

Bemessung von Befestigungen in Beton

Einführung mit Beispielen

Bearbeitet von
Thilo Pregartner

1. Auflage 2009. Taschenbuch. 377 S. Softcover
ISBN 978 3 433 02930 5

[Weitere Fachgebiete > Technik > Baukonstruktion, Baufachmaterialien](#)

schnell und portofrei erhältlich bei



Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

Probekapitel

Bemessung von Befestigungen in Beton - Einführung mit Beispielen

Autor: Thilo Pregartner

Copyright © 2009 Ernst & Sohn, Berlin

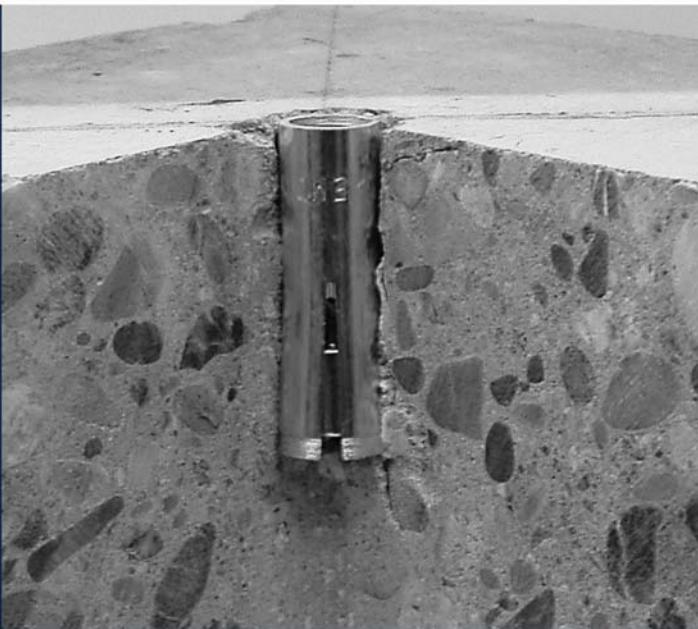
ISBN: 978-3-433-02930-5

BiP

Bemessung von Befestigungen in Beton Einführung mit Beispielen

Thilo Pregartner

Bauingenieur-Praxis



Ernst & Sohn
A Wiley Company

Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften
GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de

Ernst & Sohn
A Wiley Company

9 Bemessungsbeispiele

Als Hilfe bei der Bearbeitung der Bemessungsbeispiele kann die Zusammenfassung der Arbeits- und Berechnungsschritte in Kapitel 10 verwendet werden. Dort sind die wichtigsten Gleichungen des Bemessungsverfahrens übersichtlich zusammengefasst.

Im vorliegenden Buch wurden in Kapitel 5 die Bemessungsverfahren für Metalldübel, Kopfbolzen und Verbunddübel in Beton ausführlich vorgestellt. Bedingt durch die Umstellung bei der Bemessung auf die Vornorm [9] und durch die Tatsache, dass derzeit zwei Versionen der Bemessungsrichtlinien für Metalldübel (ETAG 001, Annex C) zur Verfügung stehen, wurden in Kapitel 5 auch die Unterschiede der gültigen Bemessungsrichtlinien dargelegt. Wesentliche Unterschiede zwischen den Bemessungsrichtlinien bestehen bei der Bemessung von Metalldübeln und Kopfbolzen für die Versagensart Betonkantenbruch unter Querlast. Bei Kopfbolzen sind zwei Ansätze zur Berechnung des Widerstandes bei lokalem Betonausbruch vorhanden. Für Verbunddübel existieren zwei unterschiedliche Bemessungsansätze für die Versagensart Herausziehen. Die beschriebenen Unterschiede zwischen den Bemessungsrichtlinien ergeben sich in keinem Falle durch eine Veränderung der prinzipiellen Vorgehensweise bei einem Bemessungsnachweis, sondern in der Regel durch Modifikationen oder Ergänzungen der Ausgangsgleichungen.

Im vorliegenden Buch sind zu allen Bemessungsansätzen Beispiele enthalten. Diese befinden sich entweder im vorliegenden Kapitel, im Kapitel mit den Basisbeispielen (Kapitel 6) oder in Kapitel 5 als Zwischenbeispiele zur Verdeutlichung des Sachverhaltes.

In den folgenden Anwendungsbeispielen wurde jedes Beispiel entsprechend einer der Bemessungsrichtlinien ausgearbeitet. In der Regel wurden die aktuellen Versionen angewendet. Die verwendete Richtlinie ist jeweils in der Schnellübersicht am Anfang jedes Beispiels angegeben. Es können auch mehrere Richtlinien angegeben sein, wenn für die geführten Nachweise keine Unterschiede zwischen den Richtlinien bestehen, die das Ergebnis des Beispiels beeinflussen. Es ist ebenfalls zu beachten, dass durch die im Allgemeinen geringen Unterschiede zwischen den Bemessungsrichtlinien jedes Beispiel leicht an eine andere Bemessungsrichtlinie angepasst werden kann.

Für Verbunddübel werden im aktuellen Kapitel hauptsächlich Anwendungsbeispiele mit Bemessung nach der aktuellen Richtlinie TR 029 bzw. CEN TS, [4] und [9], gezeigt, da die bis 2008 gültige Vorgehensweise bei der Bemessung für Verbunddübel aus den Bemessungsbeispielen für Metalldübel abgeleitet werden kann. Weiterhin werden Produkte, die das bis 2008 gültige Bemessungsverfahren anwenden, im Lauf der Zeit vom Markt verschwinden.

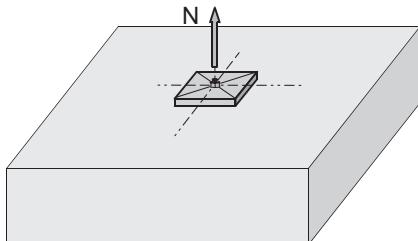
9.1 Beispiele für Einzelbefestigungen, Bemessungsverfahren A

9.1.1 Zugbelastung

Beispiel 9.1.1.1 Einzeldübel in der Fläche, gerissener Beton, Hinterschnittdübel

Schnellübersicht Befestigungssituation:

Anzahl Dübel n	[-]	1	Untergrund	[-]	C50/60
Randabstand c ₁	[mm]	-		[-]	Gerissener Beton
c ₂	[mm]	-	Dübeltyp	[-]	Hinterschnittdübel
Achsabstand s ₁	[mm]	-		[-]	Kapitel 8.1.3
s ₂	[mm]	-		[-]	M16
Bauteildicke h	[mm]	250	Verankerungstiefe h _{ef}	[mm]	120
Belastung N _{k,G}	[kN]	15	Versagensart		Betonausbruch
N _{k,Q}	[kN]	20	Bemessungsrichtlinie		[2], [3], [9]
V _{k,G}	[kN]	-			
V _{k,Q}	[kN]	-			
M _k	[kNm]	-			



Belastung:

Belastung durch ständige Last:

$$G_k = N_{k,G} = 15 \text{ kN}$$

Belastung durch Verkehrslast:

$$Q_k = N_{k,Q} = 20 \text{ kN}$$

Berechnung der Belastung des Einzeldübels (entspricht der Belastung des höchstbelasteten DüBELS):

$$\begin{aligned} S_d &= N_{sd} = N_{sd}^h = 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k = 1,35 \cdot 15 \text{ kN} + 1,5 \cdot 20 \text{ kN} \\ &= 50,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

Befestigungssituation:

Einzeldübel in der Fläche

Randabstand c > 10 · h_{ef}

Bauteildicke h = 250 mm

geplant: Hinterschnittdübel mit ETA nach Kapitel 8.1.3

Untergrundeigenschaften: Gerissener Beton, Betonfestigkeitsklasse C50/60

Überprüfung der minimalen Rand- und Achsabstände:

Hinterschnittdübel M16, gerissener Beton

Kapitel 8.1.3 Montageparameter, Zeile 2 und Zeile 4:

$$c_{\min} = 100 \text{ mm} \leq 10 \cdot h_{\text{ef}} \checkmark$$

Bauteildicke: $h_{\min} = 240 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \checkmark$

Bemessung

Bemessungsverfahren A, d. h. Nachweis für alle Versagensarten

Zugbelastung:

- Versagensart Stahlversagen

Kapitel 8.1.3 Bemessungsverfahren A, zentrischer Zug, Zeile 2 und Zeile 3:

$$N_{Rk,s} = 125 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Ms} = 1,5$$

$$N_{Rd,s} = \frac{125 \text{ kN}}{1,5} = 83,3 \text{ kN} \geq N_{Sd}^h = 50,3 \text{ kN} \checkmark$$

- Versagensart Herausziehen

Kapitel 8.1.3 Bemessungsverfahren A, zentrischer Zug, Zeile 5:

Versagensart Herausziehen ist nicht maßgebend \checkmark

- Versagensart Betonausbruch

Kapitel 8.1.3 Bemessungsverfahren A, zentrischer Zug, Zeile 11 bis Zeile 15:

$$h_{ef} = 120 \text{ mm}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

$$s_{cr,N} = 2 \cdot c_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef} = 360 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef} = 180 \text{ mm}$$

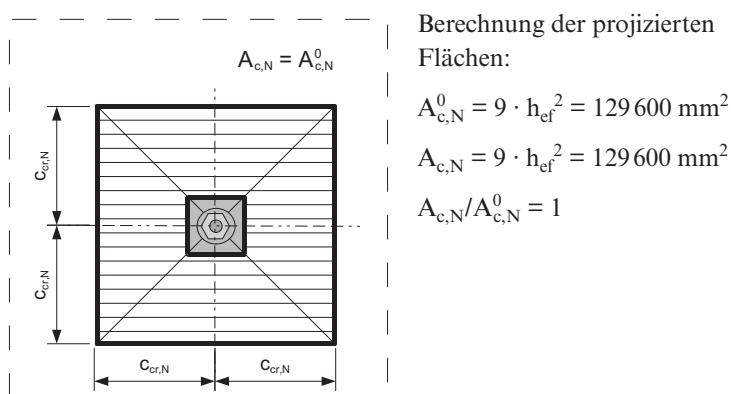
Randabstand: $c > 10 \cdot h_{ef} > c_{cr,N} = 180 \text{ mm} \Rightarrow$ kein Randeinfluss

Achsabstand: $s > s_{cr,N} = 360 \text{ mm} \Rightarrow$ kein Einfluss benachbarter Dübel

Berechnung des Grundwertes des charakteristischen Widerstandes (Einzeldübel in der Fläche):

$$N_{Rk,c}^0 = 8,3 \cdot h_{ef}^{1,5} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} = 8,3 \cdot (120 \text{ mm})^{1,5} \cdot \sqrt{60 \text{ N/mm}^2} = 84,5 \text{ kN}$$

(Sonderregelung für Hinterschnittdübel in der Zulassung: Kapitel 8.1.3, Fußnote ²⁾).



kein Randeinfluss: $\psi_{s,N} = 1,0$

gerissener Beton: $\psi_{ucr,N} = 1,0$

keine Exzentrizität, keine dichte Bewehrung: $\psi_{ec,N} = \psi_{re,N} = 1,0$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 = 84,5 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

$$N_{Rd,c} = \frac{84,5 \text{ kN}}{1,5} = 56,3 \text{ kN} \geq N_{sd} = 50,3 \text{ kN} \quad \checkmark$$

– Versagensart Spalten

Annahme: kein Nachweis für die Versagensart Spalten erforderlich, da die Bemessung für gerissenen Beton durchgeführt wurde und die Rissbreiten durch Bewehrung auf 0,3 mm beschränkt sind. ✓

Zusammenfassung der Bemessungswerte des Widerstandes für alle Versagensarten (maßgebender Wert ist fett gedruckt):

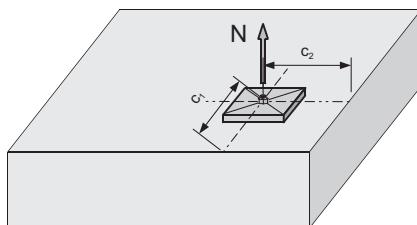
Versagensart	Bemessungswert Einwirkung kN	Nachweis Gruppe/ Einzeldübel	Bemessungswert Widerstand kN	Auslastung %
Nachweise Zug				
Stahlversagen ($N_{Rd,s}$)	50,3	Einzeldübel	83,3	60 %
Herausziehen ($N_{Rd,p}$)	50,3	Einzeldübel	–	–
Betonversagen ($N_{Rd,c}$)	50,3	Gruppe	56,3	89 %
Spalten ($N_{Rd,sp}$)	50,3	Gruppe	–	–
Nachweise Querlast				
Stahlversagen ($V_{Rd,s}$)	–	Einzeldübel	–	–
Betonkantenbruch ($V_{Rd,c}$)	–	Gruppe	–	–
Pryout ($V_{Rd,sp}$)	–	Gruppe	–	–

Keine Querbelastung \Rightarrow keine weiteren Nachweise erforderlich!

Beispiel 9.1.1.2 Einzeldübel in der Ecke, gerissener Beton, Hinterschnittdübel**Schnellübersicht Befestigungssituation:**

Anzahl Dübel n	[-]	1
Randabstand c_1	[mm]	120
c_2	[mm]	150
Achsabstand s_1	[mm]	-
s_2	[mm]	-
Bauteildicke h	[mm]	250
Belastung		
$N_{k,G}$	[kN]	12
$N_{k,Q}$	[kN]	15
$V_{k,G}$	[kN]	-
$V_{k,Q}$	[kN]	-
M_k	[kNm]	-

Untergrund	[-]	C50/ 60
	[-]	Gerissener Beton
Dübeltyp	[-]	Hinterschnittdübel
	[-]	Kapitel 8.1.3
	[-]	M16
Verankerungstiefe h_{ef}	[mm]	120
Versagensart		Betonausbruch
Bemessungsrichtlinie		[2], [3], [9]

**Belastung:**

Belastung durch ständige Last:

$$G_k = N_{k,G} = 12 \text{ kN}$$

Belastung durch Verkehrslast:

$$Q_k = N_{k,Q} = 15 \text{ kN}$$

Berechnung der Belastung des Einzeldübels (entspricht der Belastung des höchstbelasteten DüBELS):

$$\begin{aligned} S_d &= N_{sd} = N_{sd}^h = 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k = 1,35 \cdot 12 \text{ kN} + 1,5 \cdot 15 \text{ kN} \\ &= 38,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

Befestigungssituation:

Einzeldübel in der Bauteilecke

Randabstand $c_1 = 120 \text{ mm}$, $c_2 = 150 \text{ mm}$ Bauteildicke $h = 250 \text{ mm}$

geplant: Hinterschnittdübel mit ETA nach Kapitel 8.1.3

Untergrundeigenschaften: Gerissener Beton, Betonfestigkeitsklasse C50/60

Überprüfung der minimalen Rand- und Achsabstände:

Hinterschnittdübel M16, gerissener Beton

Kapitel 8.1.3 Montageparameter, Zeile 2 bis Zeile 5:

$$c_{\min} = 100 \text{ mm} \leq 120 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$\text{Bauteildicke: } h_{\min} = 240 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Bemessung

Bemessungsverfahren A \Rightarrow Nachweis für alle Versagensarten

Zugbelastung:

- Versagensart Stahlversagen

Kapitel 8.1.3 Bemessungsverfahren A, zentrischer Zug, Zeile 2 und Zeile 3:

$$N_{Rk,s} = 125 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Ms} = 1,5$$

$$N_{Rd,s} = \frac{125 \text{ kN}}{1,5} = 83,3 \text{ kN} \geq N_{Sd}^h = 38,7 \text{ kN} \quad \checkmark$$

- Versagensart Herausziehen

Kapitel 8.1.3 Bemessungsverfahren A, zentrischer Zug, Zeile 5 und Zeile 7:

Versagensart Herausziehen ist nicht maßgebend \checkmark

- Versagensart Betonausbruch

Kapitel 8.1.3 Bemessungsverfahren A, zentrischer Zug, Zeile 11 bis Zeile 15:

$$h_{ef} = 120 \text{ mm}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

$$s_{cr,N} = 2 \cdot c_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef} = 360 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef} = 180 \text{ mm}$$

Randabstand: $c_1 = 120 \text{ mm} < c_{cr,N} = 180 \text{ mm} \Rightarrow$ Randeinfluss

$c_2 = 150 \text{ mm} < c_{cr,N} = 180 \text{ mm} \Rightarrow$ Randeinfluss

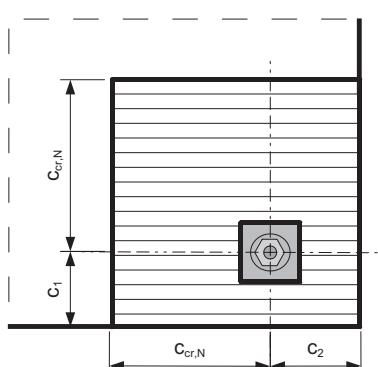
Achsabstand: $s > s_{cr,N} = 360 \text{ mm} \Rightarrow$ kein Einfluss benachbarter Dübel

Berechnung des Grundwertes des charakteristischen Widerstandes

(Einzeldübel in der Fläche):

$$N_{Rk,c}^0 = 8,3 \cdot (120 \text{ mm})^{1,5} \cdot \sqrt{60 \text{ N/mm}^2} = 84,5 \text{ kN}$$

(Sonderregelung für Hinterschnittdübel in der Zulassung: Kapitel 8.1.3, Fußnote²⁾)



Berechnung der projizierten Flächen:

$$\begin{aligned}
 A_{c,N}^0 &= s_{cr,N}^2 = 9 \cdot h_{ef}^2 \\
 &= 9 \cdot (120 \text{ mm})^2 \\
 &= 129\,600 \text{ mm}^2 \\
 A_{c,N} &= (c_{cr,N} + c_1) \cdot (c_{cr,N} + c_2) \\
 &= (1,5 \cdot 120 \text{ mm} + 120 \text{ mm}) \\
 &\quad \cdot (1,5 \cdot 120 \text{ mm} + 150 \text{ mm}) \\
 &= 300 \text{ mm} \cdot 330 \text{ mm} = 99\,000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Randeinfluss:

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_1}{1,5 \cdot h_{ef}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{120 \text{ mm}}{1,5 \cdot 120 \text{ mm}} = 0,9 \leq 1,0$$

gerissener Beton: $\psi_{ucr,N} = 1,0$

keine Exzentrizität, keine dichte Bewehrung: $\psi_{ec,N} = \psi_{re,N} = 1,0$

$$\begin{aligned} N_{Rk,c} &= N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ucr,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \\ &= 84,5 \text{ kN} \cdot \frac{99\,000}{129\,600} \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 58,1 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\gamma_{Mc} = 1,5$$

$$N_{Rd,c} = \frac{58,1 \text{ kN}}{1,5} = 38,7 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 38,7 \text{ kN} \quad \checkmark$$

– Versagensart Spalten

Annahme: kein Nachweis für Versagensart Spalten erforderlich, da die Bemessung für gerissenen Beton durchgeführt wurde und die Rissbreite durch Bewehrung auf 0,3 mm beschränkt ist. ✓

Zusammenfassung der Bemessungswerte des Widerstandes für alle Versagensarten (maßgebender Wert ist fett gedruckt):

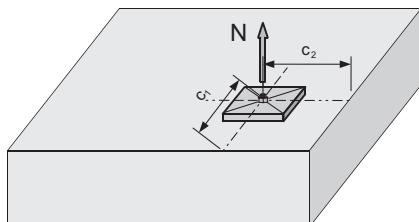
Versagensart	Bemessungswert Einwirkung kN	Nachweis Gruppe/ Einzeldübel	Bemessungswert Widerstand kN	Auslastung %
Nachweise Zug				
Stahlversagen ($N_{Rd,s}$)	38,7	Einzeldübel	83,3	47%
Herausziehen ($N_{Rd,p}$)	38,7	Einzeldübel	–	–
Betonversagen ($N_{Rd,c}$)	38,7	Gruppe	38,7	100%
Spalten ($N_{Rd,sp}$)	38,7	Gruppe	–	–
Nachweise Querlast				
Stahlversagen ($V_{Rd,s}$)	–	Einzeldübel	–	–
Betonkantenbruch ($V_{Rd,c}$)	–	Gruppe	–	–
Pryout ($V_{Rd,cp}$)	–	Gruppe	–	–

Keine Querbelastung ⇒ keine weiteren Nachweise erforderlich!

Beispiel 9.1.1.3 Einzeldübel in der Ecke, ungerissener Beton, Hülsendübel
Schnellübersicht Befestigungssituation:

Anzahl Dübel n	[-]	1
Randabstand c_1	[mm]	120
c_2	[mm]	150
Achsabstand s_1	[mm]	-
s_2	[mm]	-
Bauteildicke h	[mm]	250
Belastung	$N_{k,G}$ [kN]	12
	$N_{k,Q}$ [kN]	15
	$V_{k,G}$ [kN]	-
	$V_{k,Q}$ [kN]	-
	M_k [kNm]	-

Untergrund	[-]	C50/60
	[-]	Ungerissener Beton
Dübeltyp	[-]	Hülsendübel
	[-]	Kapitel 8.1.2
	[-]	M16
Verankerungstiefe h_{ef}	[mm]	120
Versagensart		Spalten
Bemerkung		Nachweis nicht erfüllt
Bemessungsrichtlinie		[2], [3], ([9])



Belastung:

Belastung durch ständige Last:

$$G_k = N_{k,G} = 12 \text{ kN}$$

Belastung durch Verkehrslast:

$$Q_k = N_{k,Q} = 15 \text{ kN}$$

Berechnung der Belastung des Einzeldübels (entspricht der Belastung des höchstbelasteten DüBELS):

$$\begin{aligned} S_d &= N_{Sd} = N_{Sd}^h = 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k = 1,35 \cdot 12 \text{ kN} + 1,5 \cdot 15 \text{ kN} \\ &= 38,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

Befestigungssituation:

Einzeldübel in der Bauteilecke

Randabstand $c_1 = 120 \text{ mm}$, $c_2 = 150 \text{ mm}$

Bauteildicke $h = 250 \text{ mm}$

geplant: Hülsendübel mit ETA nach Kapitel 8.1.2

Untergrundeigenschaften: Ungerissener Beton, Betonfestigkeitsklasse C50/60

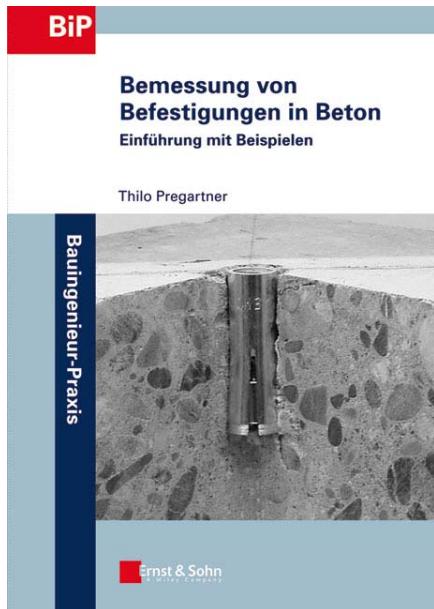
Überprüfung der minimalen Rand- und Achsabstände:

Hülsendübel M16, ungerissener Beton

Kapitel 8.1.2 Montageparameter, Zeile 2 und Zeile 4:

$$c_{\min} = 100 \text{ mm} \leq 120 \text{ mm} \checkmark$$

$$\text{Bauteildicke: } h_{\min} = 240 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \checkmark$$



Pregartner, T.

Bemessung von Befestigungen in Beton

Einführung mit Beispielen

Die Bemessung von Befestigungen mit Dübeln und Kopfbolzen in Beton wird in der Praxis häufig mit Computerprogrammen der Hersteller realisiert. Mit diesen Programmen sind die einfache Bemessung für unterschiedliche Randbedingungen, die Auswahl des optimalen Befestigungselementes und die Maximierung des Auslastungsgrades möglich. Der theoretische Hintergrund dieser Bemessungsverfahren ist komplex und basiert zum Teil auf bruchmechanischen Ansätzen.

In diesem Buch werden die gebräuchlichen Bemessungsverfahren für Befestigungen in Beton (Dübel und Kopfbolzen) anschaulich erklärt und an zahlreichen Praxisbeispielen verdeutlicht, um den Anwendern von Bemessungsprogrammen und interessierten Lesern die Berechnungsgrundlagen zugänglich zu machen und die Berechnung beliebiger Anwendungsfälle zu ermöglichen.
(XII, 365 Seiten, 143 Abb., 65 Tab.. Broschur. Erschienen)

Aus dem Inhalt:

- EINFÜHRUNG, AUFBAU UND ZIEL DES BUCHES
- BEMESSUNG VON METALLSPREIZDÜBELN UND KOPFBOLZEN MIT EUROPÄISCHER TECHNISCHER ZULASSUNG (ETA)
- GRUNDLAGEN DES CC-VERFAHRENS
- METALLSPREIZDÜBEL
- VERBUNDDÜBEL
- BEISPIELE FÜR EUROPÄISCHE TECHNISCHE ZULASSUNGEN (ETA)
- BEMESSUNGSBEISPIELE
- ANWENDUNGSBEISPIELE
- LEITFÄDEN FÜR DIE AUSWAHL VON GEEIGNETEN BEFESTIGUNGSMITTELN
- ARBEITSSCHRITTE DES CC-VERFAHRENS
- BEMESSUNGSTAFELN
- LITERATUR

[Link Online-Bestellung](#)

per Fax bestellen +49(0)30 47031 240

Anzahl	Bestell-Nr.	Titel	Einzelpreis
	978-3-433-02930-5	Bemessung von Befestigungen in Beton	€ 57,90
	906132	Gesamtverzeichnis Verlag Ernst & Sohn	kostenlos

Liefer- und Rechnungsanschrift: privat geschäftlich

Bestell-Code: 100 773

Firma			
Ansprechpartner		Telefon	
UST-ID Nr./VAT-ID No.		Fax	
Straße/Nr.		E-Mail	
Land	-	PLZ	Ort

Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21
10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de

X

Datum/Unter
schrift

*€-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten.
Stand: 04.05.09 ([homepage_Leseprobe](#))