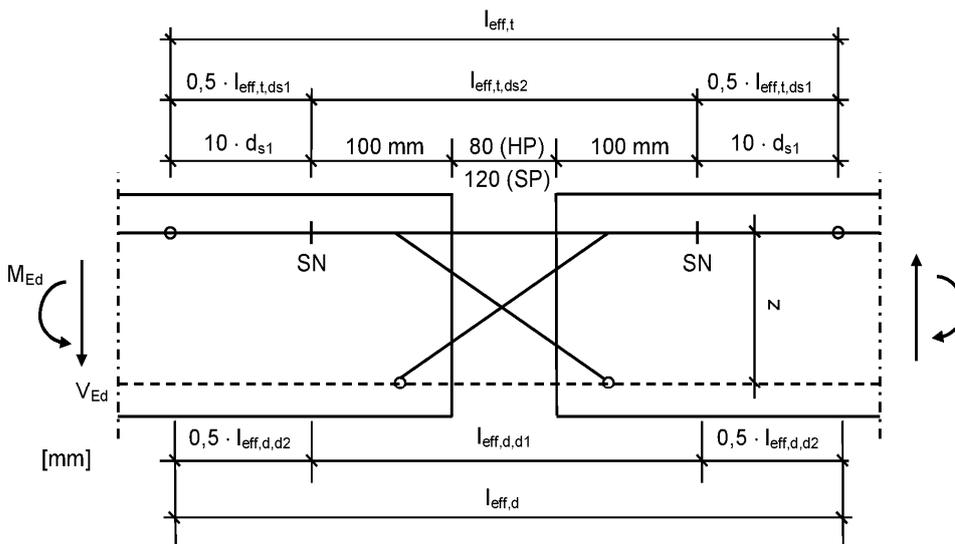


Bild 47: l_{eff} für nichtrostenden Rundstahl, $d_{s1} > d_{s2}$

Halben Iso-Element HIT-HP/SP

Anhang D16

Bemessung
Begrenzung der Verformungen (Elemente mit Stahlfachwerk)