

**Allgemeine
bauaufsichtliche
Zulassung/
Allgemeine
Bauartgenehmigung**

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

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

Datum: 17.11.2021 Geschäftszeichen: I 24-1.21.8-51/21

**Nummer:
Z-21.8-1973**

Geltungsdauer
vom: **1. Januar 2022**
bis: **30. November 2022**

Antragsteller:
Leviat GmbH
Liebigstraße 14
40764 Langenfeld

Gegenstand dieses Bescheides:
**HALFEN Stud Connector HSC zur Endverankerung von Biegezugbewehrung in
Stahlbetonbauteilen**

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich
zugelassen/ genehmigt.
Dieser Bescheid umfasst sieben Seiten und sechs Anlagen mit insgesamt 19 Seiten.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung ersetzt die allgemeine
bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung Nr. Z-21.8-1973 vom 21. November 2017,
geändert durch Bescheid vom 1. März 2018. Der Gegenstand ist erstmals am 17. Dezember 2002
unter der Nummer Z-15.6-204 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

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

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

Zulassungsgegenstand sind HALFEN Stud Connector HSC aus Betonstabstahl B500B mit Nenndurchmesser 12, 14, 16, 20 oder 25 mm mit ein- oder beidseitig aufgestauchten rechteckigen Ankerköpfen. Alternativ können HSC-Anker mit Nenndurchmesser 12 oder 14 mm aus nichtrostendem Betonstahl B500 NR, Werkstoff-Nr. 1.4571 oder 1.4362 bestehen. Ausführungsbeispiele sind in Anlage 1 angegeben.

Genehmigungsgegenstand ist die Planung, Bemessung und Ausführung von Stahlbetonbauteilen unter Verwendung von HALFEN Stud Connector HSC zur Endverankerung von Biegezugbewehrung mit rechteckigen Ankerköpfen, z. B. in Rahmenendknoten, Konsolen, Balken und Platten nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA mit einer Festigkeitsklasse von mindestens C20/25 und höchstens C70/85 sowie einer Rohdichte zwischen 2000 kg/m³ und 2600 kg/m³ unter statischer, quasi-statischer sowie ermüdungswirksamer Beanspruchung.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Anforderungen an die Eigenschaften

Das Ausgangsmaterial der Anker muss die Eigenschaften eines B500B nach DIN 488-1 oder B500 NR, Werkstoff-Nr. 1.4571 oder 1.4362 nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung aufweisen.

Die Bruchlast eines Ankers beträgt mindestens

$$P_u = f_t \cdot A_s$$

mit P_u = Bruchkraft im Anker

f_t = Mindestzugfestigkeit des verwendeten Betonstahls (550 N/mm²)

A_s = Istquerschnitt des Ankers

Die freie Unterkopffläche beträgt das Achtfache der Querschnittsfläche des Ankerschaftes.

Die Abmessungen und zulässigen Toleranzen müssen Anlage 2 und dem hinterlegten Datenblatt entsprechen.

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Herstellung

Die Ankerköpfe der HSC-Anker werden im Herstellwerk aufgestaucht. Dabei wird auch die Kennzeichnung auf dem Kopf eingepreßt.

Eine Abbrennstumpfschweißverbindung der HSC-Anker ist mit den im Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Abbrennstumpfschweißparametern durchzuführen. Herstellwerke, die HSC-Anker nach dieser Zulassung schweißen, müssen nachgewiesen haben, dass sie hierfür geeignet sind. Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn

- die Qualifizierung von Schweißverfahren und Schweißpersonal nach DIN EN 1090-2 erfolgt und für den Betrieb ein Schweißzertifikat mindestens der EXC 4 nach DIN EN 1090-1 vorliegt und

- die Anforderungen nach DIN EN ISO 17660-1 in Verbindung mit der DVS-Richtlinie DVS 1708 und den Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6 oder DIN EN 1993-1-4 eingehalten sind.

2.2.2 Verpackung, Transport und Lagerung

Verpackung, Transport und Lagerung müssen so erfolgen, dass die Anker nicht beschädigt werden.

2.2.3 Kennzeichnung

Der Lieferschein der Anker muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden und den Ankerdurchmesser enthalten. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind. Den Ankern ist auf jeden Kopf eine Kennzeichnung entsprechend Anlage 2 einzuprägen.

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauprodukts mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikates einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen: Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauproduktes eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

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

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

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

- Beschreibung und Prüfung des Ausgangsmaterials und der Bestandteile:

Der Hersteller der HSC-Anker muss sich davon überzeugen, dass die für den Betonstahl B500B nach DIN 488-1 bzw. B500 NR nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung geforderten Eigenschaften durch Werkkennzeichen und Ü-Zeichen belegt sind.

- Nachweise und Prüfungen, die am Bauprodukt durchzuführen sind:

Die Bruchlast ist in einer Prüfanordnung gemäß hinterlegtem Prüfplan festzustellen.

Die im hinterlegten Datenblatt "HSC-Anker" angegebenen Abmessungen sind zu prüfen und die dort angegebenen Toleranzen einzuhalten.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind entsprechend dem beim Deutschen Institut für Bautechnik und der fremdüberwachenden Stelle hinterlegten Prüfplan aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauproduktes,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts,
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und Vergleich mit den Anforderungen,
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist das Werk und die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch einmal jährlich. Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung des Bauprodukts durchzuführen und es sind Proben für Stichprobenprüfungen zu entnehmen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

Im Rahmen der Überprüfung der werkseigenen Produktionskontrolle sind die Proben gemäß hinterlegtem Prüfplan zu entnehmen und zu prüfen sowie die Ergebnisse der Prüfung aufzuzeichnen und auszuwerten.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung und Bemessung

3.1.1 Allgemeines

Für Planung und Bemessung gilt DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt ist.

3.1.2 Nachweis gegen Ermüdung

Der Nachweis gegen Ermüdung ist gemäß DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 6.8 zu führen. Als Kennwert der Ermüdungsfestigkeit ist für die Durchmesser 12 bis 20 mm eine Spannungsschwingbreite von $\Delta\sigma_{Rsk} = 80 \text{ N/mm}^2$ für $N = 2 \cdot 10^6$ Lastzyklen und für den Durchmesser 25 mm eine Spannungsschwingbreite von $\Delta\sigma_{Rsk} = 70 \text{ N/mm}^2$ für $N = 2 \cdot 10^6$ Lastzyklen anzunehmen (siehe DIN EN 1992-1-1, Bild 6.30). Die Spannungsexponenten der Wöhlerlinie sind mit $k_1 = 3,5$ bis $2 \cdot 10^6$ Lastzyklen, $k_1 = 3$ von $2 \cdot 10^6$ bis 10^7 Lastzyklen sowie $k_2 = 5$ anzusetzen.

3.1.3 Rahmenendknoten

Die Mindestabmessungen der Bauteile nach Anlage 3, Tabelle 2 sind einzuhalten.

Die Ausmitte der Riegelquerkraft darf nicht größer sein als die Breite des Riegels.

Die Riegelhöhe darf das Zweifache der Stützenbreite nicht überschreiten.

Entwurf und Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 erfolgen entsprechend Anlage 3, in Anlehnung an DAfStb-Heft 532.

3.1.4 Konsolen

Die Mindestabmessungen der Bauteile nach Anlage 4, Tabelle 3 sind einzuhalten.

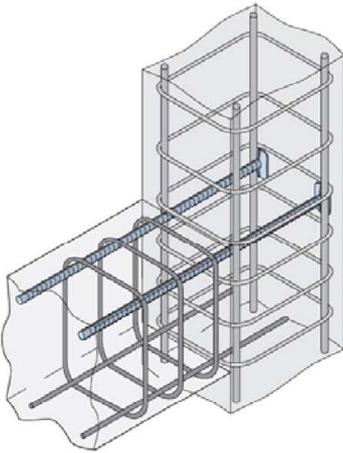
Entwurf und Bemessung nach DIN EN 1992-1-1 erfolgen entsprechend Anlage 4 und den Annahmen von DAfStb-Heft 600, Anhang J.

- DAfStb-Heft 600:2012-09 Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2)
- DVS 1708:2009-09 Voraussetzungen und Verfahren für die Erteilung der Herstellerqualifikation zum Schweißen von Betonstahl nach DIN EN ISO 17660-1:2006-12 oder nach DIN EN ISO 17660-2:2006-12
- ETA-21/0800 Bewehrungsschraubanschluss Typ HBS-05 vom 6. Dezember 2021
- Z-30.3-6 Erzeugnisse, Bauteile und Verbindungsmittel aus nichtrostenden Stählen vom 5. März 2018
- Das Datenblatt ist beim Deutschen Institut für Bautechnik und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Stelle hinterlegt.
- Der Prüfplan ist beim Deutschen Institut für Bautechnik und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Stelle hinterlegt.

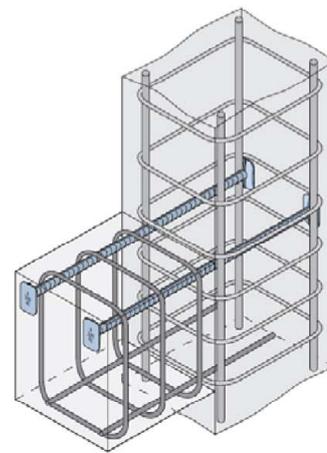
Beatrix Wittstock
Referatsleiterin

Beglaubigt
Kisan

HSC-Anker in Rahmenendknoten

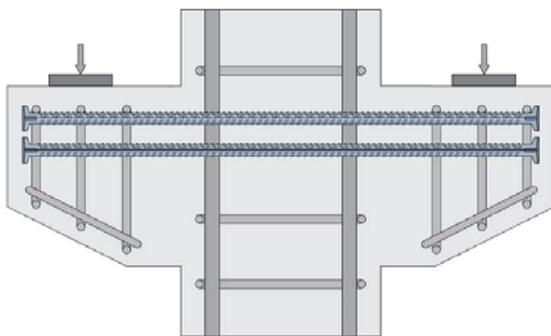


HSC-Anker in Konsolen

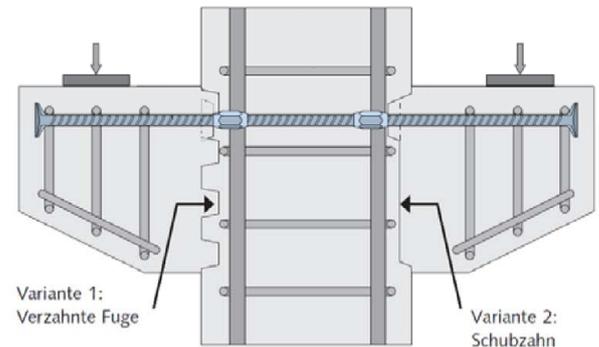


HSC-Anker in Konsolen

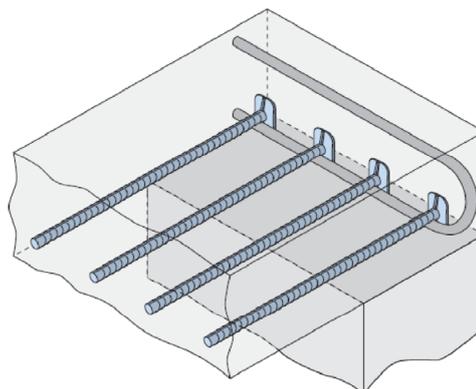
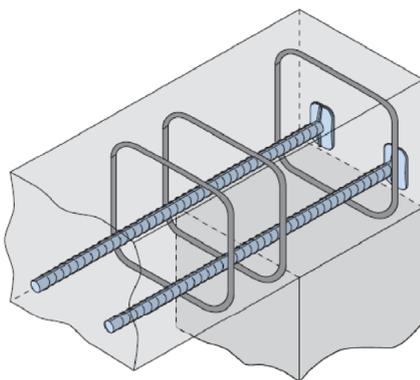
Konsolen mit mehrlagigen HSC-Ankern



Zu unterschiedlichen Zeitpunkten hergestellte
Betonierabschnitte mit Betonierfuge*



HSC-Anker in Balken und Platten



* Verzahnte Fugenausbildung nach DIN EN 1992-1-1, Abschn. 6.2.5, Bild 6.9 oder Schubzahn in Anlehnung an DIN EN 1992-1-1. Anschluss der HSC-Anker an der Stütze erfolgt mit HALFEN Bewehrungsschraubanschlüssen HBS-05 nach ETA-21/0800

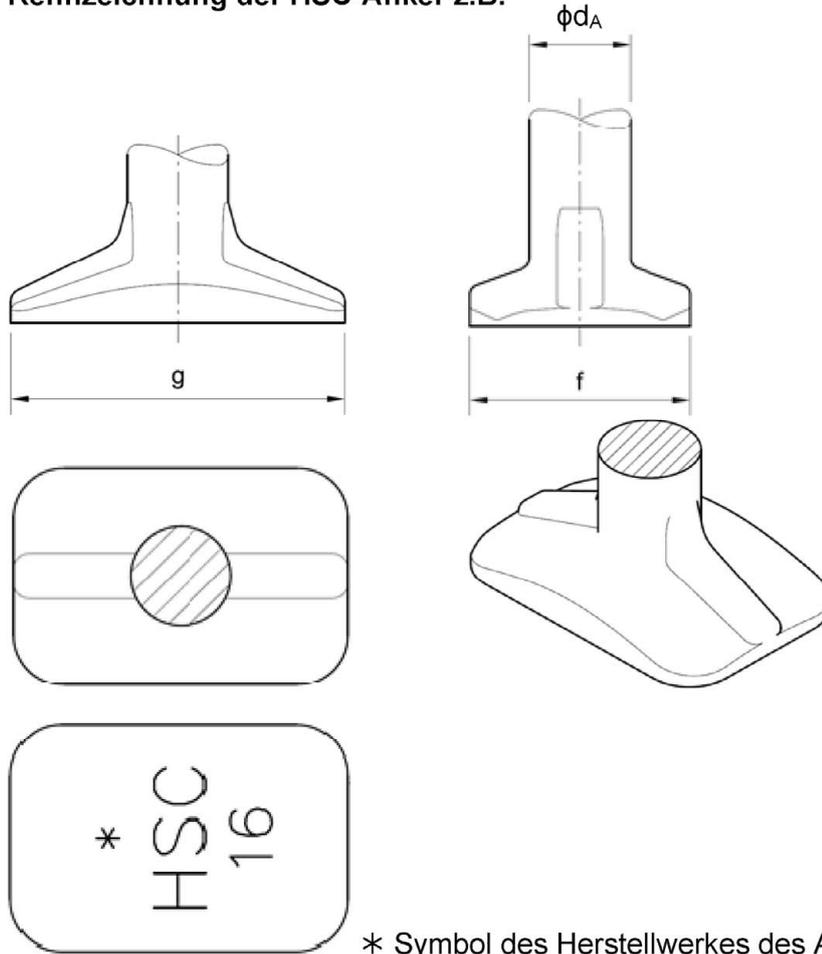
Anzahl und Ausrichtung der HSC-Anker ist bei Einhaltung der Bedingungen gemäß Anlage 3, 4 bzw. 6 beliebig.

Halfen Stud Connector HSC

Anordnung der HSC in Rahmenendknoten, Konsolen, Balken und Platten

Anlage 1

Kennzeichnung der HSC-Anker z.B.



Werkstoff: Betonstahl B500B nach DIN 488-1 bei $\phi_{d_A} = 12$ oder 14 mm alternativ aus nichtrostenden Betonstahl B500 NR (Werkstoff-Nr. 1.4571 oder 1.4362) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

Zulässige Schweißverbindungen an HSC-Ankerstäben: Stumpfstöße nach DIN EN ISO 17660-1, Schweißprozess 24 - Abbrennstumpfschweißen nach DIN EN ISO 4063

Tabelle 1: Ankerabmessungen

HSC-	Schaftdurchmesser ϕ_{d_A}	Kopfbreite f	Kopflänge g	Kopfhöhe h_{HSC}	Unterkopffläche des Ankers $A_{K,n}$
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]
12	12	30	35	8	906
14	14	34	42	9	1232
16	16	35	53	10	1599
20	20	44	66	12	2504
25	25	55	83	14	3940

Halfen Stud Connector HSC

Abmessungen der HSC-Anker

Anlage 2

Entwurf und Bemessung von Rahmenendknoten nach DIN EN 1992-1-1

1. Geometrie und Bezeichnungen, Konstruktionsregeln

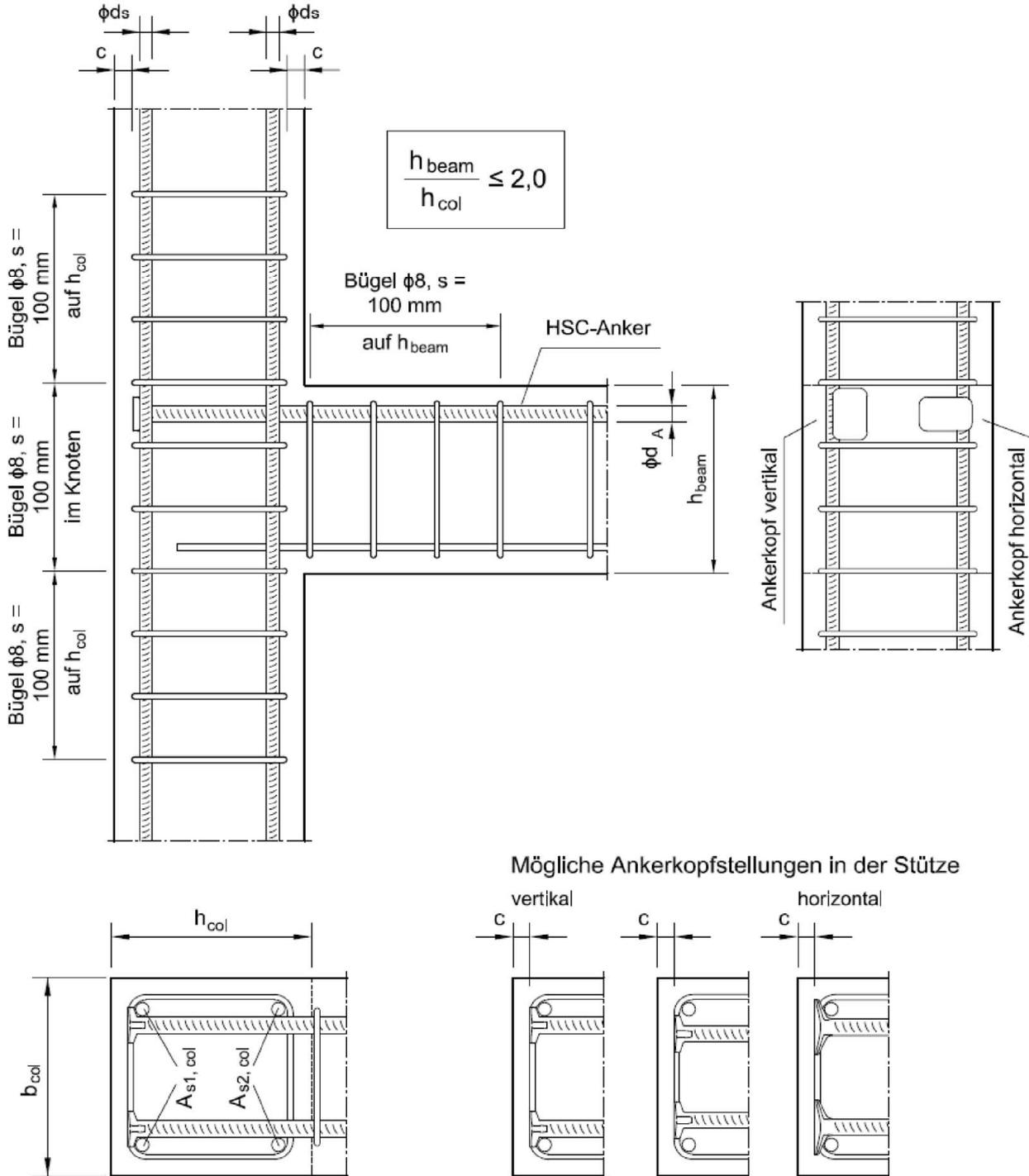


Abbildung 1: Bewehrungsführung, Beispiel

Halben Stud Connector HSC

Rahmenendknoten nach DIN EN 1992-1-1

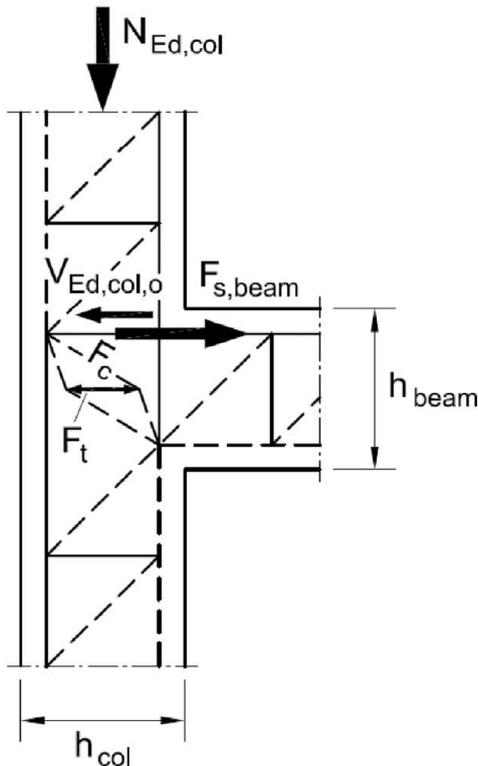
Anlage 3

Seite 1/5

Die Ankerköpfe können vertikal oder horizontal ausgerichtet sein. Die Mindestvorgaben für die Bauteilabmessungen und die Stützenlängsbewehrung nach Tabelle 2 sind einzuhalten. Die Betondeckung c ist nach DIN EN 1992-1-1 zu ermitteln.

Tabelle 2: Bauteilmindestabmessungen und Minstdurchmesser der Stützenlängsbewehrung

HSC-	Stütze			Betonfestigkeitsklasse
	$b_{col,min}$	$h_{col,min}$	$\phi d_{s,min}$	
	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
12	240	240	12	C20/25-C70/85
14	240	240	12	C20/25-C70/85
16	240	240	12	C20/25-C70/85
20	300	300	16	C20/25-C35/45
	240	240		C40/50-C70/85
25	300	400	20	C20/25
	300	350		C25/30-C30/37
	300	300		C35/45-C70/85



F_t = Spaltzugkraft
 F_c = Druckstrebenkraft

Abbildung 2: Stabwerkmodell

Halfen Stud Connector HSC

Rahmenendknoten nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 3

Seite 2/5

2. Entwurf und Bemessung der Stütze

Der Stützenlängsbewehrungsgrad je Stützenseite $\rho_{s(.,)col}$ muss mindestens 0,5 % betragen.

$$\rho_{s(.,)col} = \frac{A_{s(.,)col}}{b_{col} \cdot h_{col}} \geq 0,5\% \quad (1)$$

mit: $A_{s(.,)col}$ = Querschnitt der Stützenlängsbewehrung je Stützenseite
 b_{col}, h_{col} = Querschnittsbreite und Querschnittshöhe der Stütze

Die Stützenbewehrung ist gerade durch den Knoten zu führen.

Es ist nachzuweisen, dass die Summe der Zug- und Druckkräfte der Stützenlängsbewehrung innerhalb des Knotens verankert werden kann:

$$l_b = \frac{|T| + |C_s|}{f_{bd} \cdot n \cdot U} \leq l_j \quad (2)$$

mit: T = Zugkraft der Bewehrung
 C_s = Druckkraft der Bewehrung
 U = Verbundumfang eines Bewehrungsstabes
 n = Stabanzahl der jeweiligen Stützenbewehrung
 f_{bd} = Verbundspannung gemäß DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 8.4.2
 l_j = Knotenlänge entlang der Bewehrung (= h_{beam})
 l_b = Verankerungslänge

Die Verankerung der Stützenbewehrung $A_{s(.,)col}$ ist für das ungünstigste Moment-Normalkraft-Verhältnis möglicher Einwirkungskombinationen nachzuweisen.

Bei verschieblichen Rahmentragwerken ist die Stützenbewehrung an den Knotenanschnitten pauschal um 1/3 gegenüber der Biegebemessung zu erhöhen. Diese Zulagebewehrung ist ab den Stützenanschnitten zu verankern.

Bügel sind nach Anlage 3, Abschnitt 4 zu bemessen und anzuordnen.

3. Entwurf und Bemessung des Riegels

Die Biegebemessung des Riegels erfolgt im Abstand $0,3 h_{col}$ von der Schwerachse der Stütze.

Die Riegelzugbewehrung aus HSC-Ankern ist hinter der äußeren Stützenlängsbewehrung innerhalb der Lage der Stützenbügelbewehrung unter Einhaltung der erforderlichen Betondeckung zu verankern.

Zwischen dem Schaft der HSC-Anker und dem seitlichen Bauteilrand ist mindestens ein Stab der Stützenlängsbewehrung gemäß Anlage 3, Abschnitt 1, Abbildung 1 anzuordnen.

Eine Riegedruckbewehrung darf rechnerisch nicht berücksichtigt werden.

Die untere Riegelbewehrung ist gerade in den Knoten zu führen und muss vor der hinteren Stützenbewehrung gerade enden.

Bügel sind nach Anlage 3, Abschnitt 4 zu bemessen und anzuordnen.

Halfen Stud Connector HSC

Rahmenendknoten nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 3
Seite 3/5

4. Bügelbewehrung

Riegel und Stütze sind auf einer Länge h_{col} von den Knotenanschnitten gemessen mit einem Höchstabstand von $s \leq 10$ cm zu verbügeln, vgl. Darstellung in Anlage 3, Abschnitt 1, Abbildung 1.

Die horizontale Verbügung des Knotenschubfeldes der Rahmenendknoten ist mit Steckbügeln oder geschlossenen Bügeln nach DIN EN 1992-1-1/NA, Bild 8.5DE auszuführen.

Die Steckbügel sind mit der Länge d_{beam} (statische Nutzhöhe des Riegels) im Riegel zu verankern und müssen die äußere Stützenlängsbewehrung umfassen.

Der statisch erforderliche Bewehrungsgrad ist nach Anlage 3, Abschnitt 5, Gleichung (6) zu berechnen.

5. Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

Es ist ein geeignetes statisches System zu wählen, um das Feldmoment zu ermitteln und den Riegel sowie die obere und untere Stütze zu bemessen.

Die einwirkende Knotenquerkraft V_{jh} ergibt sich aus der Zugkraft der Riegelzugbewehrung $A_{s,HSC} \cdot f_{yd}$ und der Querkraft der oberen Stütze $V_{Ed,col,o}$ zu:

$$V_{jh} = A_{s,HSC} \cdot f_{yd} - V_{Ed,col,o} \quad (3)$$

Es ist nachzuweisen, dass die einwirkende Knotenquerkraft V_{jh} nicht größer als die Knoten Tragfähigkeit mit Bügeln $V_{j,Rd}$ nach Anlage 3, Abschnitt 5, Gleichung (6) ist und dass diese die obere Grenze der Knoten Tragfähigkeit $V_{j,Rd,max}$ nach Anlage 3, Abschnitt 5, Gleichung (7) nicht überschreitet.

$$V_{jh} \leq \begin{cases} V_{j,Rd} \\ V_{j,Rd,max} \end{cases} \quad (4)$$

Knoten Tragfähigkeit ohne Bügel:

$$V_{j,cd} = 1,55 \cdot \left(1,2 - 0,3 \cdot \frac{h_{beam}}{h_{col}} \right) \cdot \left(1 + \frac{\rho_{As1,col} - 0,5}{7,5} \right) \cdot b_{eff} \cdot h_{col} \cdot f_{cd}^{*1/4} \quad \text{in [N]} \quad (5)$$

mit: $\frac{h_{beam}}{h_{col}} =$ Schubschlankheit, $1,0 \leq \frac{h_{beam}}{h_{col}} \leq 2,0$

$h_{beam} =$ Querschnittshöhe des Riegels in [mm]

$h_{col} =$ Querschnittshöhe der Stütze in [mm]

$b_{eff} =$ effektive Knotenbreite in [mm] $b_{eff} = \frac{b_{beam} + b_{col}}{2} \leq b_{col}$

$\rho_{As1,col} =$ Stützenlängsbewehrungsgrad der Stützenbewehrung $A_{s1,col}$ nach Anlage 3, Abschnitt 2, Gleichung 1 in [%] $0,5\% \leq \rho_{As1,col} \leq 2,0\%$

$f_{cd}^* = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$ Bemessungswert der Betondruckfestigkeit in [N/mm²]

Halfen Stud Connector HSC

Rahmenendknoten nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 3
Seite 4/5

Knotentragfähigkeit mit Bügeln:

$$V_{j,Rd} = V_{j,cd} + 0,475 \cdot A_{sj,eff} \cdot f_{yd} \leq V_{j,Rd,max} \quad (6)$$

mit: $V_{j,cd}$ = Knotentragfähigkeit ohne Bügel nach Anlage 3, Abschnitt 5, Gleichung (5)

$A_{sj,eff}$ = effektive Schubbewehrung (Anordnung oberhalb der Riegeldruckzone und bis zur Knotenoberkante anrechenbar)

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$ = Bemessungswert der Streckgrenze der Bewehrung

Maximale Knotentragfähigkeit:

$$V_{j,Rd,max} = \gamma_N \cdot 0,3 \cdot f_{cd}^* \cdot b_{eff} \cdot h_{col} \leq 2 \cdot V_{j,cd} \quad (7)$$

mit: γ_N = $\gamma_{N1} \cdot \gamma_{N2}$

γ_{N1} = Einfluss der quasi-ständigen Stützenkraft

$$\gamma_{N1} = 1,5 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed,perm,col}}{A_{c,col} \cdot f_{ck}} \right) \leq 1,0$$

γ_{N2} = Einfluss der Schubschlankheit

$$\gamma_{N2} = 1,9 - 0,6 \cdot \frac{h_{beam}}{h_{col}} \leq 1,0$$

$N_{Ed,perm,col}$ = Stützenkraft nach quasi-ständiger Einwirkungskombination (permanent) (Druck: negativ, Zug: positiv)

$A_{c,col}$ = Querschnittsfläche der Stütze $A_{c,col} = h_{col} \cdot b_{col}$

b_{eff} = effektive Knotenbreite $b_{eff} = \frac{b_{beam} + b_{col}}{2} \leq b_{col}$

h_{beam} , b_{beam} = Querschnittshöhe und -breite des Riegels

h_{col} , b_{col} = Querschnittshöhe und -breite der Stütze

$f_{cd}^* = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$ = Bemessungswert der Betondruckfestigkeit

f_{ck} = charakteristischer Wert der Betondruckfestigkeit

$V_{j,cd}$ = Knotentragfähigkeit ohne Bügel nach Anlage 3, Abschnitt 5, Gleichung (5)

6. Nachweis der Schubfuge

Bei zu unterschiedlichen Zeitpunkten hergestellten Betonierabschnitten ist die Fuge nach Anlage 5 zu entwerfen und nachzuweisen.

Halfen Stud Connector HSC

Rahmenendknoten nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 3
Seite 5/5

Entwurf und Bemessung von Stahlbetonkonsolen nach DIN EN 1992-1-1

1. Geometrie und Bezeichnungen, Konstruktionsregeln

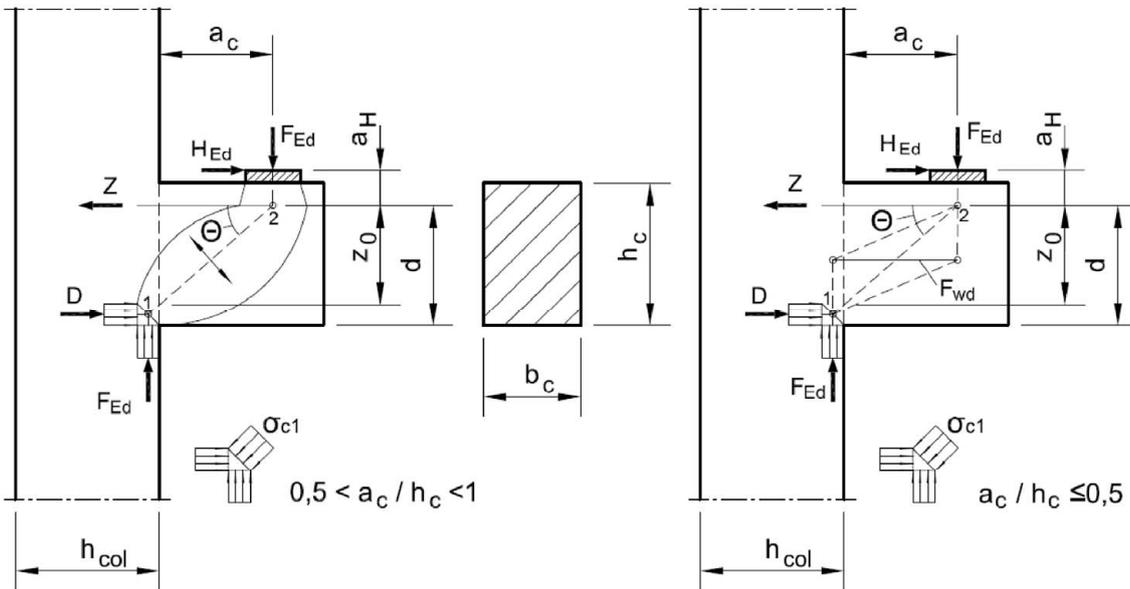


Abbildung 3: Stabwerkmodell nach DAfStb-Heft 600

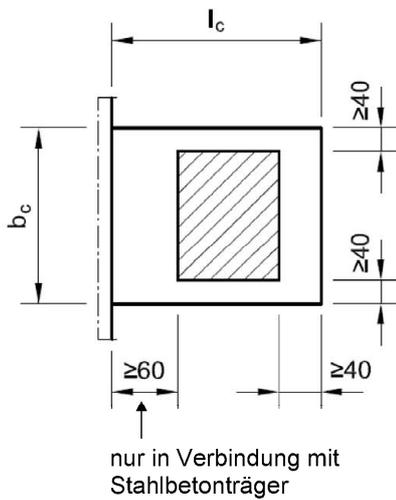


Abbildung 4: Anordnung einer Lasteinleitungsplatte, Empfehlung

Die Anordnung der HSC-Anker ist ein- oder mehrlagig, gestaffelt oder nicht gestaffelt möglich, die Ankerköpfe können vertikal oder horizontal ausgerichtet sein. Die Betondeckung c , c_1 ist nach DIN EN 1992-1-1 zu ermitteln.

Halben Stud Connector HSC

Konsolen nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 4
 Seite 1/8

Folgende Konstruktionsregeln sind bei der Verankerung von HSC-Ankern in Konsolen im Allgemeinen zu beachten:

- Mindestabmessungen der Konsole nach Anlage 4, Abschnitt 1, Abbildung 3 und Tabelle 3
- Randabstände und Position der HSC-Anker in der Konsole nach Abbildung 5 und Anlage 4, Abschnitt 1, Tabelle 4
- Anordnung von je einem geschlossenen vertikalen Bügel mit $\phi_{d_{sw}}$ nach Anlage 4, Abschnitt 1, Tabelle 4 je HSC-Ankerlage zwischen Mitte der Lasteinleitungsplatte und den Ankerköpfen, siehe Anlage 4, Abschnitt 9

Tabelle 3: Mindestabmessungen der Konsole

HSC-	Konsole*		Betonfestigkeitsklasse
	$b_{c,min}$ [mm]	$l_{c,min}$ [mm]	
			[-]
12	200	200	C20/25-C70/85
14	200	200	C20/25-C70/85
16	200	200	C20/25-C70/85
20	300	300	C20/25-C25/30
	240	200	C30/37-C35/45
	200	200	C40/50-C70/85
25	300	400	C20/25
	300	350	C25/30-C30/37
	300	300	C35/45-C70/85

* Eine Unterschreitung der Mindestabmessungen der Konsole ist möglich, wenn die Verankerung der HSC-Anker nach Anlage 4, Abschnitt 8 nachgewiesen werden kann.

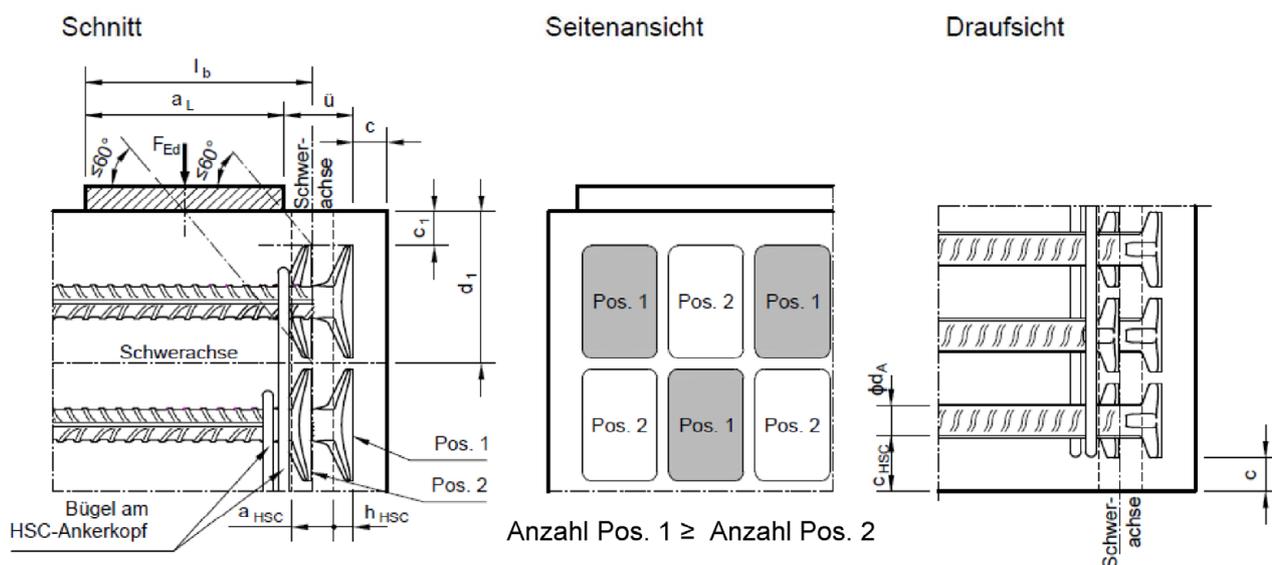


Abbildung 5: Anordnung der zweilagig gestaffelten HSC-Anker, Beispiel

Halfen Stud Connector HSC

Konsolen nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 4
Seite 2/8

Tabelle 4: Bügel, Betondeckung und Kopfüberstand

HSC-	Bügel	Betondeckung		h _{HSC}	Kopfüberstand
	ϕd _{sw}	c _{HSC}	c, c ₁		ü*
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
12	≥ 6	≥ 30	nach DIN EN 1992-1-1	8	$\ddot{u} \geq \max \begin{cases} a_{HSC} + h_{HSC} \\ \frac{c_1}{2} + \frac{a_{HSC}}{2} + h_{HSC} \\ \frac{d_1}{2} + \frac{a_{HSC}}{2} + h_{HSC} - \frac{a_L}{2} \end{cases}$
14	≥ 6	≥ 35		9	
16	≥ 6	≥ 40		10	
20	≥ 8	≥ 50		12	
25	≥ 10	≥ 60		14	

* a_{HSC} = 0 mm für nicht gestaffelte Bewehrungsanordnung

2. Einwirkungen

Bemessungswert der einwirkenden Vertikallast:

$$V_{Ed} = F_{Ed} \quad (8)$$

Sofern Reibungskräfte der Lager infolge behinderter Verformungen nicht ausgeschlossen werden können, ist eine Horizontalkraft von:

$$H_{Ed} \geq 0,2 \cdot F_{Ed} \quad (9)$$

anzusetzen.

3. Nachweis der Querkrafttragfähigkeit der Konsole

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_c \cdot z \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad (10)$$

mit: $v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200 \text{ N/mm}^2} \geq 0,5$

f_{ck} = charakteristische Betondruckfestigkeit

z = innerer Hebelarm zur Bestimmung der Querkrafttragfähigkeit
z = 0,9 · d

d = statische Nutzhöhe

4. Ermittlung der Zuggurtkraft

$$Z_{Ed} = F_{Ed} \cdot \frac{a_c}{z_0} + H_{Ed} \cdot \frac{a_H + z_0}{z_0} \quad (11)$$

mit: $\frac{a_c}{z_0} \geq 0,4$

a_c = äußerer Hebelarm, Abstand vom Konsolanschnitt zur Vertikalkraft F_{Ed}

a_H = Abstand vom Schwerpunkt der Zuggurtbewehrung zur Horizontalkraft H_{Ed}

Halfen Stud Connector HSC

Konsolen nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 4
Seite 3/8

z_0 = innerer Hebelarm zur Bestimmung der Zuggurtkraft

$$z_0 = d \cdot \left(1 - 0,4 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \right)$$

d = statische Nutzhöhe

5. Ermittlung der erforderlichen Bewehrungsmenge der HSC-Anker

$$A_{s,HSC} = \frac{Z_{Ed}}{f_{yd}} \quad (12)$$

mit: f_{yd} = Bemessungswert der Streckgrenze der HSC-Anker

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 435 \text{ N/mm}^2$$

6. Nachweis der Schubfuge

Bei zu unterschiedlichen Zeitpunkten hergestellten Stützen- und Konsolabschnitten ist die Fuge entsprechend Anlage 5 auszubilden und zu bemessen.

7. Nachweis der Betonpressung unter der Lasteinleitungsplatte

Der Nachweis der Betonpressung unter der Lasteinleitungsplatte erfolgt nach DIN EN 1992-1-1, wobei die Bestimmung der rechnerischen Verteilungsfläche A_{c1} nach Abbildung 6 erfolgt.

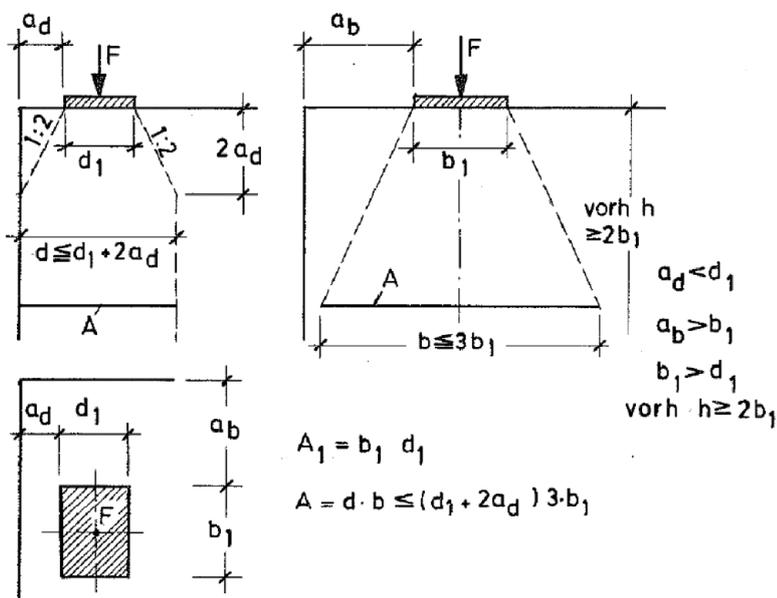


Abbildung 6: Bestimmung der rechnerischen Verteilungsfläche A_{c1} ($= A$) nach Leonhardt (Vorlesung über Massivbau – Teil 2: Sonderfälle der Bemessung im Stahlbetonbau)

Halben Stud Connector HSC

Konsolen nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 4
Seite 4/8

8. Nachweis der Verankerung von HSC-Ankern in der Konsole

Der Nachweis der Verankerung von HSC-Ankern in der Konsole bei einer **einlagigen** HSC-Ankerlage ist erbracht, wenn die Konstruktionsregeln a) - c) nach Anlage 4, Abschnitt 1 eingehalten sind.

Der Nachweis der Verankerung von HSC-Ankern in der Konsole bei **mehrlagigen** HSC-Ankerlagen oder bei **Unterschreitung der Mindestabmessungen** der Konsole ist erbracht, wenn die Konstruktionsregeln b) - c) sowie der folgende Verankerungsnachweis eingehalten sind:

$$Z_{Ed} \leq n_{HSC} \cdot \pi \cdot d_A \cdot l_b \cdot f_{bd} + A_{c0} \cdot \bar{f}_{cd} \quad (13)$$

mit: n_{HSC} = Anzahl der HSC-Anker

d_A = Schaftdurchmesser der HSC-Anker

l_b = Verankerungslänge ab Vorderkante der Lasteinleitungsplatte bis zur vertikalen Schwerachse aller Ankerköpfe, siehe Anlage 4, Abschnitt 1, Abbildung 5

f_{bd} = Verbundspannung gemäß DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 8.4.2

$$\bar{f}_{cd} = f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3,0 \cdot f_{cd}$$

(In Druckknoten ohne Verankerung von Zugstreben darf f_{cd} gemäß DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.5.4, (4a) und DIN EN 1992-1-1/NA, NDP zu 6.5.4 (4) um 10% erhöht werden)

f_{cd} = Bemessungswert der Betondruckfestigkeit nach DIN EN 1992-1-1

A_{c0} = Unterkopffläche aller HSC-Anker mit Unterkopffläche $A_{K,n}$ je HSC-Anker nach Anlage 2, Tabelle 1

A_{c1} = rechnerische Verteilungsfläche gemäß Abbildung 7

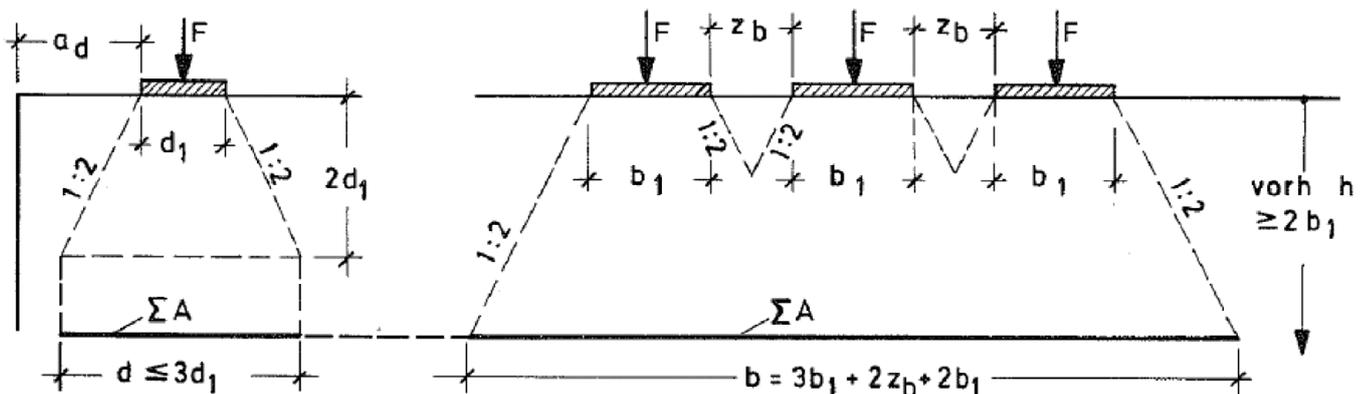


Abbildung 7: Bestimmung der rechnerischen Verteilungsfläche A_{c1} (= A) nach Leonhardt (Vorlesung über Massivbau – Teil 2: Sonderfälle der Bemessung im Stahlbetonbau)

Der Einfluss von Querdruck auf die Verankerung kann nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 8.4.4, Tabelle 8.2 und DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 8.4.4 (2), Tabelle 8.2 berücksichtigt werden.

Halben Stud Connector HSC

Konsolen nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 4
Seite 5/8

9. Anordnung von Bügeln

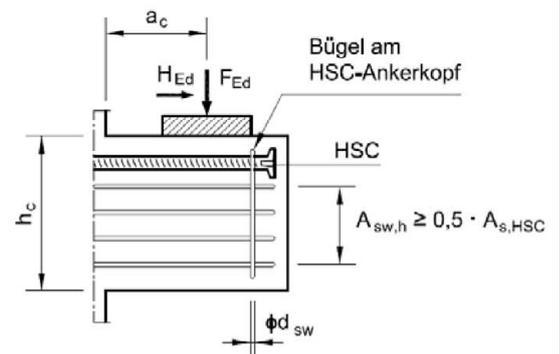
Zur Sicherung der Betondeckung unter Querkraft im Bereich der Lasteinleitung ist je HSC-Ankerlage mindestens ein geschlossener vertikaler Bügel mit $\phi_{d_{sw}}$ nach Anlage 4, Abschnitt 1, Tabelle 4 zwischen der Mitte der Lasteinleitungsplatte und den HSC-Ankerköpfen anzuordnen (siehe Anlage 4, Abschnitt 1, Abbildung 5).

Die seitliche Betondeckung ist nach DIN EN 1992-1-1 zu wählen (siehe Anlage 4, Abschnitt 1, Tabelle 4).

Bügel zur Aufnahme von Spaltzugkräften:

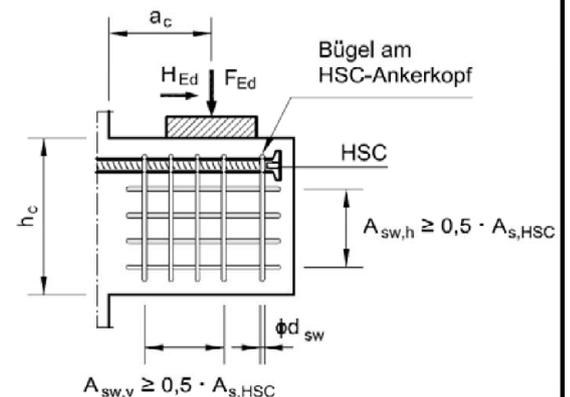
Für $a_c \leq 0,5 \cdot h_c$ und $V_{Ed} > 0,3 \cdot V_{Rd,max}$ ($V_{Rd,max}$ nach Gl. 10)

- Es sind geschlossene horizontale oder geneigte Bügel mit einem Gesamtquerschnitt von mindestens 50% der Gurtbewehrung $A_{s,HSC}$ anzuordnen, wobei die Bügel sowohl die Konsole als auch die Stütze umfassen.



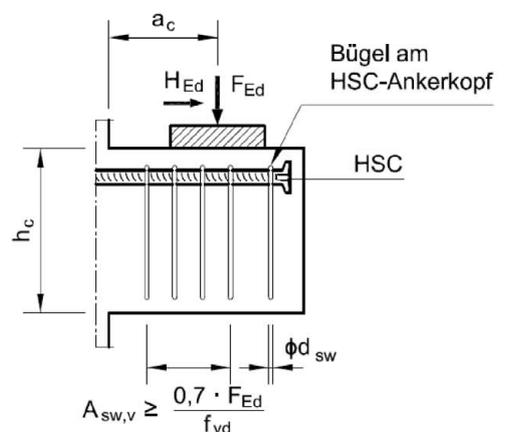
oder

- Es sind geschlossene horizontale und vertikale Bügel mit einem Gesamtquerschnitt von jeweils mindestens 50% der Gurtbewehrung $A_{s,HSC}$ in der Konsole anzuordnen, wobei die Konsole und die Stütze separat verbügelt werden.



Für $a_c > 0,5 \cdot h_c$ und $V_{Ed} > V_{Rd,c}$ ($V_{Rd,c}$ nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.2.2 (1) und DIN EN 1992-1-1/NA, NDP zu 6.2.1 (1))

- Es sind geschlossene vertikale Bügel für Bügelkräfte von insgesamt $F_{wd} = 0,7 \cdot F_{Ed}$ anzuordnen.



Halben Stud Connector HSC

Konsolen nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 4
Seite 6/8

10. Nachweis der Verankerung von HSC-Ankern in der anschließenden Stütze

Der Nachweis der Verankerung von HSC-Ankern in der anschließenden Stütze ist erbracht, wenn die folgenden Konstruktionsregeln eingehalten sind:

- Mindestabmessungen der Stütze nach Anlage 3, Abschnitt 1, Abbildung 1 und Tabelle 2
- Mindeststabdurchmesser der Stützenlängsbewehrung nach Anlage 3, Abschnitt 1, Abbildung 1 und Tabelle 2
- Position der HSC-Ankerköpfe hinter der äußeren Stützenlängsbewehrung und innerhalb der Stützenbügelbewehrung unter Einhaltung der erforderlichen Betondeckung nach Anlage 3, Abschnitt 1, Abbildung 1
- Anordnung von mindestens einem Stab der Stützenlängsbewehrung zwischen dem Schaft der HSC-Anker und dem seitlichen Bauteilrand nach Anlage 3, Abschnitt 1, Abbildung 1
- Über die Konsolhöhe h_c ist in der Stütze eine Bügelbewehrung aus geschlossenen Bügeln mit Abstand $s \leq 10$ cm anzuordnen, vgl. Darstellung in Abbildung 8.

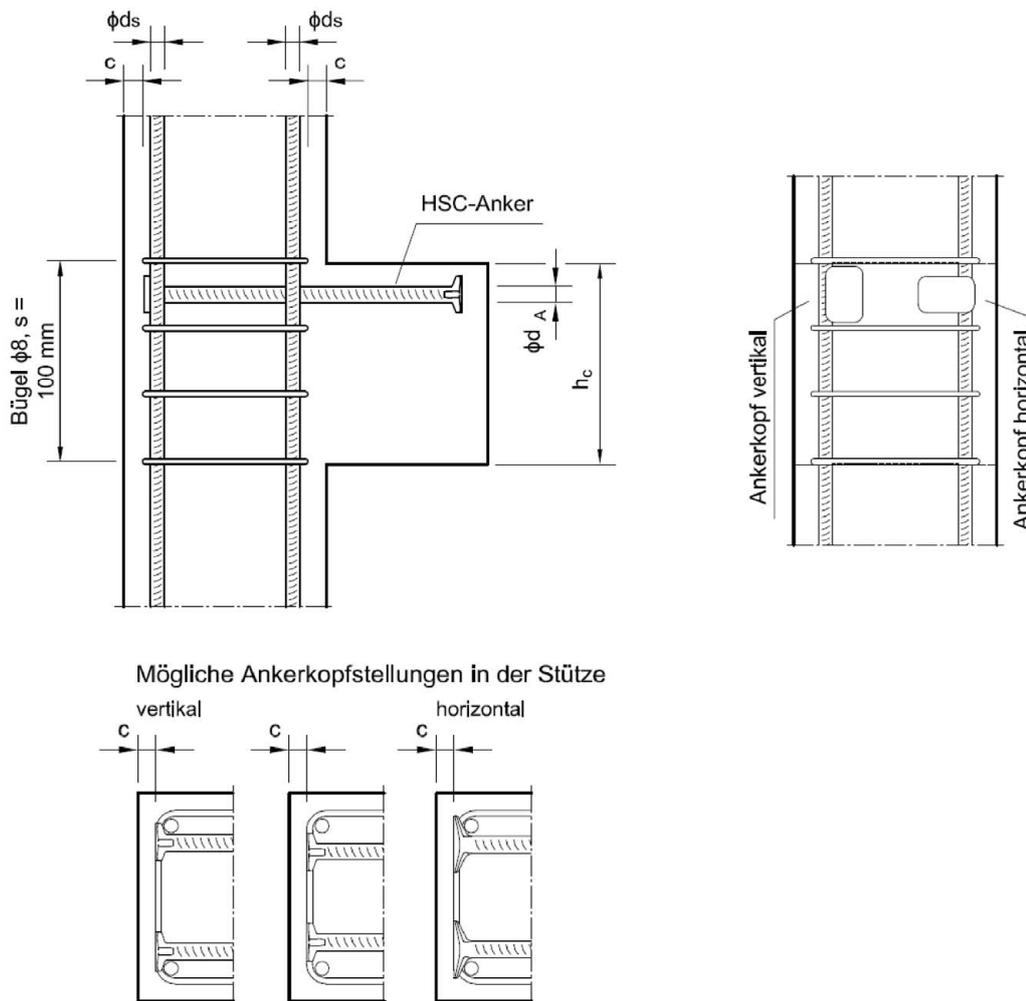


Abbildung 8: Bewehrungsführung in der Stütze, Beispiel

Halfen Stud Connector HSC

Konsolen nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 4
 Seite 7/8

11. Nachweis der Verankerung von abgelenkten HSC-Ankern in der anschließenden Stütze

Der Nachweis der Verankerung von um 90° nach unten abgelenkten HSC-Ankern in der anschließenden Stütze durch Übergreifen mit der Biegezugbewehrung in der Stütze ist erbracht, wenn die folgenden Konstruktionsregeln eingehalten sind:

- Mindestbiegerollendurchmesser der HSC-Anker $D \geq 10\phi_{d_A}$, vgl. Darstellung in Abbildung 9
- Mindeststabdurchmesser der Stützenlängsbewehrung nach Anlage 3, Abschnitt 1, Abbildung 1 und Tabelle 2
- HSC-Anker werden außerhalb gekrümmter Stabbereiche mit der Stützenlängsbewehrung mit der Übergreifungslänge l_0 gestoßen
- Anordnung von mindestens einem Stab der Stützenlängsbewehrung zwischen dem Schaft der HSC-Anker und dem seitlichen Bauteilrand nach Anlage 3, Abschnitt 1, Abbildung 1
- Über die Konsolhöhe h_c ist in der Stütze eine Bügelbewehrung aus geschlossenen Bügeln mit Abstand $s \leq 10$ cm anzuordnen, vgl. Darstellung in Abbildung 9.

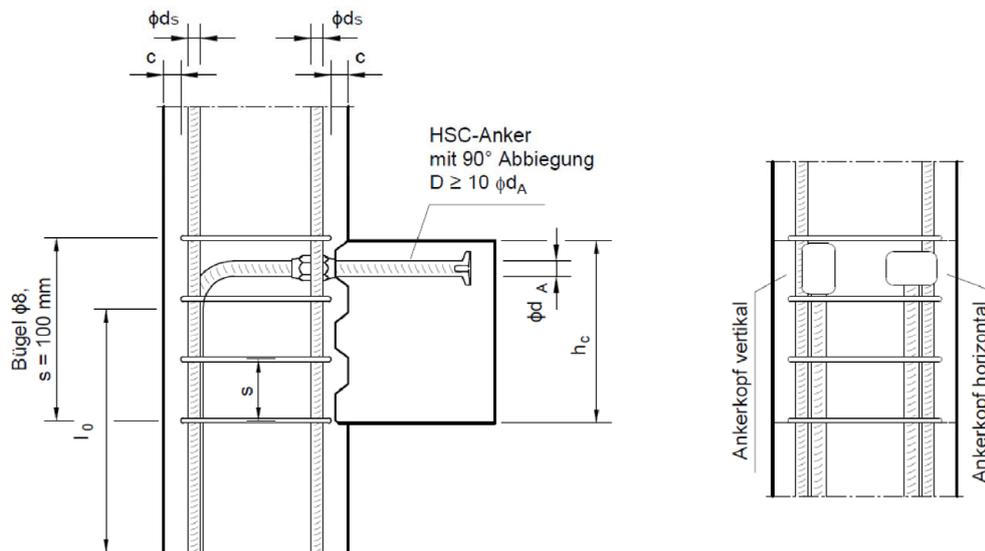


Abbildung 9: Bewehrungsführung von um 90° nach unten abgelenkten HSC-Ankern in der Stütze, Beispiel

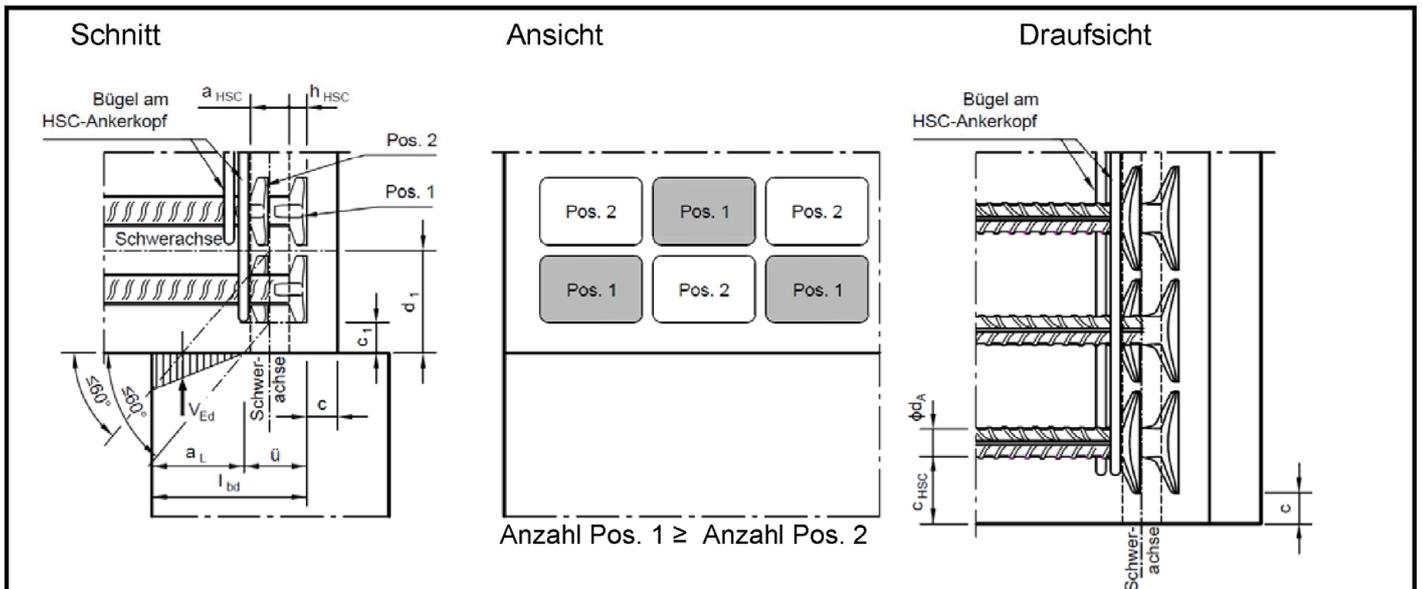


Abbildung 12: Anordnung zweilagig gestaffelter HSC-Anker mit dreiecksförmiger Lagerpressung, Beispiel

Tabelle 7: Bügel und Betondeckung

HSC-	Bügel	Betondeckung		h_{HSC}	Kopfüberstand
	ϕd_{sw}	c_{HSC}	c, c_1		\ddot{u}
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
12	≥ 6	≥ 30	nach DIN EN 1992-1-1	8	nach Anlage 6, Abschnitt 2
14	≥ 6	≥ 35		9	
16	≥ 6	≥ 40		10	
20	≥ 8	≥ 50		12	
25	≥ 10	≥ 60		14	

2. Nachweis der Verankerung von HSC-Ankern in Balken und Platten

Der Nachweis der Verankerung von HSC-Ankern in Balken und Platten bei einer **einlagigen** HSC-Ankerlage ist erbracht, wenn die Konstruktionsregeln a) - d) nach Anlage 6, Abschnitt 1 eingehalten sind und die erforderliche Verankerungslänge am Endauflager nach Anlage 6, Abschnitt 2, Gleichung (15) ermittelt wurde.

Der Nachweis der Verankerung von HSC-Ankern in Balken und Platten bei **mehrlagigen** HSC-Ankerlagen oder **Überschreitung der Mindestabmessungen** der Balken und Platten ist erbracht, wenn die Konstruktionsregeln b) - d) eingehalten sind und die erforderliche Verankerungslänge am Endauflager nach Anlage 6, Abschnitt 2, Gleichung (15) ermittelt wurde. Zusätzlich ist der Verankerungsnachweis nach Anlage 4, Abschnitt 8, Gleichung (13) zu führen.

Bei einer **vorgegebenen Verankerungslänge** am Endauflager von $l_{bd} \geq 6,7 \cdot \phi d_A$ darf die verankerte Zugkraft nach Anlage 4, Abschnitt 8, Gleichung (13) ermittelt werden. Für den Nachweis der Verankerung von HSC-Ankern in Balken und Platten sind die Konstruktionsregeln b) - d) nach Anlage 6, Abschnitt 1 einzuhalten.

Halfen Stud Connector HSC

Balken und Platten nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 6

Seite 2/3

Die erforderliche Verankerungslänge am Endauflager l_{bd} entspricht bei voll ausgelasteter Bewehrung:

$$l_{bd} = a_L + \ddot{u} \geq 6,7 d_A \quad (15)$$

Bei einer direkten Lagerung ohne Lasteinleitungs- bzw. Lagerplatten kann von einer *dreiecksförmigen* Lagerpressung ausgegangen werden. In diesem Fall gelten für a_L und \ddot{u} die Gleichungen (16) und (17):

$$a_L = \frac{2 \cdot V_{Ed}}{\sigma \cdot b_L} \quad (16)$$

mit: V_{Ed} = Querkraft am Auflager
 σ = Maximalwert der rechnerischen Auflagerpressung
 b_L = Auflagerbreite

$$\ddot{u} \geq \max \left\{ \begin{array}{l} a_{HSC} + h_{HSC} \\ \frac{c_1}{2} + \frac{a_{HSC}}{2} + h_{HSC} \\ \frac{d_1}{2} + \frac{a_{HSC}}{2} + h_{HSC} - \frac{4 \cdot V_{Ed}}{3 \cdot \sigma \cdot b_L} \end{array} \right. \quad (17)$$

Bei einer *gleichförmig verteilten* Lagerpressung gelten für a_L und \ddot{u} die Gleichungen (18) und (19):

$$a_L = \frac{V_{Ed}}{\sigma \cdot b_L} \quad (18)$$

und

$$\ddot{u} \geq \max \left\{ \begin{array}{l} a_{HSC} + h_{HSC} \\ \frac{c_1}{2} + \frac{a_{HSC}}{2} + h_{HSC} \\ \frac{d_1}{2} + \frac{a_{HSC}}{2} + h_{HSC} - \frac{a_L}{2} \end{array} \right. \quad (19)$$

Für nicht gestaffelte Bewehrung beträgt $a_{HSC} = 0$ mm.

3. Querkrafttragfähigkeit

Der Nachweis der Querkrafttragfähigkeit ist nach DIN EN 1992-1-1 zu führen. Darüber hinaus sind die folgenden Regelungen zu beachten:

$V_{Rd,max}$ ist bei Balken und Platten entsprechend Anlage 4, Abschnitt 3, Gleichung (10) zu beschränken.

Bei Vollplatten mit statisch erforderlicher Querkraftbewehrung sowie bei Balken ist im Bereich $l_{sw} = d$ ab Auflagervorderkante eine Mindestquerkraftbewehrung nach Gleichung (20) anzuordnen:

$$A_{sw} \geq 0,7 \cdot \frac{V_{Ed}}{f_{yw,d}} \quad (20)$$

Halfen Stud Connector HSC

Balken und Platten nach DIN EN 1992-1-1

Anlage 6

Seite 3/3