



ALLES ZUM NACHTRÄGLICHEN BEWEHRUNGSANSCHLUSS

...und wie Sie die richtige Lösung auswählen und bemessen.

Planerpunkte Seminar



AGENDA

Einleitung typische Anwendungen für nachträgliche Bewehrungsanschlüsse

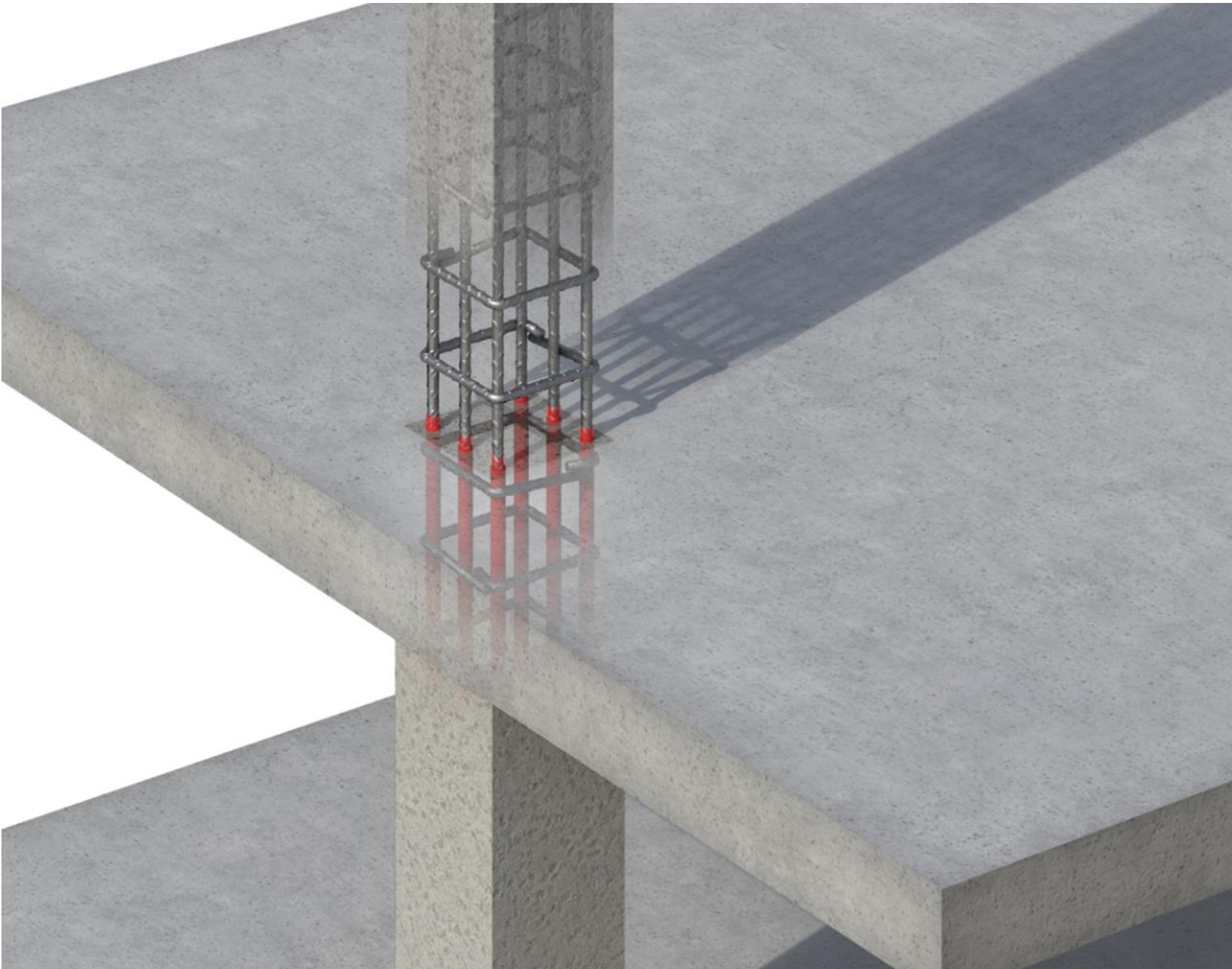
einbetonierte vs. nachtrgl. installierte Bewehrung vs. Dübeltheorie

Was ist bei der Ausführung von nachtrgl. Bewehrungsanschlüssen zu beachten

Die unterschiedlichen Bemessungsmethoden für Bewehrungsanschlüsse

Ansätze der Querkraftnachweise über die raue Fuge

Beispiel Berechnung in Bemessungssoftware

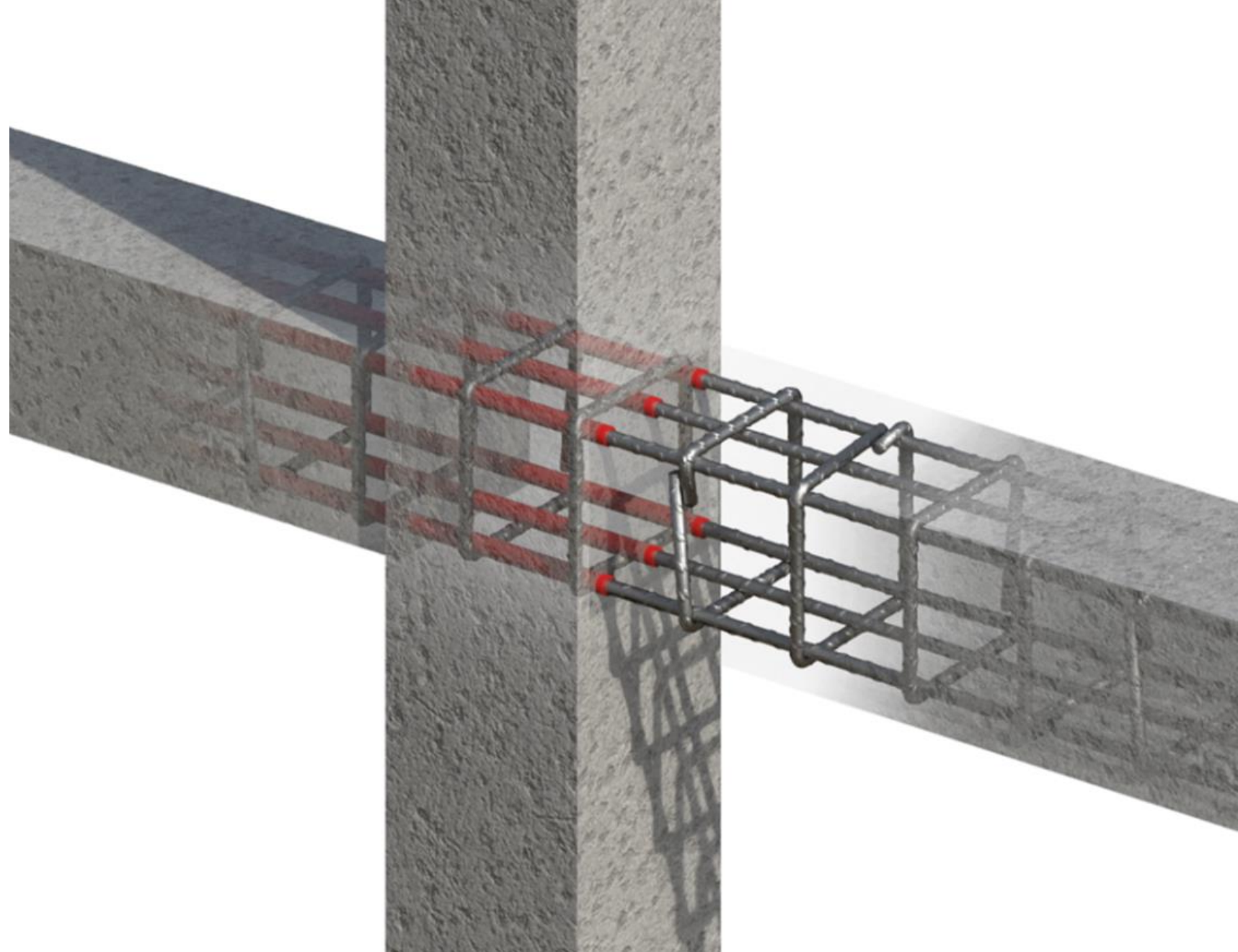


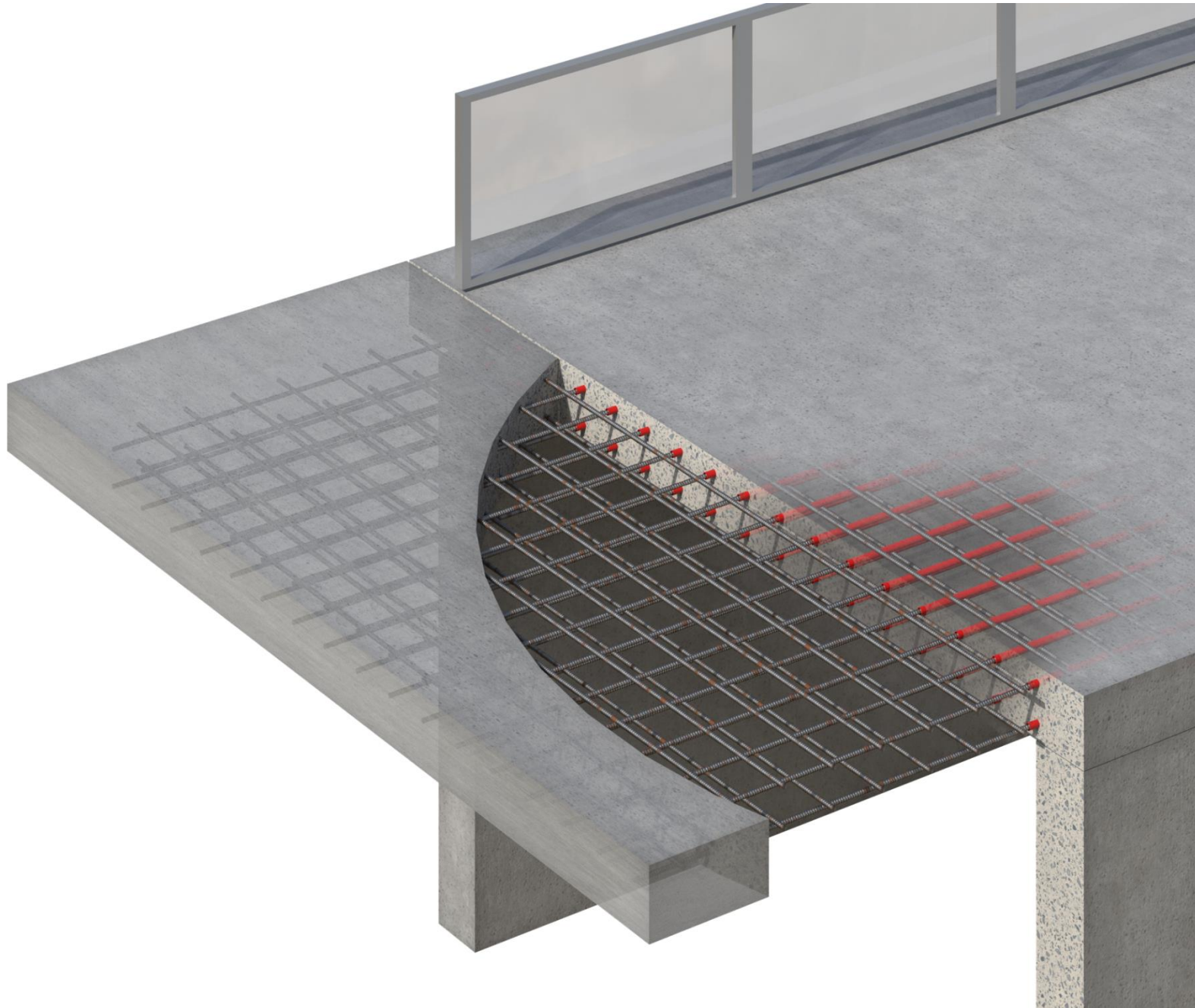
KATEGORIE: ÜBERGREIFUNGSSTOSS

Anwendung: Stützenverlängerung

KATEGORIE: ÜBERGREIFUNGSSTOSS

Anwendung: Balkenverlängerung



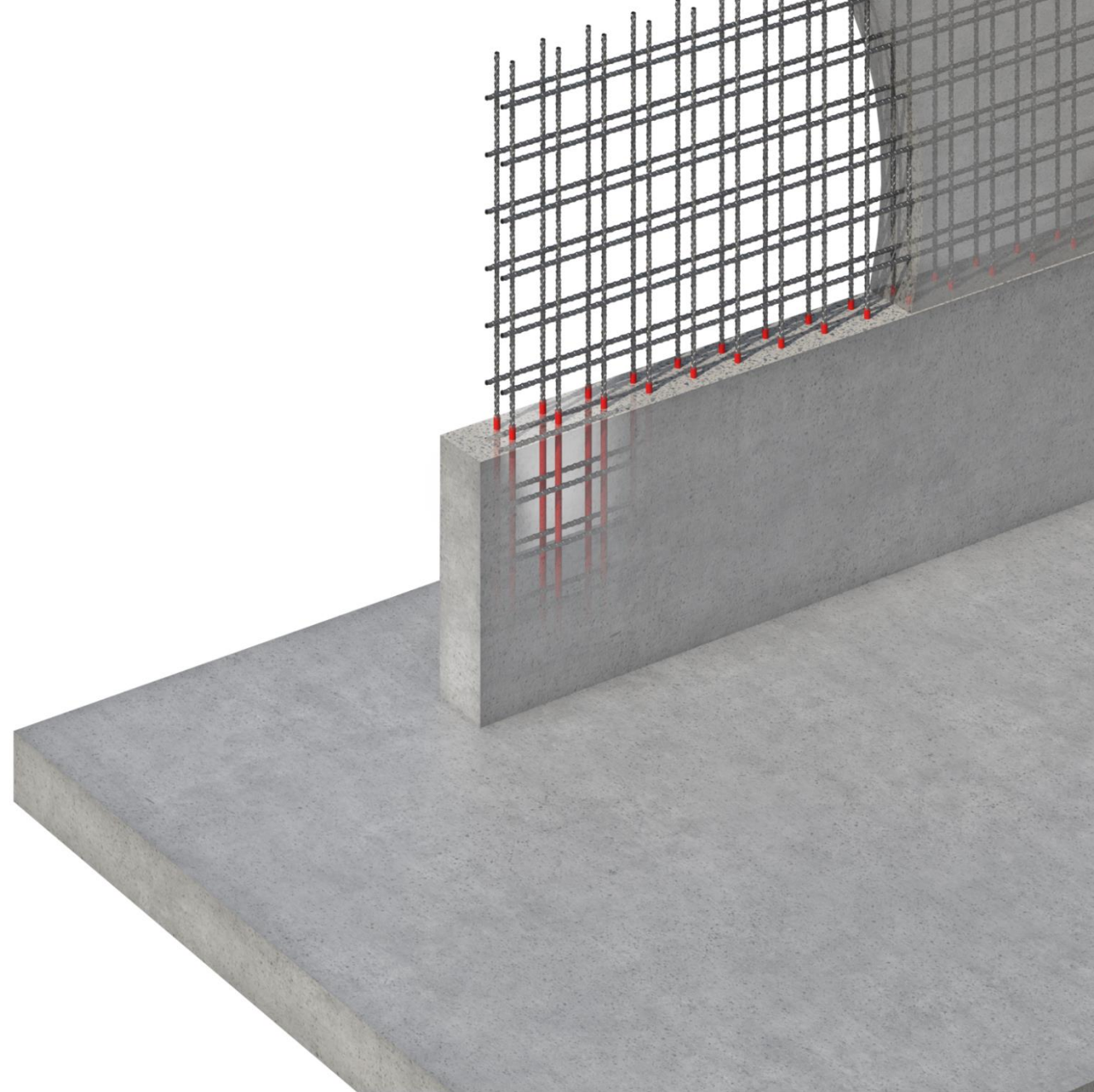


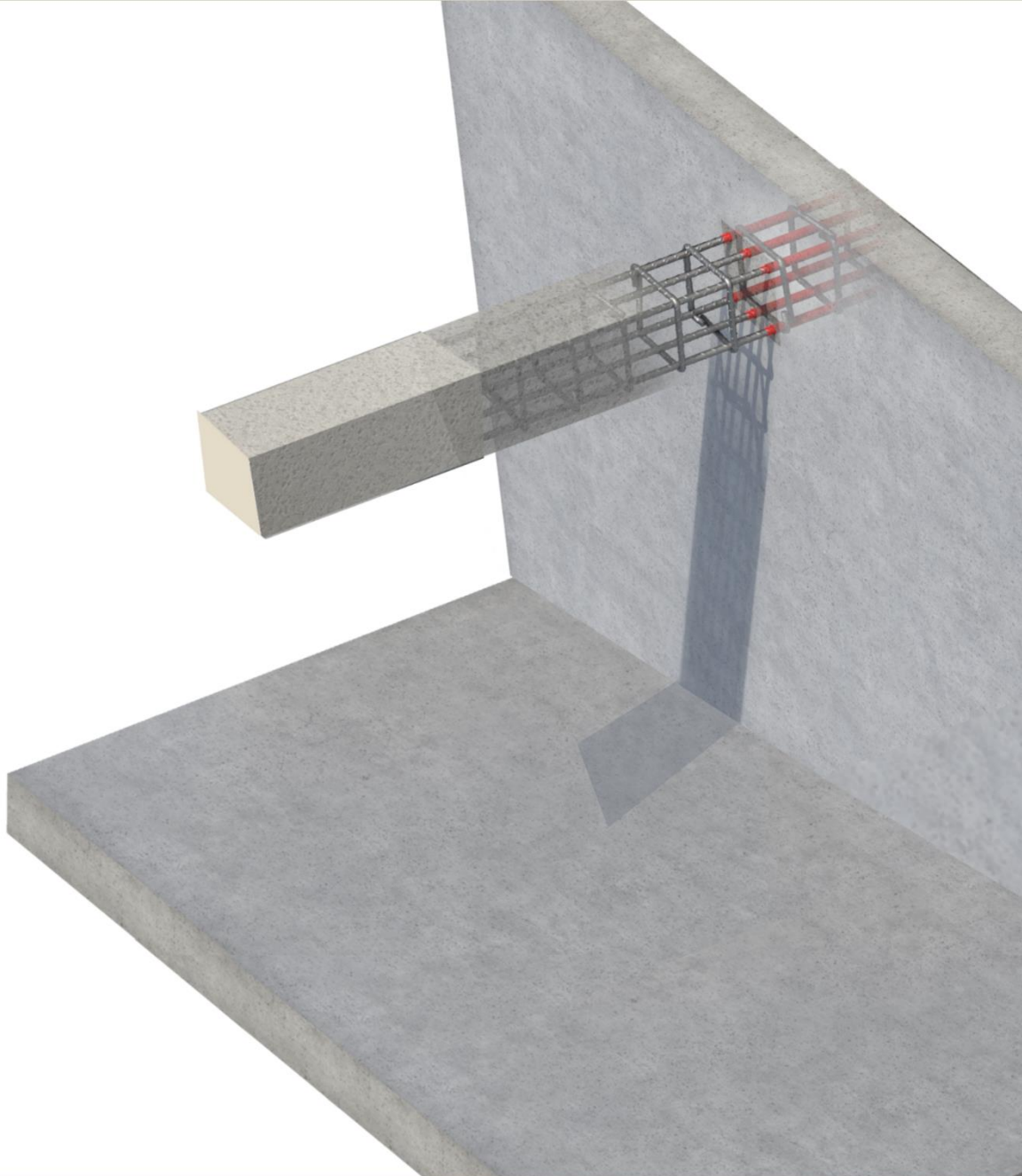
KATEGORIE: ÜBERGREIFUNGSSTOSS

Anwendung: Plattenverlängerung

KATEGORIE: ÜBERGREIFUNGSSTOSS

Anwendung: Wandverlängerung



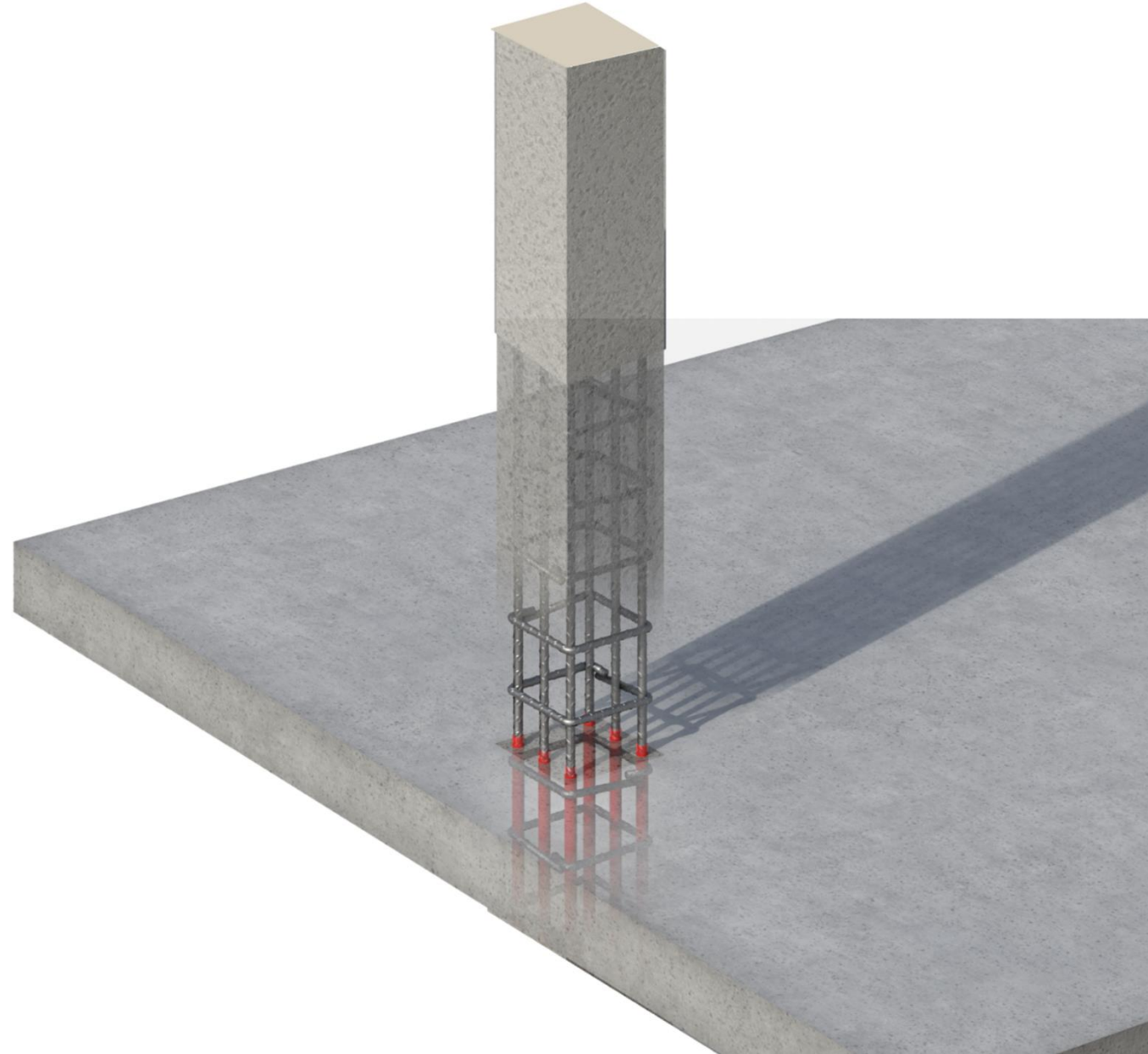


KATEGORIE: ENDVERANKERUNG

Anwendung: Balken an Wand

KATEGORIE: ENDVERANKERUNG

Anwendung: Stütze an Platte



AGENDA

Einleitung typische Anwendungen für nachträgliche Bewehrungsanschlüsse

einbetonierte vs. nachtrgl. installierte Bewehrung vs. Dübeltheorie

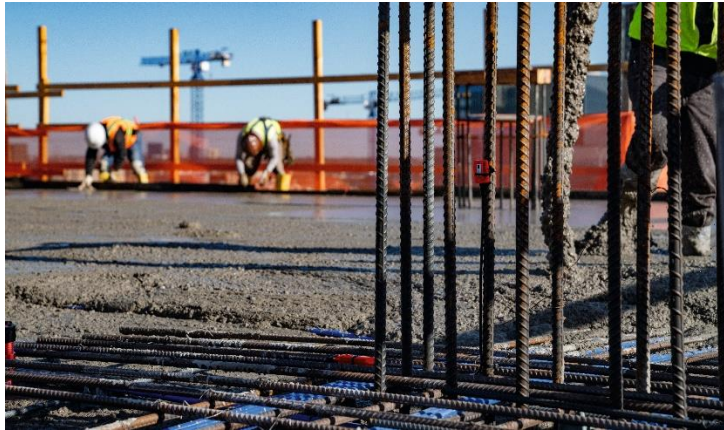
Was ist bei der Ausführung von nachtrgl. Bewehrungsanschlüssen zu beachten

Die unterschiedlichen Bemessungsmethoden für Bewehrungsanschlüsse

Ansätze der Querkraftnachweise über die raue Fuge

Beispiel Berechnung in Bemessungssoftware

BEFESTIGUNGEN VON BETON AUF BETON BZW. STAHL AUF BETON



EINBETONIERTER BEWEHRUNG



NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



NACHTRGL. INSTALL.
DÜBEL/VERBINDER



“

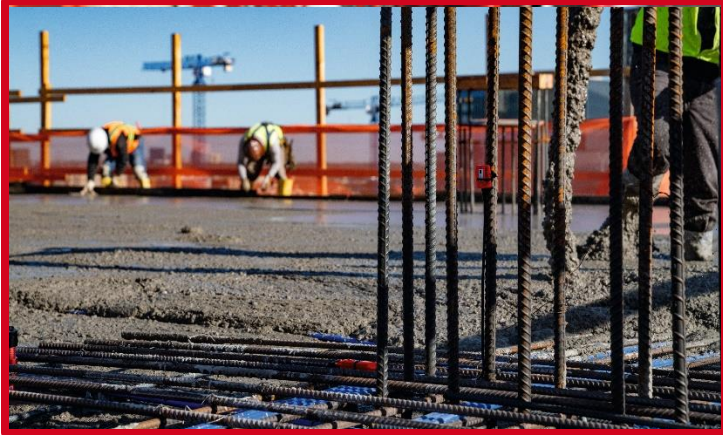
Sind nachträglich installierte Bewehrungsanschlüsse nach EN 1992-1-1 wie einbetonierte Bewehrungsstäbe hinsichtlich Bemessung und konstruktiver Durchbildung auszuführen?

Ich kann doch meine „vorgefertigten“ Excel Tabellen“ verwenden, oder nicht?

Kann ich die Verbundfestigkeiten von einbetonierten Stäben nach EN 1992-1-1 auf der sicheren Seite ansetzen?

”

UNTERSCHIED ZW. EINBETONIERTER UND NACHTRGL. INSTALLIERTER BEWEHRUNG....



EINBETONIERTE
BEWEHRUNG



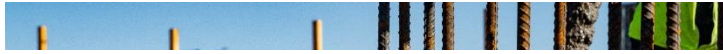
NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



NACHTRGL. INSTALL.
DÜBEL/VERBINDER



WAS MACHT EINEN NACHTRÄGLICH INSTALLIERTEN BEWEHRUNGSANSCHLUSS AUS ...?



EINBETONIERTER BEWEHRUNG



NACHTRÄGL. INSTALL.
BEWEHRUNG

- **WANN und WARUM:** Nachträglich installierte Bewehrungsstäbe werden typischerweise verwendet, um Betonteile zu verbinden, die zu **unterschiedlichen** Zeiten betoniert wurden, um den **Baustellenablauf mit herausstehender Bewehrung nicht zu stören**, oder wenn **Bewehrungsstäbe vergessen oder beschädigt** worden sind.
- **DIE BEMESSUNGSANSÄTZE:**
 - Die Verankerungstiefe des Bewehrungsstabs wird so berechnet, dass die erforderliche Stahlspannung σ_d gemäß den Bestimmungen von **EC2, Teil 1 oder EOTATR 069** im vorhandenen Bauteil verankert wird.
 - Um ein duktiler Verhalten eines Anschlusses zu gewährleisten, wird eine Bemessung auf dem Niveau der **Streckgrenze der Bewehrungsstäbe, f_{yd}** , empfohlen.
 - In der Regel wird die Querkraft, die an der Schnittstelle zwischen Bestands- und Neubeton wirkt, nicht durch die **nachträglich installierte Bewehrung aufgenommen, sondern durch die aufgeraute Fuge in das Bestandsbauteil übertragen**

.... UND WAS UNTERSCHIEDET NUN EINBETONIERTE UND NACHTRL. INSTALLIERTE BEWEHRUNGSANSCHLÜSSE?



EINBETONIERTE BEWEHRUNG



NACHTRL. INSTALL. BEWEHRUNG



- **DIE QUALIFIZIERUNG:** Die EAD 330087 ermöglicht die Beurteilung und Bemessung von nachträglich installierten Bewehrungsstäben als Übergreifungsstöße und Verankerungen gem. EN 1992-1-1.

WAS WIRD DENN SO ALLES GEPRÜFT BEI EINER QUALIFIZIERUNG – EAD 330087



Bestandteil der EAD zur Qualifizierung nachtrgl. eingebauter Bewehrung

Verbundwiderstand

Der Widerstand gegen Herausziehen muss gleich oder größer sein als bei einem eingegossenen Bewehrungsstab (z. B. ≥ 10 MPa bei C20/25).

Widerstand Spalten

Keine Prüfung/Bewertung erforderlich. Verlassen sich auf die Ergebnisse von Forschungsarbeiten (Spieth, 2002).

Robustheit

Bewertung gegenüber Umwelteinflüssen, z. B. Lochreinigung, Frost-Tauwechsel, hohe Temperaturen, alkalische/saure Umgebung, Korrosionsschutz des Bewehrungsstabs und gerissener Beton.

Einwirkungen und Lasten

Dauerbelastung, seismische Belastung, Feuer

Montage

Überprüfung des Systems einschließlich der Injektionswerkzeuge für den Einbau bei maximaler Verankerungslänge bei minimaler und maximaler Temperatur.

HILTI alles zum nachträglichen bewehrungsanschluss

Table A.4 Bond strength of cast-in rebar

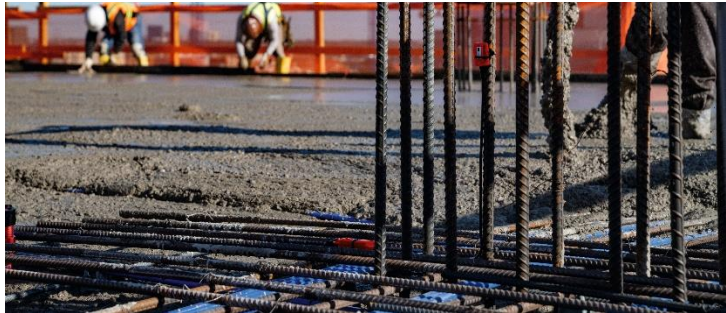
Concrete strength class	Bond strength $f_{b,req}$ [N/mm ²]	Design value of the ultimate bond stress according to EN 1992-1-1 ¹⁾ f_{bd} [N/mm ²]
C12/15	7,1	1,8
C16/20	8,6	2,0
C20/25	10,0	2,3
C25/30	11,6	2,7
C30/37	13,1	3,0
C35/45	14,5	3,4
C40/50	15,9	3,7
C45/55	17,2	4,0
C50/60	18,4	4,3

[Source: EOTA EAD 330087]

.... UND WAS UNTERSCHIEDET NUN EINBETONIERTE UND NACHTRL. INSTALLIERTE BEWEHRUNGSANSCHLÜSSE?



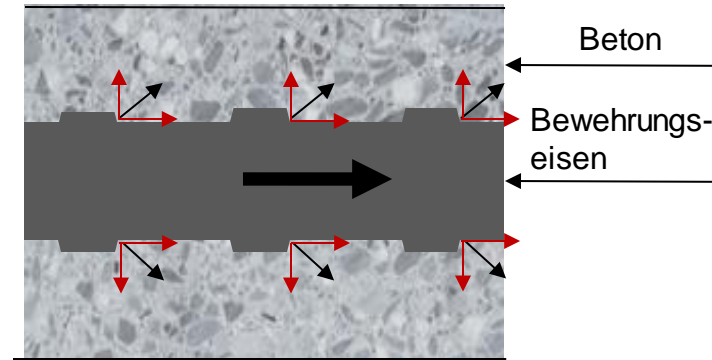
EINBETONIERTE BEWEHRUNG



NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG

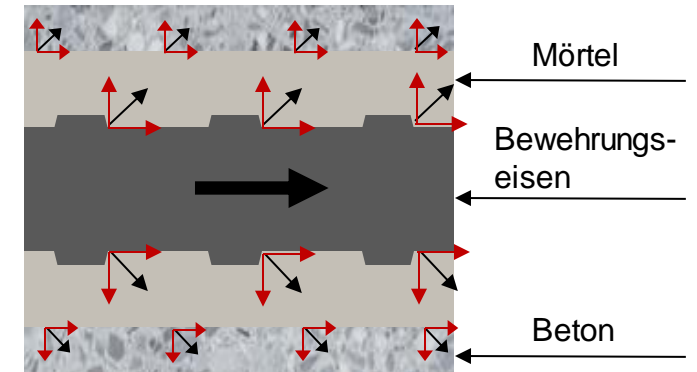


DIE LASTÜBERTRAGUNG:



- Die Lastübertragung erfolgt über die mechan. Verzahnung durch die Rippen.
- Die "mechanische Verzahnung" führt zu Druckstreben, die in Zugspannungen senkrecht zur Belastungsrichtung resultieren.

- An der Grenzfläche zwischen Mörtel und Beton wird die Last durch Adhäsion und Mikroverriegelung aufgrund der Rauheit der Bohrlochoberfläche übertragen.



.... UND WAS UNTERSCHIEDET NUN EINBETONIERTE UND NACHTRL. INSTALLIERTE BEWEHRUNGSANSCHLÜSSE?



EINBETONIERTE BEWEHRUNG



NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG



DIE VERBUNDFESTIGKEIT:

Verbund- bedingung	Betonfestigkeitsklasse C										
	12/15	16/20	20/25	25/30	30/37	35/45	40/50	45/55	50/60	55/67	≥60/ 75
Einbetoniert (EN 1992-1-1) f_{bd} =	1,65	2,0	2,32	2,69	3,04	3,37	3,68	3,99	4,28	4,43	4,57
Produkt C, eingemörtelt $f_{bd,PIR}$ =	gut		-	-	1,65	2,0	2,3	2,3	2,69	3,04	3,99

- $1,65 \text{ N/mm}^2 \leq f_{bd,PIR} \leq f_{bd,EN1992-1-1}$
- $1,65 \text{ N/mm}^2$ ist für alle Betonfestigkeitsklassen zulässig
- Ist die Verbundfestigkeit $f_{bd,PIR}$ geringer als der maximal zulässige Wert $f_{bd,EN1992-1-1}$, dann erfolgt eine Abminderung über den Faktor k_b
- Grundsätzlich kann die Verbundfestigkeit der Injektionssysteme der jeweiligen ETA, und die für einbetonierte Bewehrungsseisen der DIN EN 1992-1 entnommen werden.

einbetoniert

$$f_{bd,EC2} = 2.25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd}$$



nachtrgl. installiert

Die f_{bd} -Werte sind in der produktspezifischen Bewehrungs-ETA angegeben.

.... UND WAS UNTERSCHIEDET NUN EINBETONIERTE UND NACHTRL. INSTALLIERTE BEWEHRUNGSANSCHLÜSSE?



EINBETONIERTE BEWEHRUNG



NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG



DIE VERANKERUNGSLÄNGE:

- Eine Abminderung der Verbundfestigkeit wirkt sich ebenfalls auf den Grundwert der Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ aus

Produkt Kategorie	$\varnothing; C; f_{yd}$	Bemessungswert der Verbundspannung f_{bd}	Grundwert der Verankerungslänge $l_{b,rqd}^{1)}$
Einbetoniert		3,04 N/mm ²	572mm
Produkt A		3,04 N/mm ²	572mm
Produkt B	16mm; C30/37; 435 N/mm ²	2,7 N/mm ²	644mm
Produkt C		2,3 N/mm ²	756mm
Produkt Theoretisch		.I.	Nicht zulässig

einbetoniert

$$l_{b,rqd} = \varnothing / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd}$$

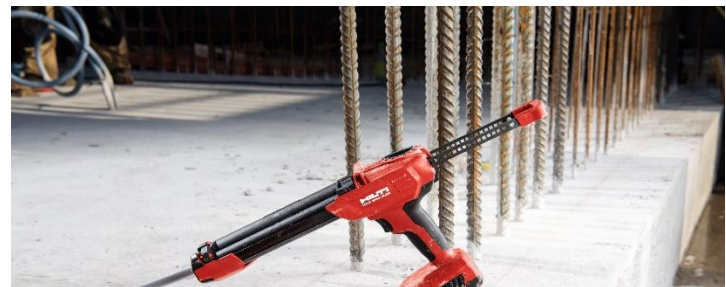
nachtrgl. installiert

$$l_{b,rqd} = \varnothing / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd,PIR}$$

.... UND WAS UNTERSCHIEDET NUN EINBETONIERTE UND NACHTRL. INSTALLIERTE BEWEHRUNGSANSCHLÜSSE?



EINBETONIERTER BEWEHRUNG



NACHTRL. INSTALL. BEWEHRUNG

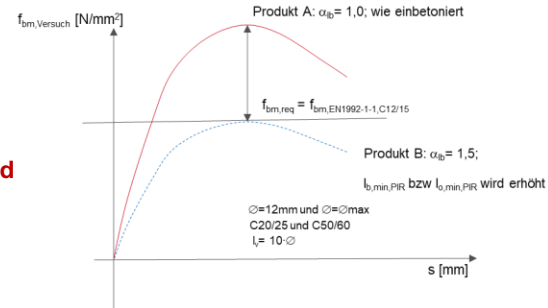


DIE MIN. VERANKERUNGSLÄNGE:

Ist die getestete Verbundfestigkeit des Mörtelsystems im gerissenen Beton geringer als das 1,5-fache der geforderten Verbundfestigkeit des Eurocodes muss $l_{b,min,PIR}$ bzw. $l_{0,min,PIR}$ erhöht werden

einbetoniert

$$l_{b,min} = \max \begin{cases} 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot l_{b,rqd} \\ 10 \cdot \varnothing \end{cases}$$



nachtrl. installiert

$$l_{b,min,PIR} = \alpha_{ib} \cdot l_{b,min} \quad (1,0 \leq \alpha_{ib} \leq 1,5)$$

Produkt Kategorie	$\varnothing; C; f_{yd}$	Bemessungswert der Verbundspannung f_{bd}	Grundwert der Verankerungslänge $l_{b,rqd}^1)$	Minimale Verankerungslänge ²⁾
Einbetoniert		3,04 N/mm ²	572mm	158mm; 160mm
Produkt A		3,04 N/mm ²	572mm	158mm; 160mm
Produkt B	16mm; C30/37; 435 N/mm ²	2,7 N/mm ²	644mm	290mm; 240mm ($\alpha_{ib} = 1,5$)
Produkt C		2,3 N/mm ²	756mm	340mm; 240mm ($\alpha_{ib} = 1,5$)
Produkt Theoretisch		./.	Nicht zulässig	Nicht zulässig

.... UND WAS UNTERSCHIEDET NUN EINBETONIERTE UND NACHTRL. INSTALLIERTE BEWEHRUNGSANSCHLÜSSE?



EINBETONIERTE BEWEHRUNG

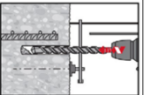


NACHTRGL. BEWEHRUNG

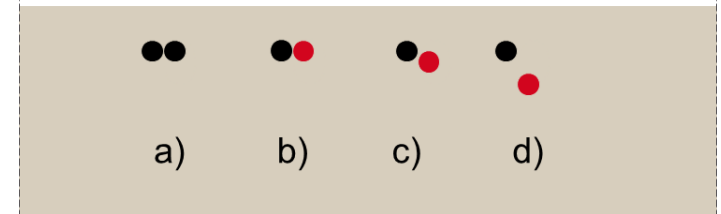
DER EINFLUSS DES BOHRVERFAHRENS

- Anforderung an die Mindestbetondeckung $c_{min,PIR}$ in Abhängigkeit des Bohrverfahrens (Beispiel $l_v = 255\text{mm}$, $\phi = 12\text{mm}$)
 - $c_{min,Diamant,PIR} = 35\text{mm}$ (mit Bohrhilfe)
 - $c_{min,Hammer,PIR} = 45\text{mm}$ (ohne Bohrhilfe)
 - $c_{min,Pressluft,PIR} = 75\text{mm}$ (ohne Bohrhilfe)

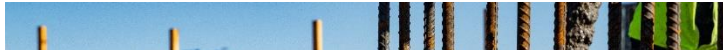
Bohrverfahren	Stabdurchmesser [mm]	Mindestbetondeckung $c_{min}^{(1)}$ [mm]	
		Ohne Bohrhilfe ²⁾	Mit Bohrhilfe ³⁾
Hammerbohren (HD), Hammerbohren mit Hilti Hohlbohrer (HDB) ²⁾	$\phi < 25$	$30 + 0,06 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$	$30 + 0,02 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$
	$\phi \geq 25$	$40 + 0,06 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$	$40 + 0,02 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$
Pressluftbohren (CA)	$\phi < 25$	$50 + 0,08 \cdot l_v$	$50 + 0,02 \cdot l_v$
	$\phi \geq 25$	$60 + 0,08 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$	$60 + 0,02 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$
Diamantbohren mit nachfolgendem Aufrauen mit Hilti Aufrauwerkzeug TE-YRT (RT)	$\phi < 25$	$30 + 0,06 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$	$30 + 0,02 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$
	$\phi \geq 25$	$40 + 0,06 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$	$40 + 0,02 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$



- Beispiel: Nachträglicher Übergreifungsstoß, Position Bewehrungsessen
 - a) Einbetoniert,
 - b) Diamantbohren,
 - c) Hammerbohren und
 - d) Pressluftbohren,



.... UND WAS UNTERSCHIEDET NUN EINBETONIERTE UND NACHTRL. INSTALLIERTE BEWEHRUNGSANSCHLÜSSE?



EINBETONIERTE BEWEHRUNG



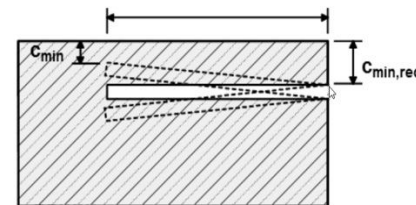
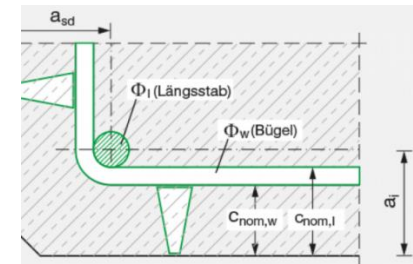
NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



MINDESTBETONDECKUNG:

Einbetoniert - Mindestbetondeckung c_{min}

- Schutz der Bewehrung vor Korrosion
- Übertragung der Verbundkräfte
- Ausreichender Feuerwiderstand



Eingemörtelt - Mindestbetondeckung $c_{min,PIR}$

- Schutz der Bewehrung von Korrosion
- Übertragung der Verbundkräfte
- Ausreichender Feuerwiderstand
- „ $c_{min,PIR}$ “ zur Sicherstellung von c_{min} nach EN 1992-1-1 in Abhängigkeit des Bohrverfahrens

.... UND WAS UNTERSCHIEDET NUN EINBETONIERTE UND NACHTRL. INSTALLIERTE BEWEHRUNGSANSCHLÜSSE?



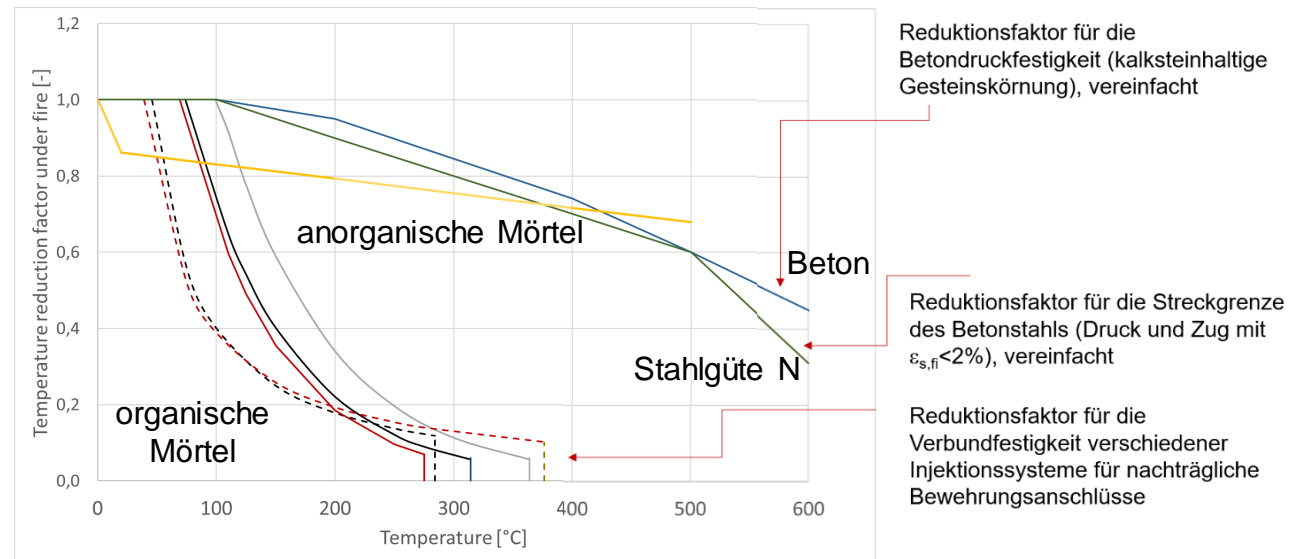
EINBETONIERTE BEWEHRUNG



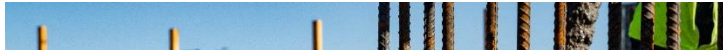
NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG

DER EINFLUSS VON TEMPERATUR:

- **Einbetoniert:** Tabellarische Daten nach EC-2-1-2 für den baulichen Brandschutz gelten für die dort angegebenen Querschnittsabmessungen und Achsabstände und gewährleisten eine kritische Temperatur im Betonstahl von $\Theta_{cr} = 500^\circ\text{C}$
- **nachtrgl. installiert:** Reduktionsfaktoren von Injektionssystemen gegenüber Beton und Stahl unterscheiden sich bisher erheblich. Bei einer kritischen Temperatur vom Betonstahl $\Theta_{cr} = 500^\circ\text{C}$ entspricht der Mörteltemperatur, ist die Verbundfestigkeit $f_{bd,PIR} = 0$



.... UND WAS UNTERSCHIEDET NUN EINBETONIERTE UND NACHTRL. INSTALLIERTE BEWEHRUNGSANSCHLÜSSE?



EINBETONIERTE BEWEHRUNG

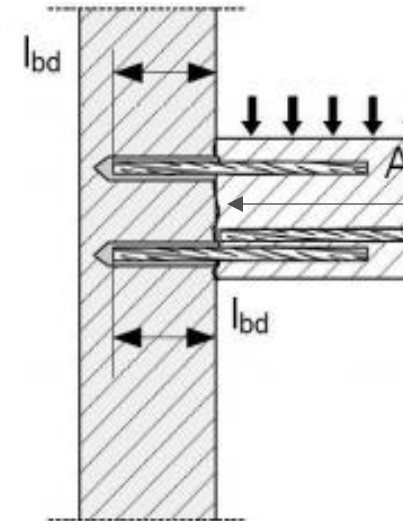


NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



DIE ÜBERTRAGUNG DER QUERKRAFT

- Zur Übertragung der Querkräfte ist es notwendig die Fuge zwischen Alt- und Neubeton aufzurauen



Aufgeraute Fuge

NACHTRGL. INSTALL. IST UNTER BEST. RANDBED. VERGLEICHBAR ABER NICHT IDENTISCH MIT EINBETON. BEWEHRUNGEN

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

Grundwert der Verankerungslänge:

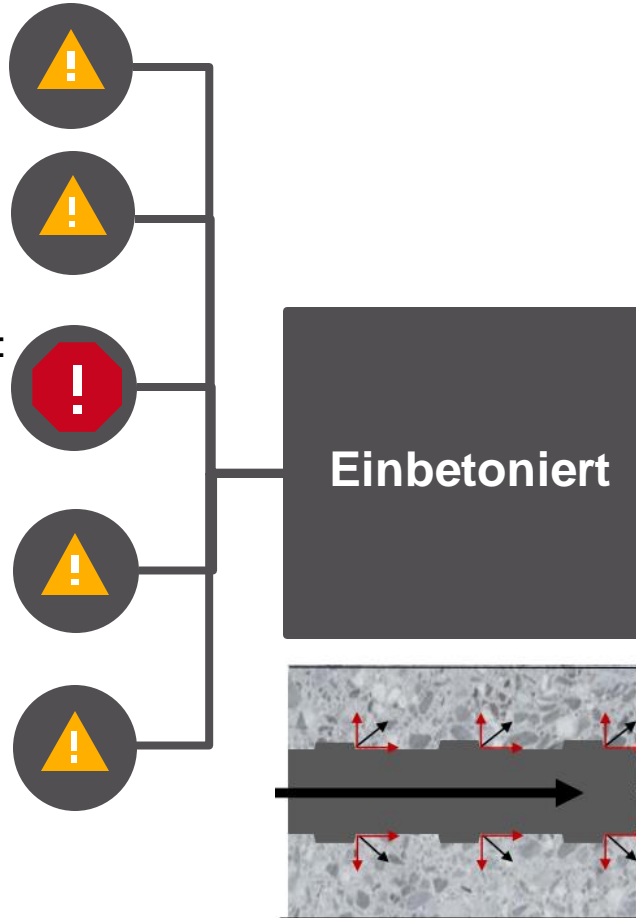
$$l_{b,rqd} = \varnothing / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd}$$

Minimale Verankerungslänge:

$$l_{b,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot l_{b,rqd} \\ 10 \cdot \varnothing \end{array} \right.$$

Tabellarische Daten für den Brandschutznachweis beruhen auf dem Materialverhalten von Beton und Betonstahl

C_{min}



$$1,65 \text{ N/mm}^2 \leq f_{bd,PIR} \leq f_{bd}$$

Grundwert der Verankerungslänge

$$l_{b,rqd,PIR} = \varnothing / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd,PIR}$$

Minimale Verankerungslänge bzw. Übergreifungslänge:

$$l_{b,min,PIR} = \alpha_{lb} \cdot l_{b,min} \text{ bzw. } l_{0,min,PIR} = \alpha_{lb} \cdot l_{0,min} \text{ mit } 1,0 \leq \alpha_{lb} \leq 1,5$$

Materialverhalten von Injektionsmörtel unter Temperatureinfluss weicht erheblich von Beton und Betonstahl ab

$C_{min,PIR}$; C_{min}

Querkraftübertragung mittels aufgerauter Fuge

“

Nachträglich installierte Bewehrung und nachträglich installierte Dübel sind im Grunde doch das Gleiche!?

Doch wie genau kann ich Sie eigentlich unterscheiden und wann kann und darf ich was ansetzen?

”

UNTERSCHIED ZWISCHEN NACHTRGL. INSTALL. DÜBELN UND NACHTRGL. INSTALLIERTEN BEWEHRUNGSSTÄBEN



EINBETONIERTER BEWEHRUNG



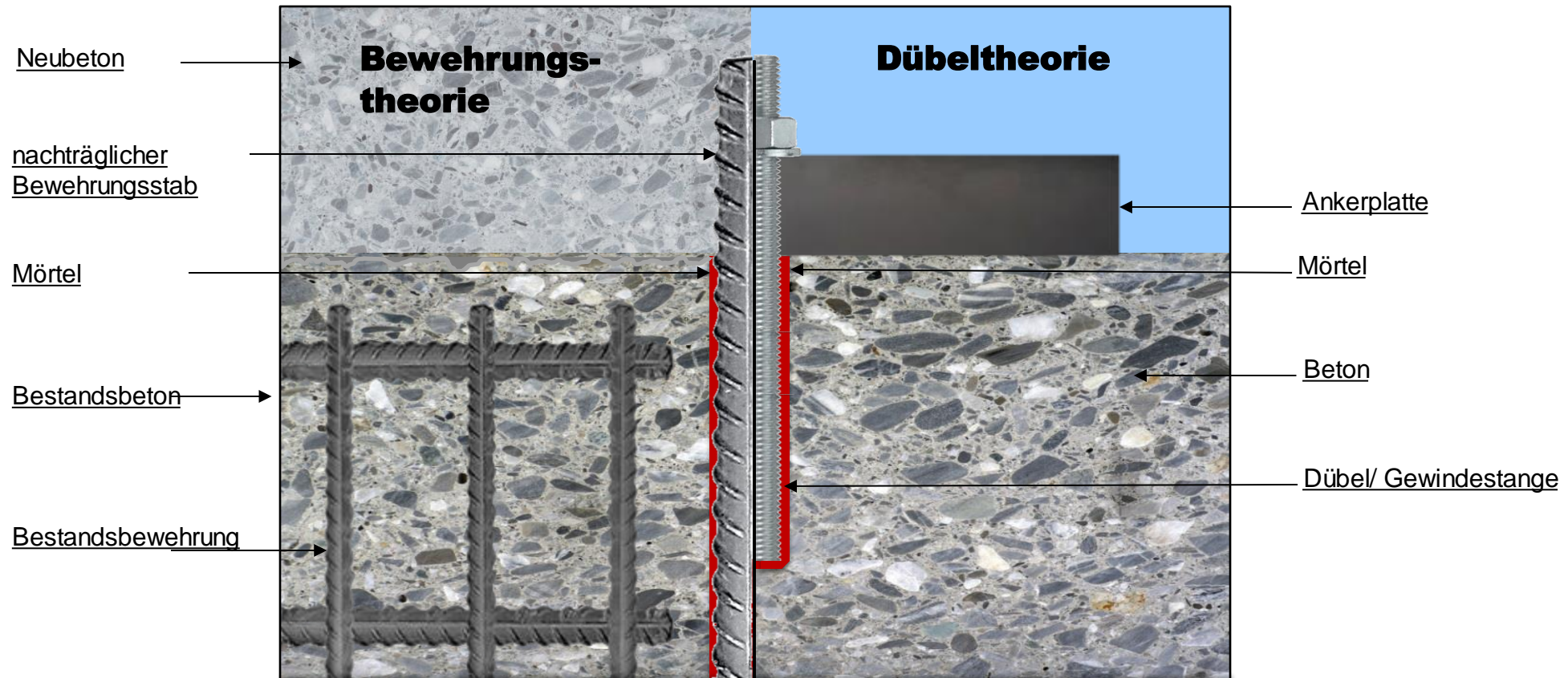
NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG



NACHTRGL. INSTALL. DÜBEL/VERBINDER



UNTERSCHIED ZWISCHEN NACHTRGL. INSTALL. DÜBELN UND NACHTRGL. INSTALLIERTEN BEWEHRUNGSSTÄBEN



.... DOCH WAS UNTERSCHIEDET DÜBEL UND NACHTRÄGLICH INSTALLIERTE BEWEHRUNG



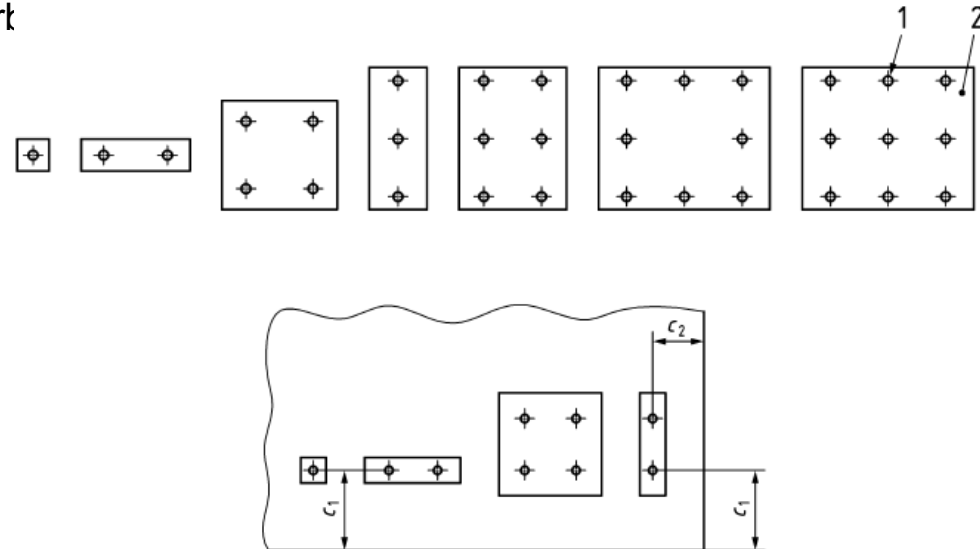
NACHTRGL. INSTALL.
DÜBEL/VERBINDER



NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG

DAS EINSATZGEBIET:

- Definitionsgemäß umfasst die Dübeltheorie sowohl Einzelbefestigungen als auch Dübelgruppen in Ankerplatten aus Stahl (sowohl mit mechanischen als auch mit chemischen Dübeln),
- während die Stahlbetonbautheorie für die Verbindungen von Betonbauteilen durch nachträglich installierte Bewehrungsstäbe und Vert



.... DOCH WAS UNTERSCHIEDET DÜBEL UND NACHTRÄGLICH INSTALLIERTE BEWEHRUNG

NACHTRGL. INSTALL.
DÜBEL/VERBINDER



NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



DIE QUALIFIZIERUNG:

- Stahl-Beton-Verbindung und Beton-Beton-Verbindung werden durch unterschiedliche Qualifizierungsverfahren bewertet, die sich nach den in der Bewertung abgedeckten Anwendungsbedingungen richten (z. B. statisch, seismisch).

EAD Number	EAD Title
330087-00-0601	Systems for post-installed rebar connections with mortar Download
330087-01-0601 Previously referred as ▪ 331522-00-0601 ▪ 330087-00-0601-v01	Systems for post-installed rebar connections with mortar Download

EAD Number	EAD Title
330232-00-0601	Mechanical fasteners for use in concrete Download
330232-01-0601	Mechanical fasteners for use in concrete Download
330232-01-0601-v01 Previously referred as ▪ 331612-00-0601	Torque-controlled expansion fasteners for use in concrete with variable working life up to 50 years Download

.... DOCH WAS UNTERSCHIEDET DÜBEL UND NACHTRÄGLICH INSTALLIERTE BEWEHRUNG

NACHTRGL. INSTALL.
DÜBEL/VERBINDER



NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



DIE EINWIRKUNGEN:

- Gemäß der „**Rebartheorie**“ dürfen nachträglich installierte Bewehrungsstäbe nur für die Übertragung von **Längskräften in Richtung der Stabachse** verwendet werden.
- Bei der Dübeltheorie können sowohl **Zug- als auch Querkräfte** vom Dübel in den Betonuntergrund weitergeleitet werden.
- Für die **Bemessung von Endverankerungen vereinigt die EOTATR 069** (Bemessungsverfahren für die Verankerung von nachträglich eingebauten Bewehrungsstäben mit verbessertem Verbundspaltverhalten gegenüber EN 1992-1-1) die Normen und Regelwerke der Dübeltechnik (DIN EN 1992-4) und der Bemessung von Stahlbetonbauwerken (DIN EN 1992-1-1)

.... DOCH WAS UNTERSCHIEDET DÜBEL UND NACHTRÄGLICH INSTALLIERTE BEWEHRUNG

NACHTRGL. INSTALL.
DÜBEL/VERBINDER

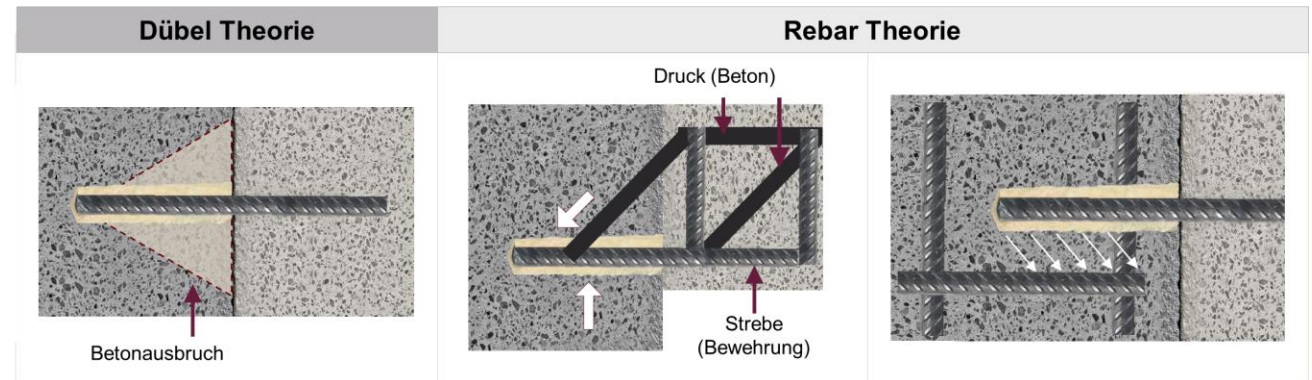


NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



AUSNUTZUNG DER BETONZUGTRAGFÄHIGKEIT:

- Die “**Rebar Theorie**“ geht davon aus, dass sich der nachträglich installierte Bewehrungsanschluss wie ein **Fachwerk** verhält, wobei die **Spannungsverteilung mit Betondruckelementen (Streben) und Zugelementen modelliert wird**. Dies impliziert, dass die Zugwirkung von Beton vernachlässigt wird und dass eingespannter Beton einen **Betonausbruch verhindert**.
- Die **Dübeltheorie** nutzt die Zugtragfähigkeit des Betons explizit aus.



.... DOCH WAS UNTERSCHIEDET DÜBEL UND NACHTRÄGLICH INSTALLIERTE BEWEHRUNG

NACHTRGL. INSTALL.
DÜBEL/VERBINDER



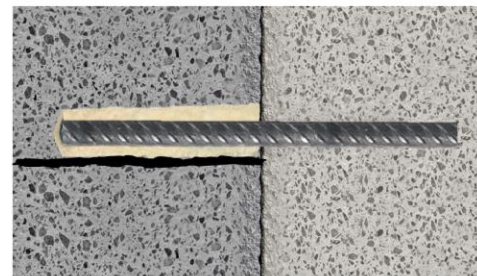
NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



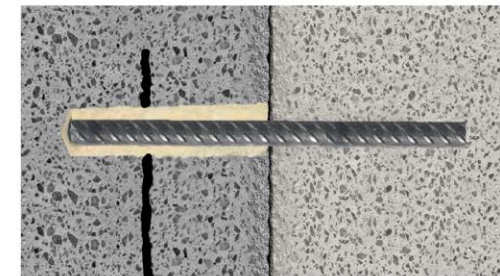
RISSBILDUNG IM BETON:

- **Rebartheorie:** Risse verlaufen im Allgemeinen senkrecht zur Bewehrung. Diese Rissbildung wird in der Bemessung nur indirekt berücksichtigt.
- **Dübeltheorie:** Nach der Dübeltheorie können sich im umgebenden Beton parallel zum Dübel Risse bilden, die sich **erheblich auf die Tragfähigkeit auswirken und daher bei der Bemessung direkt berücksichtigt** werden.

Dübel Theorie



Rebar Theorie



.... DOCH WAS UNTERSCHIEDET DÜBEL UND NACHTRÄGLICH INSTALLIERTE BEWEHRUNG

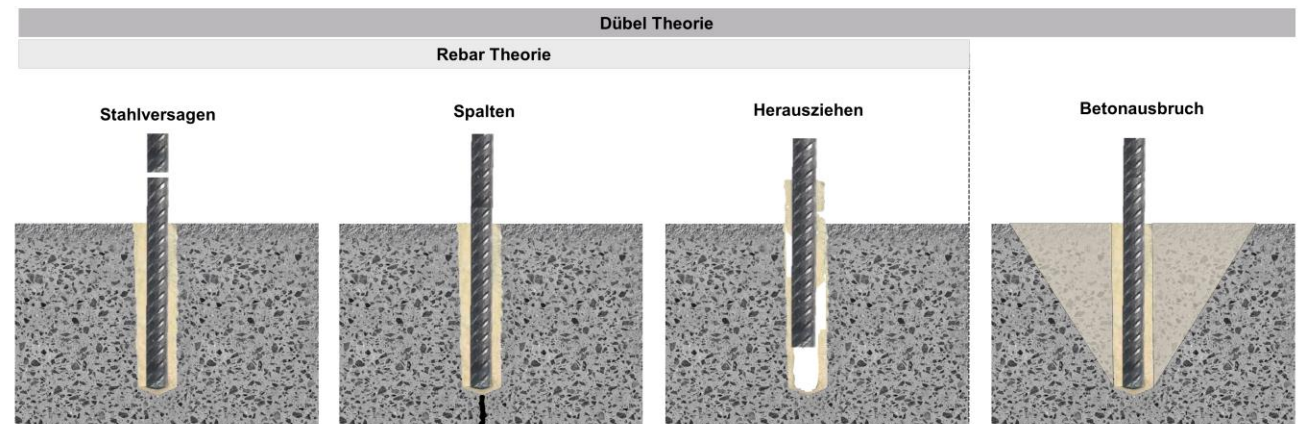
NACHTRGL. INSTALL.
DÜBEL/VERBINDER



NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



VERSAGENSARTEN UNTER ZUGBELASTUNG:



.... DOCH WAS UNTERSCHIEDET DÜBEL UND NACHTRÄGLICH INSTALLIERTE BEWEHRUNG

NACHTRGL. INSTALL.
DÜBEL/VERBINDER



NACHTRGL. INSTALL.
BEWEHRUNG



BEMESSUNGSNACHWEISE:

- **Rebartheorie**
Bei nachträglich installierten Bewehrungsanschlüssen ist das Ergebnis der Berechnung die **Verankerungslänge** bzw. die **Übergreifungslänge**
- **Dübeltheorie**
Nachweis der **Versagensarten**.

Dübel

DÜBELAUSNUTZUNG ^

Zug

	Stahl	7%
	Betonausbruch	37%
	Herausziehen	43%
	Spalten	0%

Rebar

OBEN - LAGE 1 ^

Stahl

	0%
Bohrlänge, l_v	121,1 mm
Verankerungslänge, l_{bd}	121,1 mm

UNTEN - LAGE 1 ^

Stahl

	78%
Bohrlänge, l_v	335,9 mm
Übergreifungslänge, l_0	310,9 mm

.... DOCH WAS UNTERSCHIEDET DÜBEL UND NACHTRÄGLICH INSTALLIERTE BEWEHRUNG



Hauptunterschiede	Dübel Theorie	Rebar Theorie
Bemessungsstandard	EN1992-4	EN1992-1
Lastrichtung	Zugkraft, Querkräfte, Kombination von beidem	Zugkräfte
Mechanismus zur Lastübertragung	Ausnutzung der Betonzugfestigkeit	Gleichgewicht mit lokalen oder globalen Betonstreben
Versagensmechanismen	Stahlversagen, Herausziehen, Spalten, Betonkegelausbruch	Stahlversagen, Herausziehen, Spalten
Bemessungsergebnisse	Ausnutzung	Verankerungslänge
Mindest Betondeckung	Gem. ETA	Gem. Eurocode 2
Zulässige Verankerungslänge	$20\phi \geq l_b \geq 4\phi$	$60\phi \geq l_b \geq \max(0.3l_{brqd}; 10\phi; 100\text{mm})$

LIVE - BEMESSUNGSBEISPIEL



AGENDA

Einleitung typische Anwendungen für nachträgliche Bewehrungsanschlüsse

einbetonierte vs. nachtrgl. installierte Bewehrung vs. Dübeltheorie

Was ist bei der Ausführung von nachtrgl. Bewehrungsanschlüssen zu beachten

Die unterschiedlichen Bemessungsmethoden für Bewehrungsanschlüsse

Ansätze der Querkraftnachweise über die raue Fuge

Beispiel Berechnung in Bemessungssoftware

WAS IST BEI DER AUSFÜHRUNG ZU BEACHTEN & WELCHE FEHLER KÖNNEN DURCH EINE UMFASS. AUSSCHREIBUNG MINIMIERT WERDEN



geschultes Personal

- Eine richtige, eindeutige und klare Spezifikation/ Ausschreibung ist notwendig um Fehlinstallation sowie Zeitverzögerungen zu vermeiden.
- Die Ausschreibung umfasst auch die Montageparameter



eindeutige Ausschreibung



Bohrlocherstellung und Reinigung

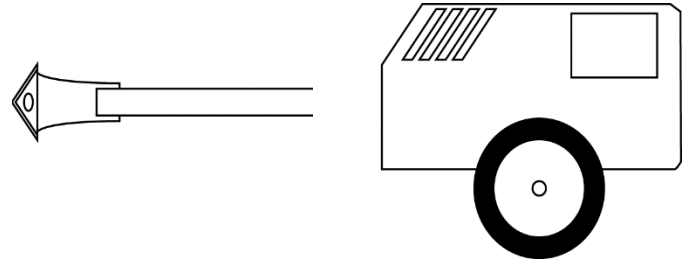
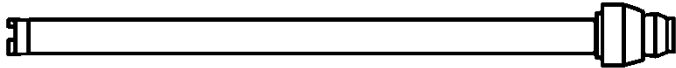
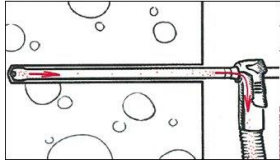
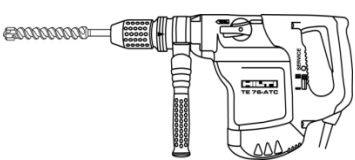


Injektion des chemischen Mörtels



Installation des nachtrgl. Bewehrungsstabes

BOHRLOCHERSTELLUNG



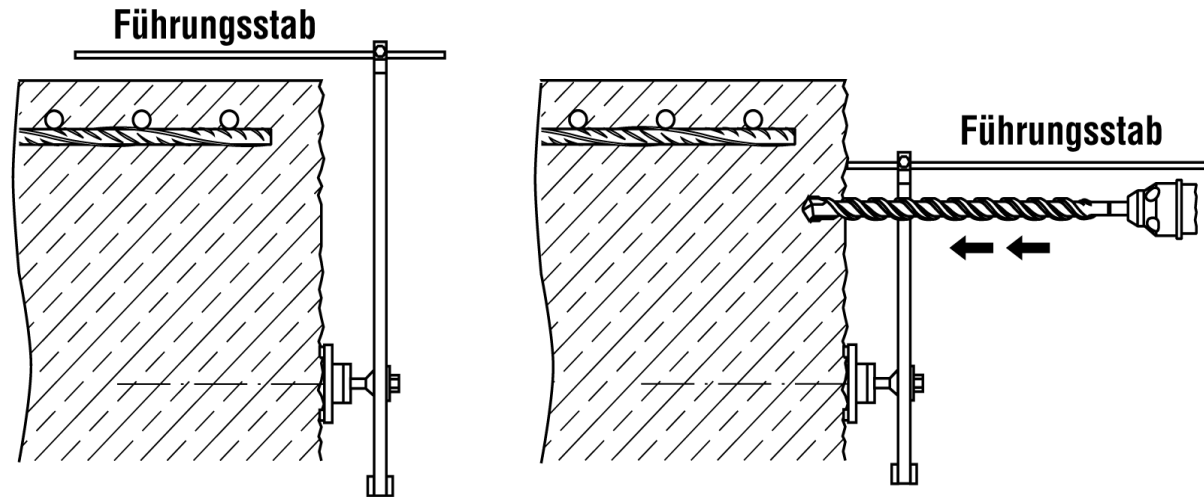
Hammerbohren
Standardbohrer und Hohlbohrer

Diamantbohren

Pressluftbohren

BOHRHILFEN UND BOHRSTÄNDER REDUZIEREN DAS RISIKO EINER UNTERSCHREITUNG DER BETONDECKUNG

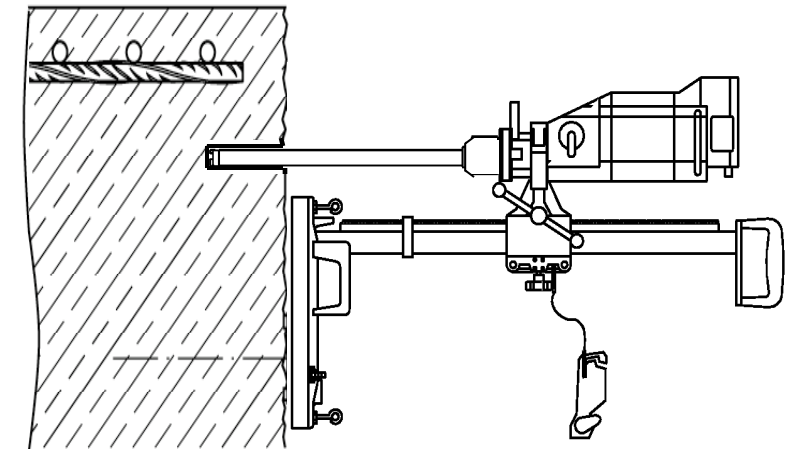
Bohrhilfe für Hammerbohren/ Pressluftbohren



Bohrhilfe

- Führungsstab in Bohrrichtung ausrichten
- parallel zum Führungsstab bohren

Bohrstände für Diamantbohren

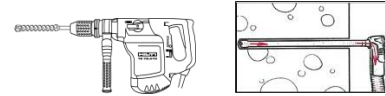
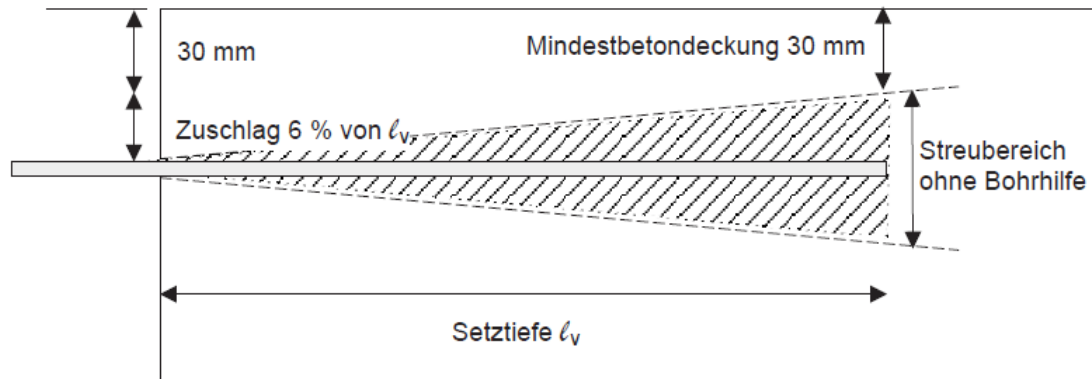


Bohrständer

- Der Bohrständer wirkt beim Diamantbohren (nass/ trocken) wie die Bohrhilfe beim Hammerbohren
- Bohrständer bei Bedarf so ausrichten, dass auch parallel zum Bauteilrand gebohrt wird

DAS BOHRVERFAHREN MUSS BEI DER BEMESSUNG UND DEM ANSATZ DER MINDESBETONDECKUNG BERÜCKSICHTIGT WERDEN

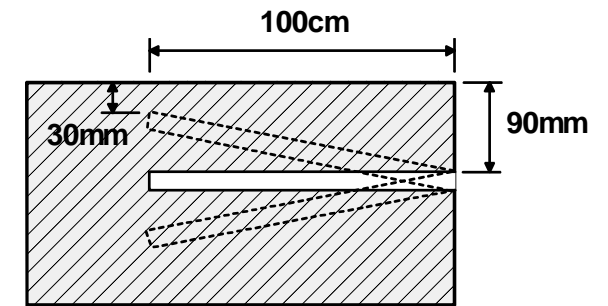
Hammerbohren ohne Bohrhilfe



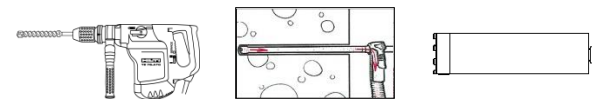
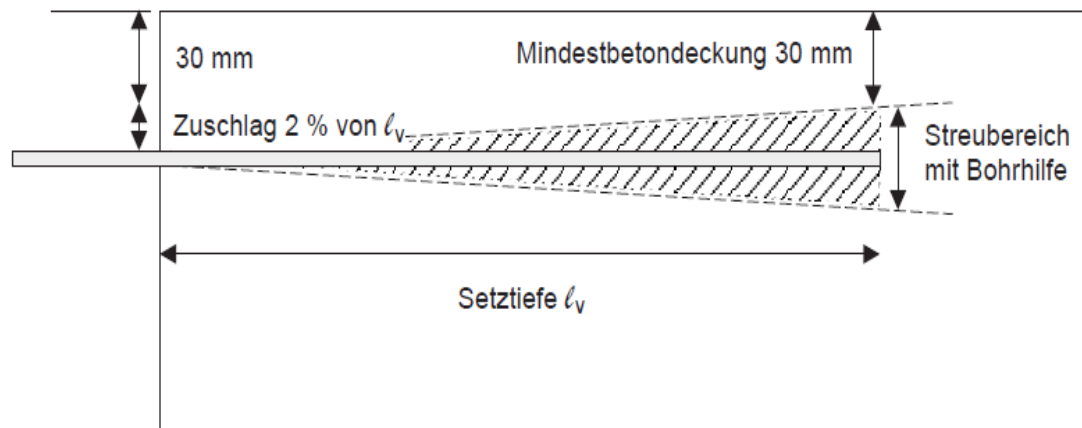
$$c_{\min} = 3 \text{ cm} + 0,06 \cdot l_v \geq 2 \cdot d_s$$

$$c_{\min} = 3 \text{ cm} + 0,06 \cdot 100 \text{ cm} \geq 2 \cdot d_s$$

$$c_{\min} = 9 \text{ cm} \geq 2 \cdot d_s$$



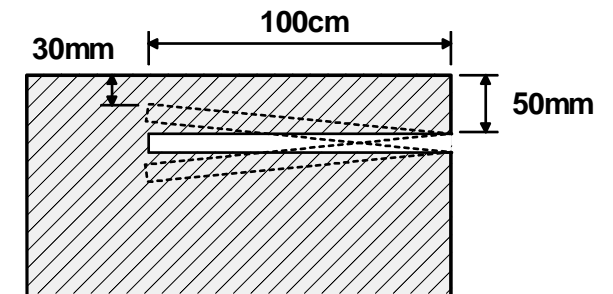
Hammerbohren mit Bohrhilfe/ **Diamantbohren mit Bohrstände**



$$c_{\min} = 3 \text{ cm} + 0,02 \cdot l_v \geq 2 \cdot d_s$$

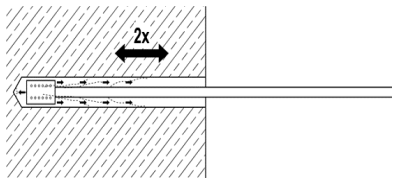
$$c_{\min} = 3 \text{ cm} + 0,02 \cdot 100 \text{ cm} \geq 2 \cdot d_s$$

$$c_{\min} = 5 \text{ cm} \geq 2 \cdot d_s$$

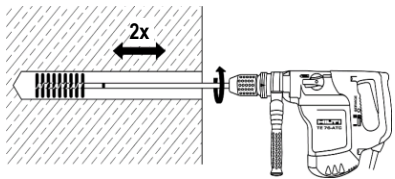


DIE BOHRLOCHREINIGUNG IST VOM GEWÄHLTEN BOHRVERFAHREN ABHÄNGIG

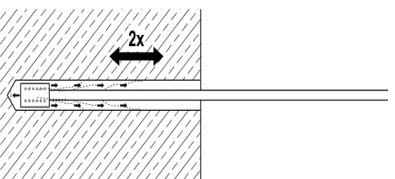
Hammerbohren (Teil 1/1)



mind. 2x Bohrloch ausblasen
Mit Düsenlanze vom Bohrlochgrund her, ölfreie Druckluft ≥ 6 bar

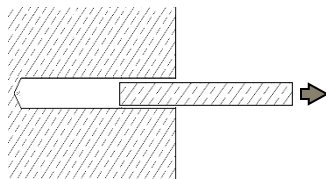


mind. 2x Bohrloch ausbürsten
mit Rundbürste RB und Spindeln RBS

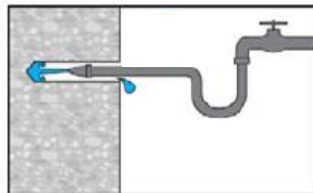


mind. 2x Kontrollblasen
Mit Düsenlanze vom Bohrlochgrund her, ölfreie Druckluft ≥ 6 bar

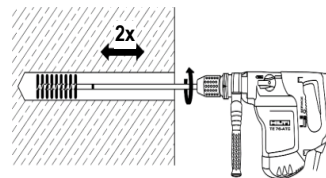
Diamantbohren (Nass) ohne Aufrauen (Teil1/2)



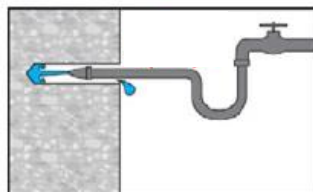
Kern brechen und entfernen



Bohrloch ausspülen
(Leitungswasser) vom Bohrlochgrund her, bis klares Wasser austritt

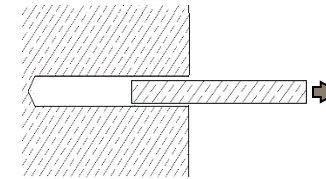


mind. 2x Bohrloch ausbürsten
mit Rundbürste RB und Spindeln RBS

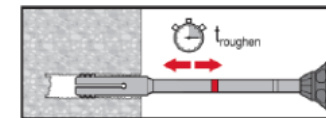


Bohrloch ausspülen
(Leitungswasser) vom Bohrlochgrund her, bis klares Wasser austritt

Diamantbohren mit Aufrauen (Teil1/2)



Kern brechen und entfernen



Bohrloch aufrauen
Aufrauzeit beachten

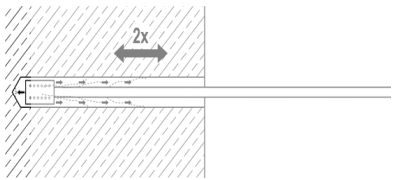
- TE-YRT mit Lehre RTG überprüfen
- das Bohrloch muss **trocken** sein
- über die gesamte Einbindetiefe hef

P _{dr} [mm]	Aufrauzeit	
	t _{roughen} [sec]	t _{roughen} [sec] = P _{dr} [mm] / 10
0 bis 100	10	
101 bis 200	20	
201 bis 300	30	
301 bis 400	40	
401 bis 500	50	
501 bis 600	60	

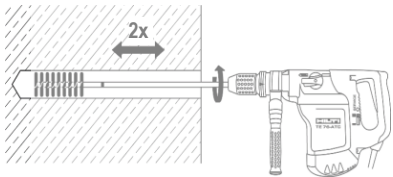


DIE BOHRLOCHREINIGUNG IST VOM GEWÄHLTEN BOHRVERFAHREN ABHÄNGIG

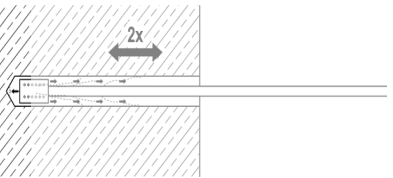
Hammerbohren (Teil 1/1)



mind. 2x Bohrloch ausblasen
Mit Düsenlanze vom Bohrlochgrund her,
ölfreie Druckluft ≥ 6 bar

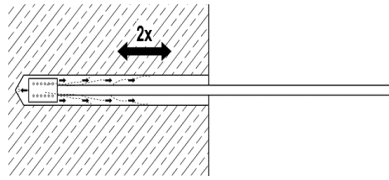


mind. 2x Bohrloch ausbürsten
mit Rundbürste RB
und Spindeln RBS

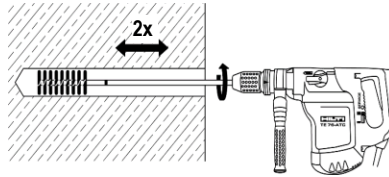


mind. 2x Kontrollblasen
Mit Düsenlanze vom Bohrlochgrund her,
ölfreie Druckluft ≥ 6 bar

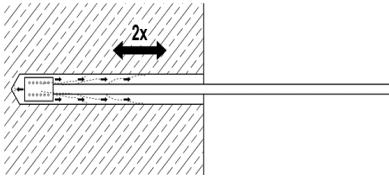
Diamantbohren (Nass) ohne Aufrauen (Teil2/2)



mind. 2x Bohrloch ausblasen
Mit Düsenlanze vom Bohrlochgrund her,
ölfreie Druckluft ≥ 6 bar

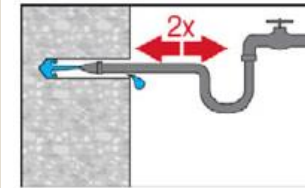


mind. 2x Bohrloch ausbürsten
mit Rundbürste RB
und Spindeln RBS

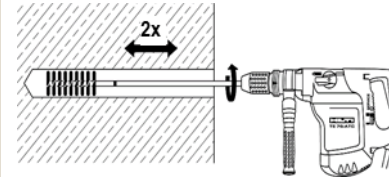


mind. 2x Kontrollblasen
Mit Düsenlanze vom Bohrlochgrund her,
ölfreie Druckluft ≥ 6 bar

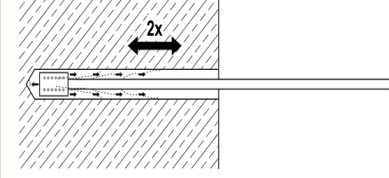
Diamantbohren mit Aufrauen (Teil2/2)



Bohrloch ausspülen
(Leitungswasser) vom Bohrlochgrund her,
bis klares Wasser austritt



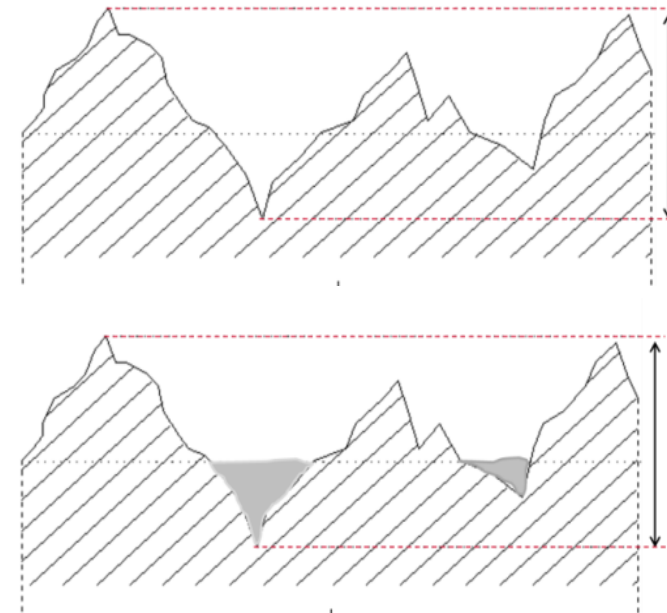
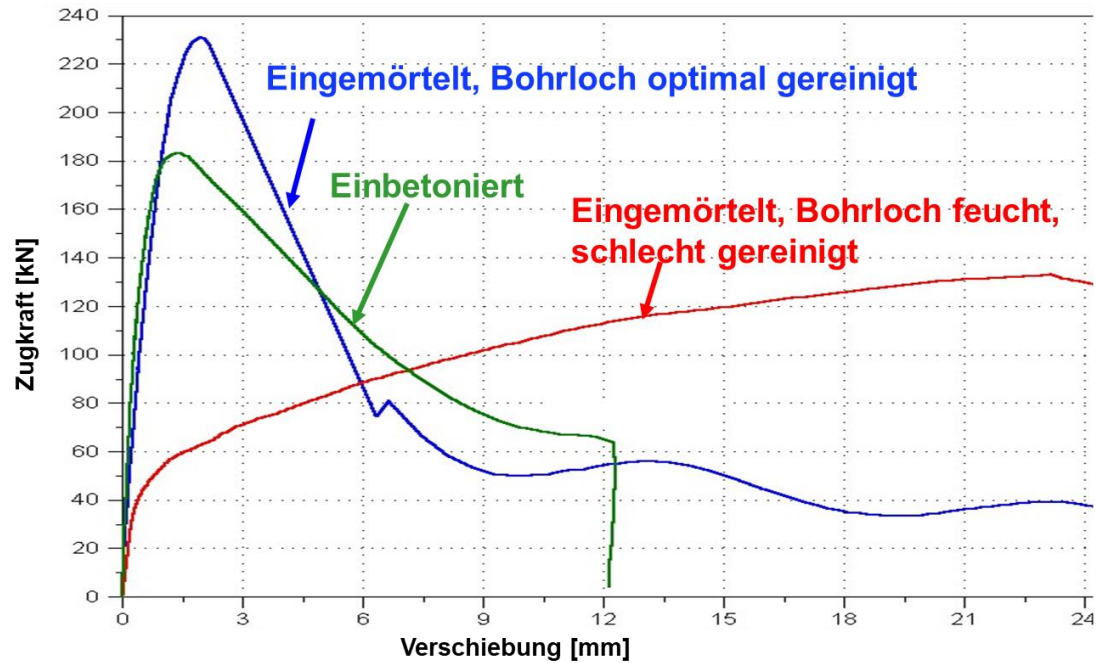
mind. 2x Bohrloch ausbürsten
mit Rundbürste RB
und Spindeln RBS



mind. 2x Kontrollblasen
Mit Düsenlanze vom Bohrlochgrund her,
ölfreie Druckluft ≥ 6 bar



EINFLUSS DER BOHRLOCHREINIGUNG AUF DAS TRAGVERHALTEN



ordnungsgemäß
gereinigt

nicht ordnungsgemäß
gereinigt

Testsystem:

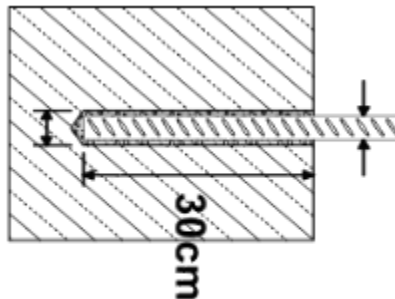
HIT-HY 200-R

$d_s = 20\text{mm}$

$d_0 = 25\text{mm}$







C12/15

Hammergebohrt



DIE BAUTEILTEMPERATUR MUSS EBENFALLS BEI DER AUSWAHL DES MÖRTELSYSTEMS BERÜCKSICHTIGT WERDEN

Zulässige Bauteiltemperatur:

	Produkt 1 	Produkt 2 	Produkt 3 	Produkt 4 	Produkt 5 	Produkt 6 
Lager-temperatur	+5 bis +25°C	+5 bis +25°C	+5 bis +25°C	+5 bis +25°C	+5 bis +25°C	+5 bis +25°C
Bauteil-temperatur	-10°C bis +40°C	-10°C bis +40°C	-5°C bis +40°C	-5°C bis +40°C	-5°C bis +40°C	+5°C bis +40°C
Verfalldatum beachten						
Bei Bauteiltemperatur +30°C bis +40°C: Kartuschen auf +15°C bis +20°C kühlen					Nicht unbedingt nötig zu kühlen, da Langsamhärter.	

Auswirkungen der Temperatur auf die Installation:

Verarbeitungszeit

Aushärtezeit

BEISPIEL AUSSCHREIBUNGSTEXT



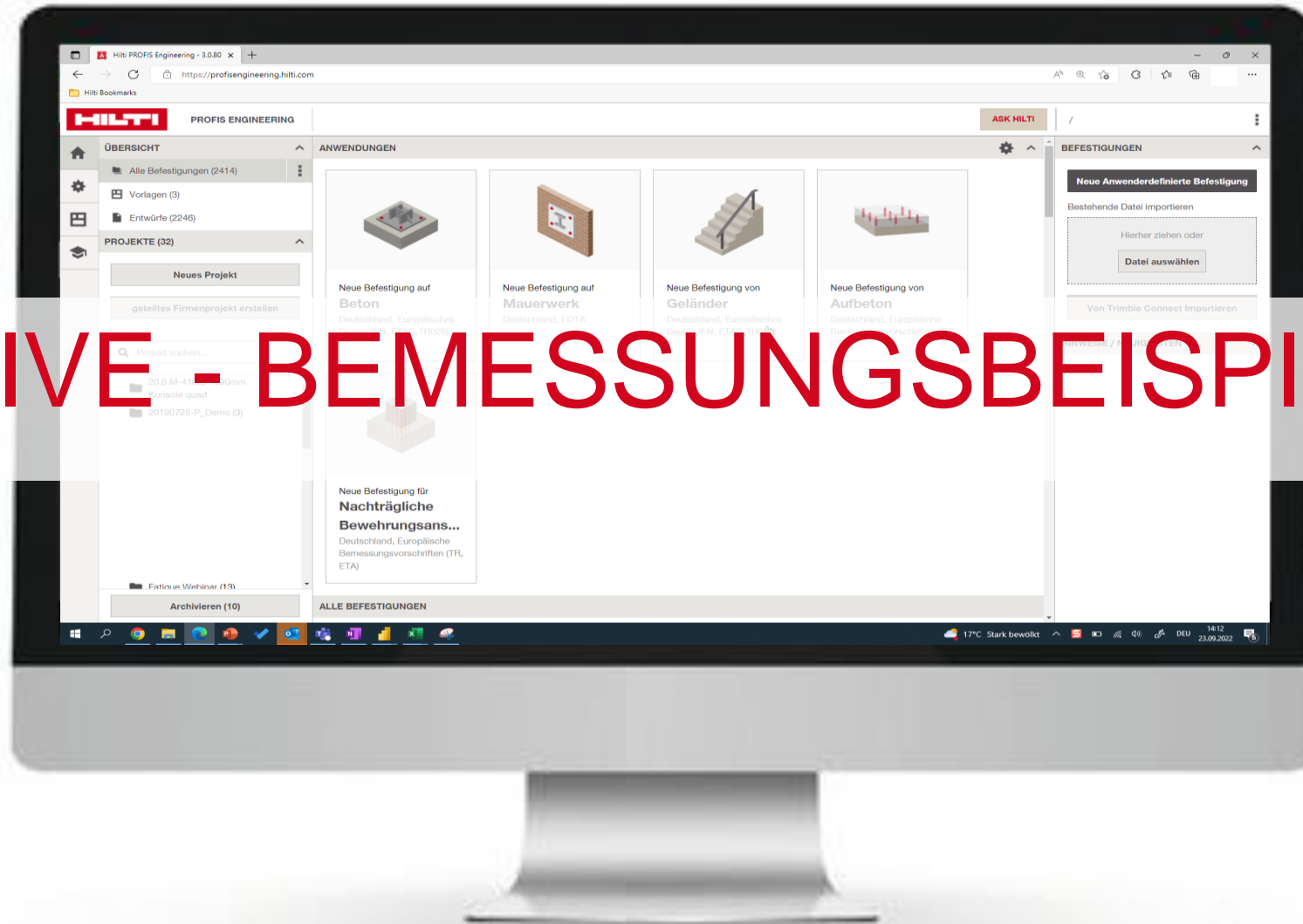
Nachträglicher Bewehrungsanschluss mit schnellhärtendem Injektionsmörtel „**BEISPIELPRODUKT**“ oder gleichwertig und **Betonstahl nach DIN 488-B500B** mit einem **Stabdurchmesser** von 12 mm, einer **Verankerungslänge** von 276 mm im vorhandenen Beton und einer **Gesamtlänge des Betonstabstahls** von 512mm.

Anzahl und Anordnung der Bewehrungsstäbe sind der Detailplanung bzw. der Statik zu entnehmen und einzuhalten.

Einbau im **Hammerbohrverfahren** mit **automatischer Bohrlochreinigung inkl. Bohrhilfe** im **trockenen Beton** gemäß aktueller **ETA-xx/0665** nach **EAD 332402-00-0601** (...) in Beton **C20/25 bis C50/60**.

Ausführung des Anschlusses durch **geschultes, zertifiziertes Baustellenfachpersonal** und **Betriebe mit gültigem Eignungsnachweis**.

LIVE - BEMESSUNGSBEISPIEL



15 MINUTEN PAUSE !!!



AGENDA

Einleitung typische Anwendungen für nachträgliche Bewehrungsanschlüsse

einbetonierte vs. nachtrgl. installierte Bewehrung vs. Dübeltheorie

Was ist bei der Ausführung von nachtrgl. Bewehrungsanschlüssen zu beachten

Die unterschiedlichen Bemessungsmethoden für Bewehrungsanschlüsse

Ansätze der Querkraftnachweise über die raue Fuge

Beispiel Berechnung in Bemessungssoftware

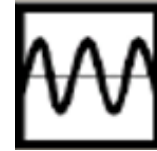
WELCHE EINWIRKUNGEN MUSS ICH BERÜCKSICHTIGEN?



Statisch



Erdbeben



Ermüdung



Brand

DIE BEMESSUNG DER ÜBERGREIFUNGS- BZW. VERANKERUNGSLÄNGE ERFOLGT BEI SEISM. EINWIRKUNG ÄHNLICH WIE BEI STATISCHER

5.6 Vorschriften für Verankerungen und Stöße (EN1998-1)

5.6.1 Allgemeines

(1)P Für die konstruktive Durchbildung der Bewehrung gilt EN 1992-1-1:2004, Abschnitt 8 mit den zusätzlichen Regeln der folgenden Unterabschnitte.

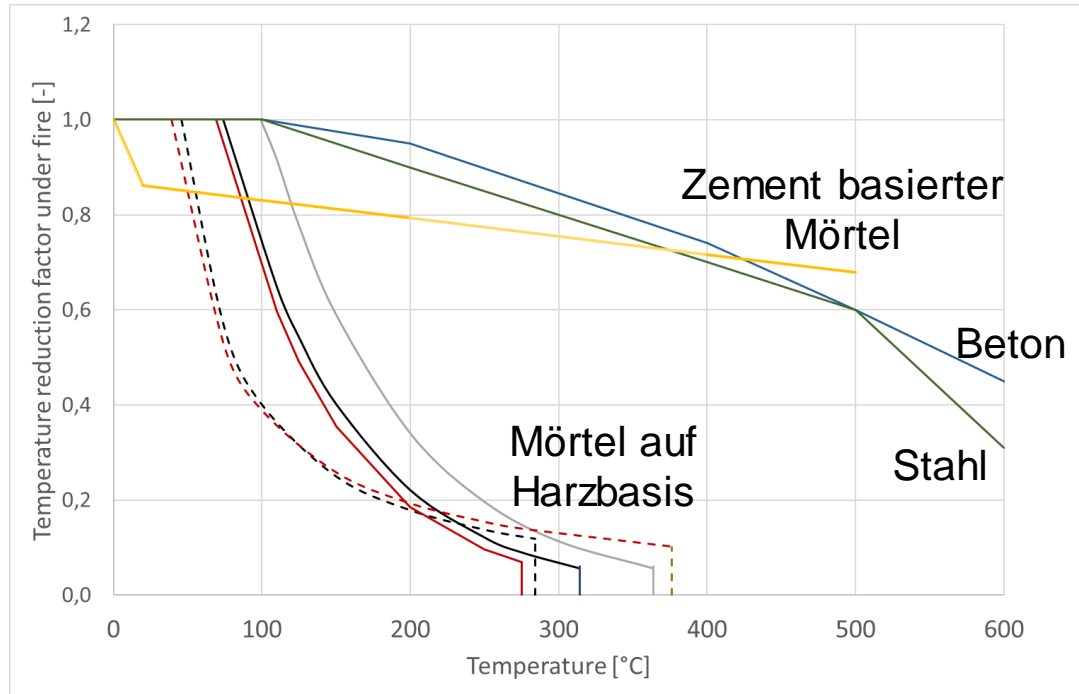
(2)P Bügel, die als Querbewehrung in Balken, Stützen oder Wänden verwendet werden, müssen mit 135°-Haken der Länge $10d_{bw}$ geschlossen sein.

(3)P In DCH-Tragwerken muss die Verankerungslänge in Balken und Stützen innerhalb von Balken-Stützen-Verbindungsknoten ab einem Punkt des Bewehrungsstabs im Abstand $5d_{bL}$ von der Außenfläche des Knotens gemessen werden, um die Fließ-Eindringtiefe infolge zyklischer Verformungen im plastischen Bereich zu berücksichtigen (siehe Bild 5.13a für ein Balkenbeispiel).

Für nachträglich installierte Bewehrung bedeutet das, dass

- $f_{bd,seis}$ aus der ETA genutzt wird anstelle von f_{bd}
- $l_{0,min}$ muss mit dem Faktor α_{lb} von der ETA multipliziert werden
- $c_{min,seis}$ wird aus der ETA entnommen.

DIE VERBUNDFESTIGKEIT ALLER NACHTRL. INSTALL. SYSTEME NIMMT MIT STEIGENDER BETONTEMPERATUR AB



Der Zusammenhang zwischen Betontemperatur und Verbundfestigkeit ist stark mörtelabhängig

Die Verbundfestigkeit aller organischen Systeme auf Harzbasis beträgt bei einer Temperatur von 200 °C nur etwa 20 % bis 40 % des Wertes, der bei Prüfungen bei 20 °C ermittelt wurde

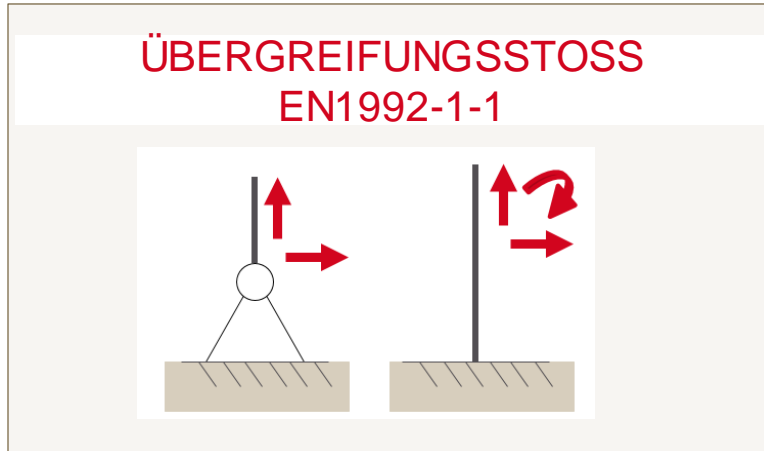
Bei 380°C - 500°C kann keiner der organischen Mörtel auf Harzbasis einen Restwert der Verbundfestigkeit liefern.

Nur anorganische Mörtel auf Zementbasis, liefern bei 500 °C Verbundfestigkeitswerte von >60 % im Vergleich zur Verbundfestigkeit bei Raumtemperatur und können wie einbetoniert betrachtet werden.

ÜBERSICHT DER VERSCHIEDENEN ANWENDUNGEN FÜR BETON-BETON-VERBINDUNGEN

	Übergreifungsstoß/ Endverankerung			Verankerungen in biegesteifen Verbindungen			Querkraftverstärkung/ Aufbeton		
Lastart	Statisch	Seismisch	Brand	Statisch	Seismisch	Brand	Statisch	Seismisch	Brand
Lebensdauer	50 / 100 Jahre			50 / 100 Jahre	50 / 100 Jahre		50 Jahre		
Produktbewertung	EAD 330087			EADs 330087 / 332402	EAD 332042		EAD 332347		NA
Techn. Daten	ETA I			ETA I / ETA II	ETA II	NA	ETA III		NA
Bemessungsmethoden	EC2-1-1	EC8-1	EC2-1-2	EC2-1-1 / EOTA TR 069	EOTA TR 069		TR 066		

ES GIBT DIV. BEMESSUNGSMETHODEN FÜR NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG, DOCH WANN SETZE ICH WELCHE EIN?



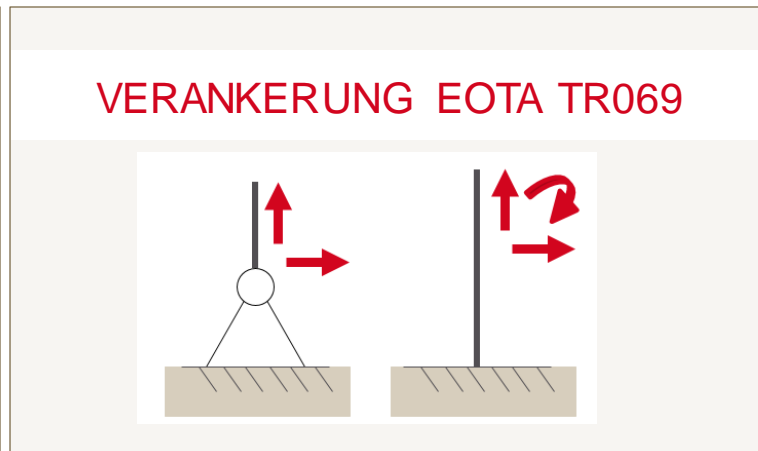
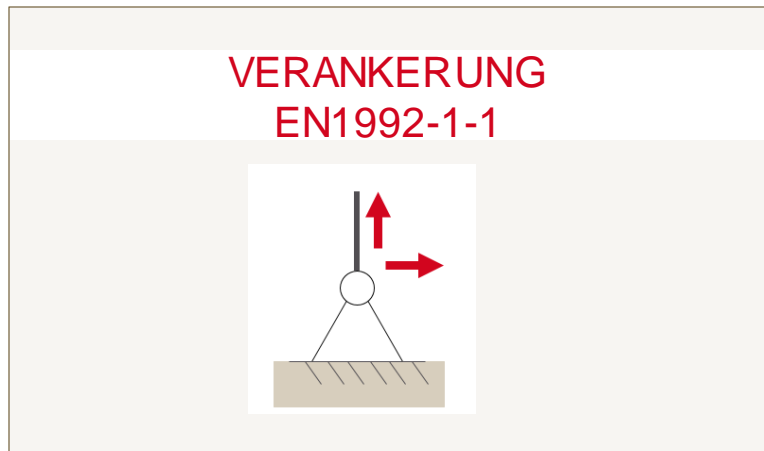
EUROCODE



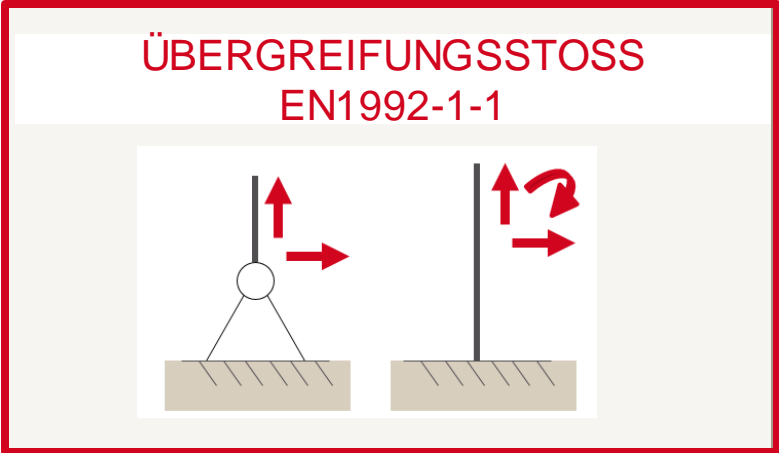
ENDVERANKERUNG



HERSTELLER METHODE



ES GIBT DIV. BEMESSUNGSMETHODEN FÜR NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG, DOCH WANN SETZE ICH WELCHE EIN?



EUROCODE



ENDVERANKERUNG

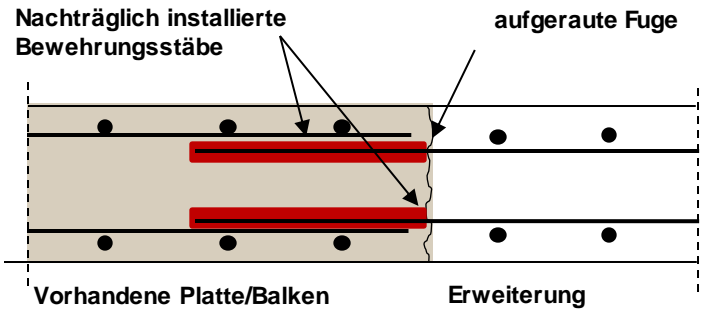


HERSTELLER METHODE

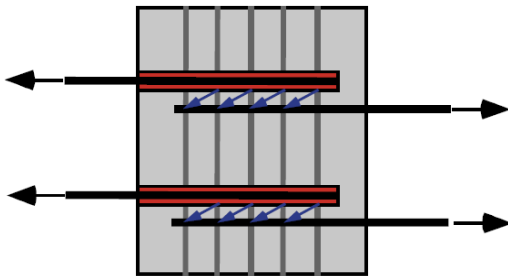


ANWENDUNGSBEISPIELE FÜR ÜBERGREIFUNGSSTÖSSE

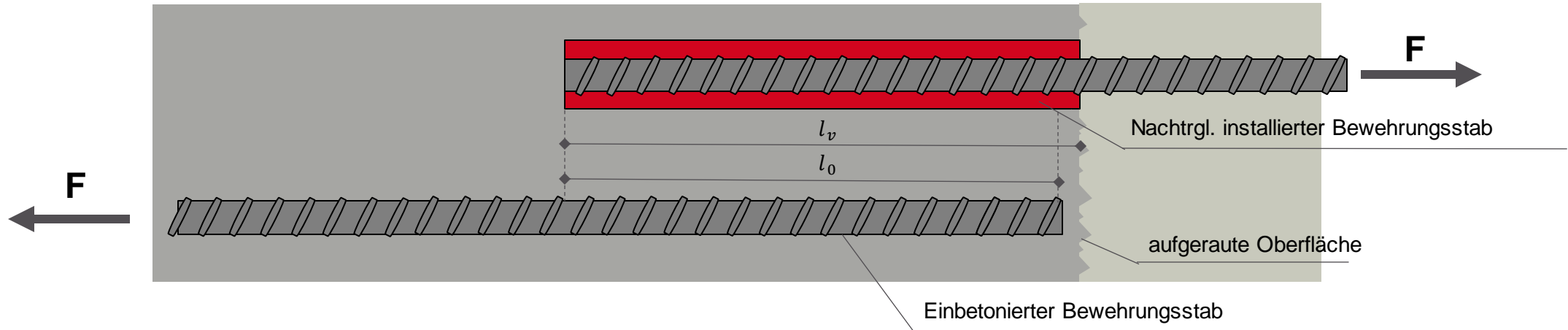
Wanderweiterung



Schließen einer Öffnung in einer Platte



BERECHNUNG DER ÜBERGREIFUNGSLÄNGE



1 Bohrlänge (l_v) Bemessung: $l_v = \max(l_{0,CI}, l_{0,PI}) + c$

Wo,

$l_{0,CI}$ Übergreifungslänge einbetonierte Bewehrung

$l_{0,PI}$ Übergreifungslänge nachtrgl. installierte Bewehrung

c Betondeckung

Übergreifungslänge (EN1992-1-1, 8.7.3)

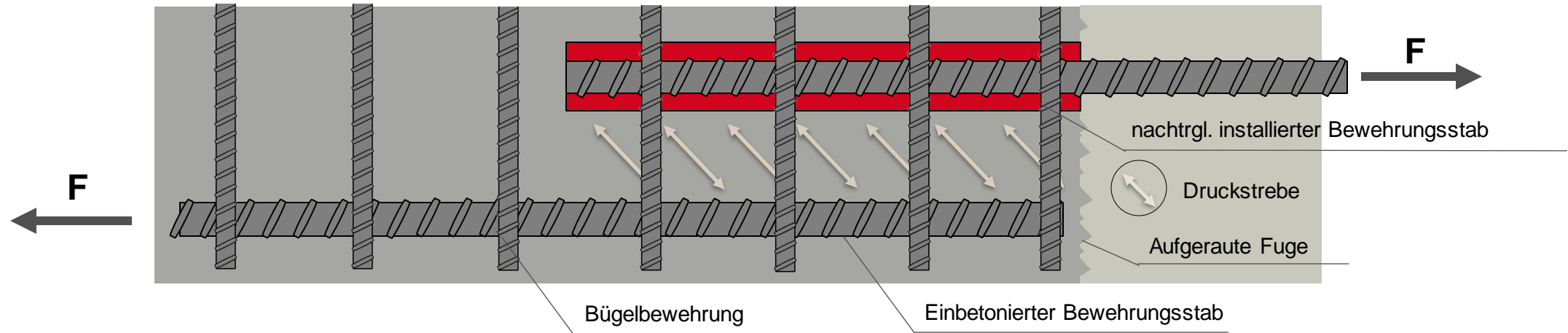
$$l_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{bd,req} \geq l_{0,min}$$

$$l_{bd,req} = \frac{\sigma_{sd}}{4 f_{bd}}$$

Für nachträglich installierten Bewehrungsstahl prüfen Sie die ETA für k_b & α_{lb} :

$$f_{bd,PIR} = k_b f_{bd} \quad l_{0,min,PIR} = \alpha_{lb} l_{0,min}$$

BERECHNUNG DER ÜBERGREIFUNGSLÄNGE

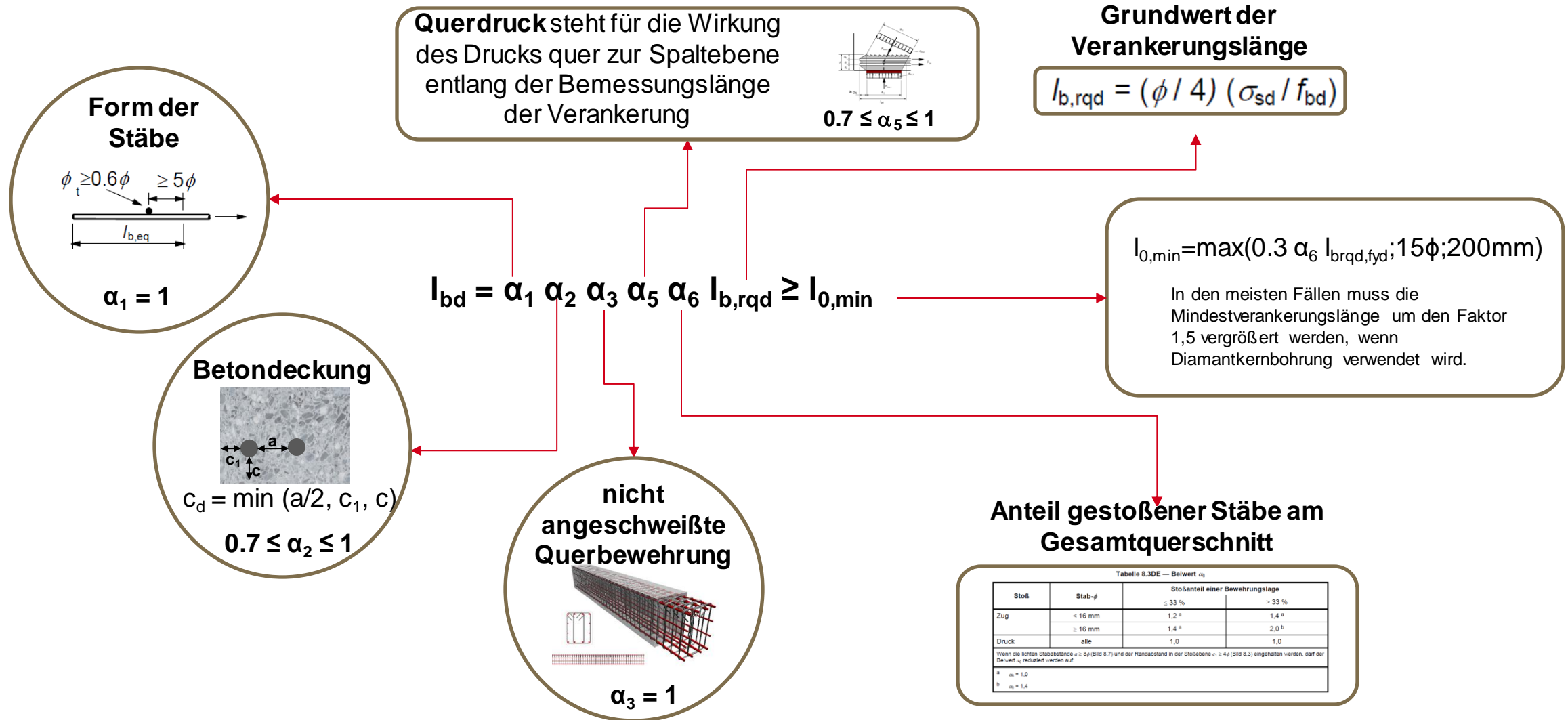


2 Die Lastweiterleitung wird durch lokale Betondruckstreben gewährleistet

! Wenn der Abstand zwischen den Bewehrungsstäben größer als $4 \cdot \varnothing$ oder 50 mm ist, muss die Überlappungslänge um die Länge des lichten Abstandes erhöht werden [EN1992-1-1, 8.7.2 (3)].

! Im vorhandenen Beton sollte eine Querkraftbewehrung vorhanden sein, die ausreicht, um die Lastabtragung gemäß EN1992-1-1, 8.7.4 zu gewährleisten.

DIE BEMESSUNG DES ÜBERGREIFUNGSSTOß FOLGT DEN BESTIMMUNGEN VON EN 1992-1-1, 8.7 + EAD 330087



$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

$l_{0,min} = \max(0.3 \alpha_6 l_{brqd,fyd}; 15\phi; 200mm)$

In den meisten Fällen muss die Mindestverankerungslänge um den Faktor 1,5 vergrößert werden, wenn Diamantkernbohrung verwendet wird.

nicht angeschweißte Querbewehrung

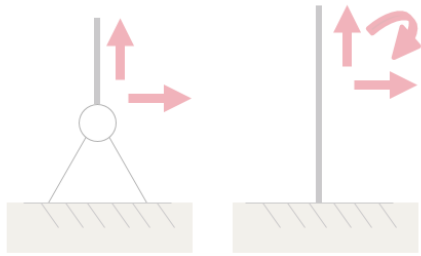
 $\alpha_3 = 1$

LIVE - BEMESSUNGSBEISPIEL



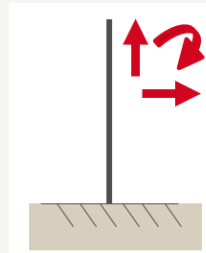
ES GIBT DIV. BEMESSUNGSMETHODEN FÜR NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG, DOCH WANN SETZE ICH WELCHE EIN?

ÜBERGREIFUNGSSTOSS
EN1992-1-1 8.7.3



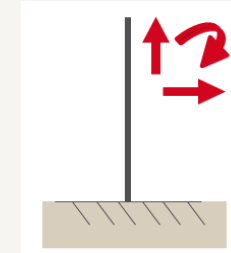
EUROCODE

STABWERKMODELL
EN1992-1-1



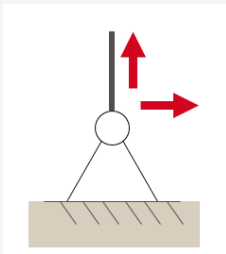
ENDVERANKERUNG

HERSTELLER METHODE
STABWERKMODELL

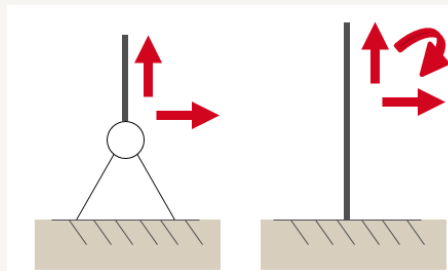


HERSTELLER METHODE

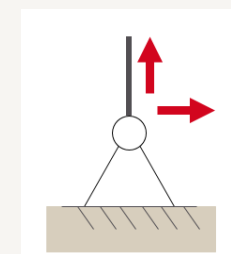
VERANKERUNG
EN1992-1-1 8.4.4



VERANKERUNG EOTA TR069

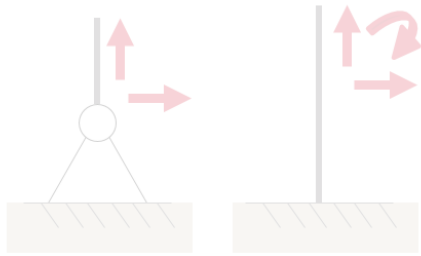


HERSTELLER METHODE
VERANKERUNG



ES GIBT DIV. BEMESSUNGSMETHODEN FÜR NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG, DOCH WANN SETZE ICH WELCHE EIN?

ÜBERGREIFUNGSSTOSS
EN1992-1-1 8.7.3



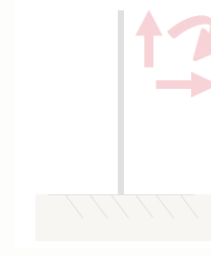
EUROCODE

STABWERKMODELL
EN1992-1-1



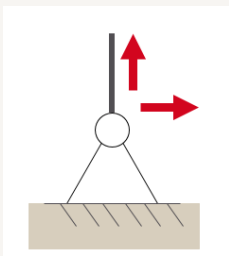
ENDVERANKERUNG

HERSTELLER METHODE
STABWERKMODELL

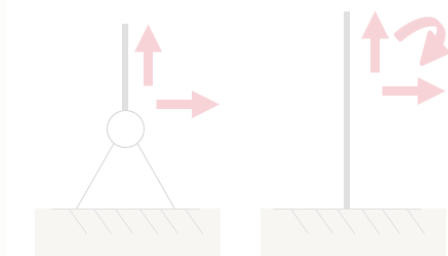


HERSTELLER METHODE

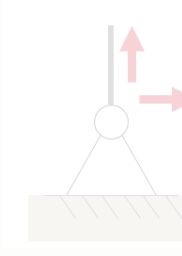
VERANKERUNG
EN1992-1-1 8.4.4



VERANKERUNG EOTA TR069

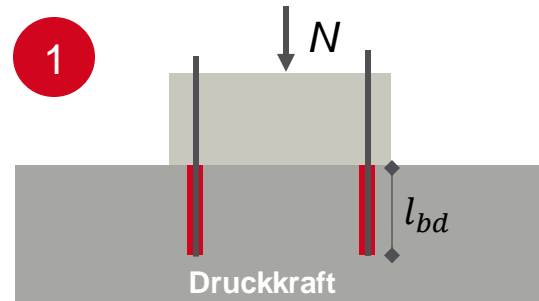
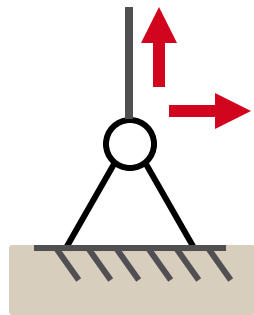


HERSTELLER METHODE
VERANKERUNG

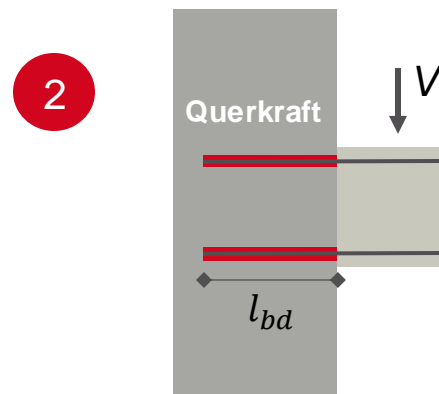


DIE MÖGL. BEMESSUNGSMETHODEN VON ENDVERANKERUNGEN RESULTIEREN AUS DER ART DER VERBINDUNG / BELASTUNG

Gelenkig gelagerte Verbindung

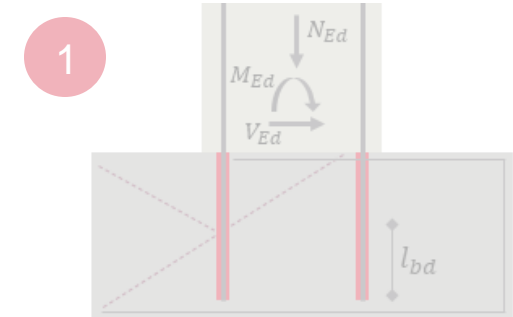
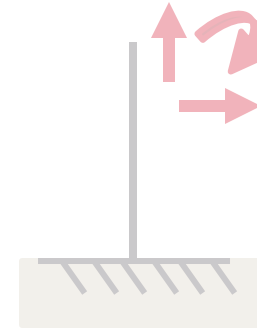


Verankerungslänge (EC2)

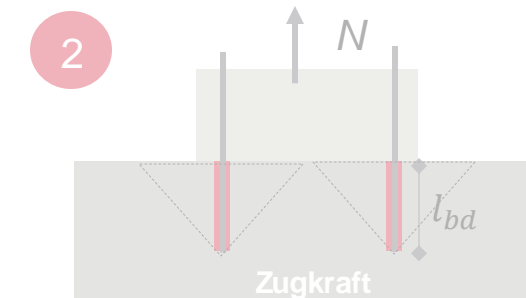


Verankerungslänge (EC2 & Hilti Methode)

Biegesteife Verbindung

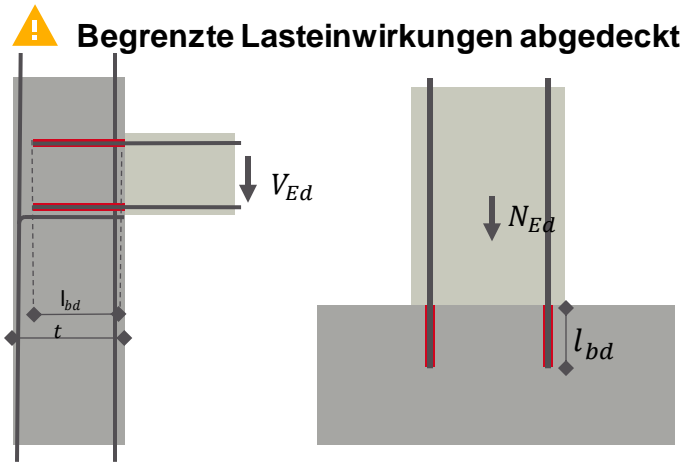


Druckstrebenmodell mit Verankerungslänge nach EC2 & Hilti Methode



Verankerungslänge unter Berücksichtigung der Betonversagensarten (TR069)

NACH EC2 KÖNNEN GELENKIG GELAGERTE VERBINDUNGEN BEMESSEN WERDEN



Berechnung der Bohrtiefe: $l_v = l_{bd}$

Wobei:

l_{bd} Verankerungslänge nachtr. install. Bewehrung

Allg. Gleichung für Verankerungslänge (EN1992-1-1, 8.4.4)

$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{bd,req} \geq l_{0,min}$$

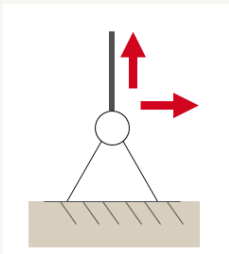
$$l_{bd,req} = \frac{\emptyset \sigma_{sd}}{4 f_{bd}}$$

Für nachträglich installierte Bewehrung sind Daten in der ETA für k_b & α_{lb} hinterlegt

$$f_{bd,PIR} = k_b f_{bd}$$

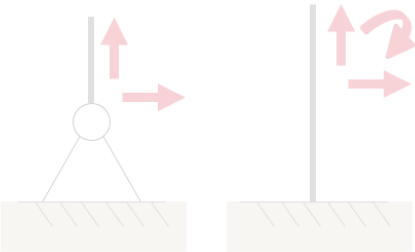
$$l_{0,min,PIR} = \alpha_{lb} l_{0,min}$$

VERANKERUNG
EN1992-1-1 8.4.4



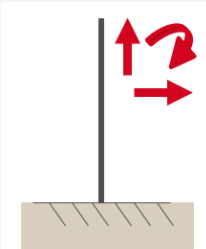
ES GIBT DIV. BEMESSUNGSMETHODEN FÜR NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG, DOCH WANN SETZE ICH WELCHE EIN?

ÜBERGREIFUNGSSTOSS
EN1992-1-1 8.7.3



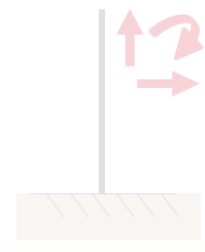
EUROCODE

STABWERKMODELL
EN1992-1-1



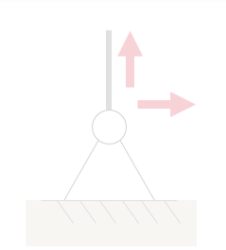
ENDVERANKERUNG

HERSTELLER METHODE
STABWERKMODELL

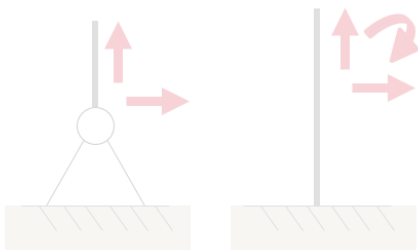


HERSTELLER METHODE

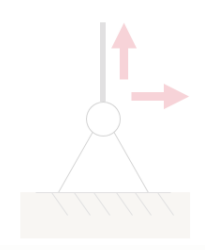
VERANKERUNG
EN1992-1-1 8.4.4



VERANKERUNG EOTA TR069

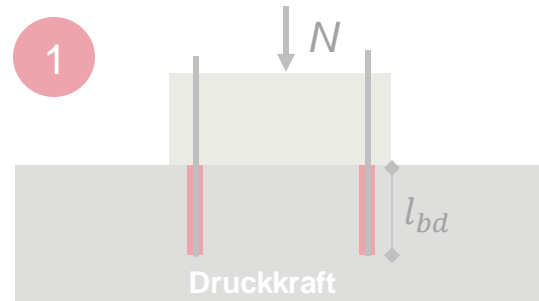
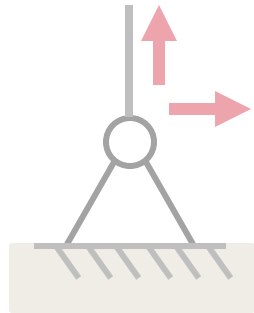


HERSTELLER METHODE
VERANKERUNG

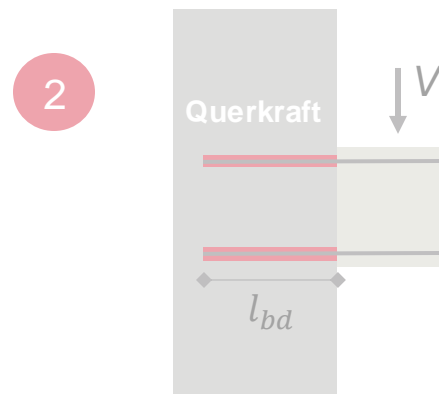


DIE MÖGL. BEMESSUNGSMETHODEN VON ENDVERANKERUNGEN RESULTIEREN AUS DER ART DER VERBINDUNG / BELASTUNG

Gelenkig gelagerte Verbindung

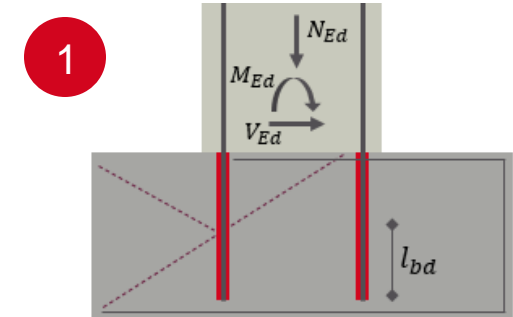
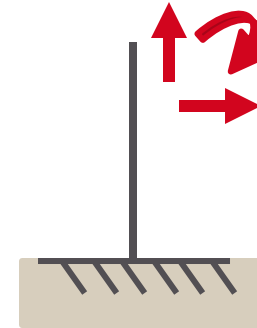


Verankerungslänge (EC2)

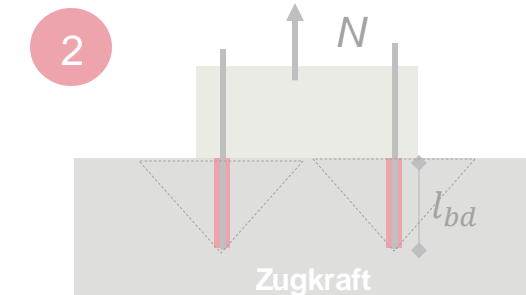


Verankerungslänge (EC2 & Hilti Methode)

Biegesteife Verbindung



Druckstrebenmodell/Fachwerkmodell mit Verankerungslänge nach EC2 & Hilti Methode

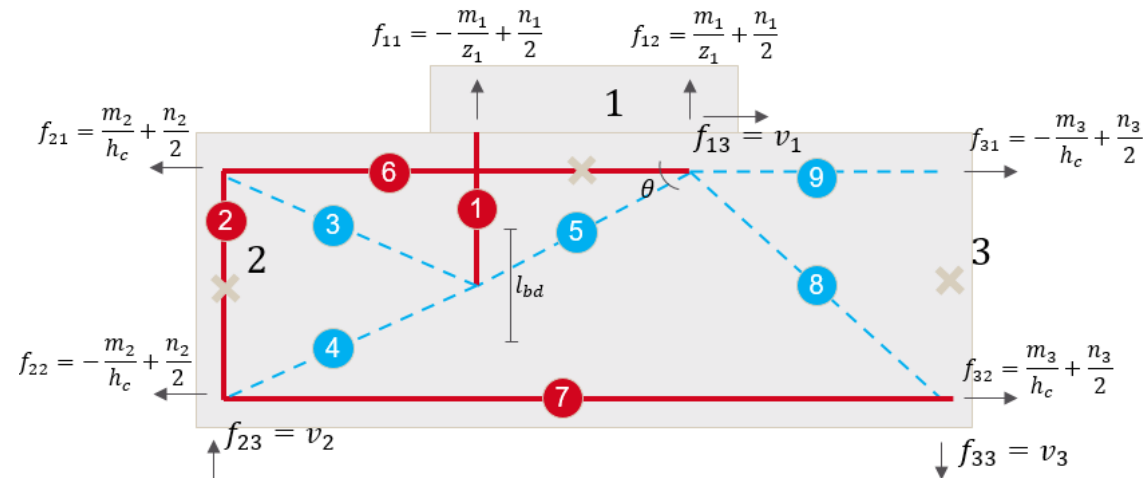


Verankerungslänge unter Berücksichtigung der Betonversagensarten (TR069)

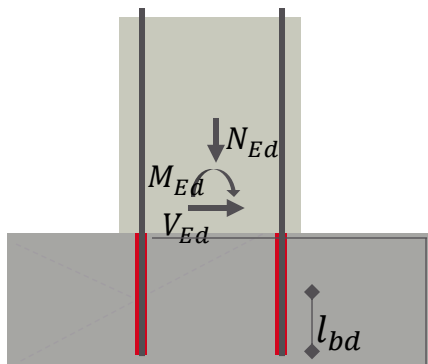
TEILWEISE KÖNNEN BIEGESTEIFE VERBINDUNGEN EUROCODEKONFORM MIT EINEM FACHWERKMODELL GELÖST WERDEN



Das Biegemoment wird durch ein Fachwerkmodell bestehend aus Druck- und Zugstreben in den Untergrund eingeleitet.



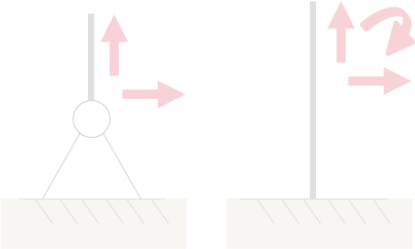
**Einachsiges Biegemoment und
Querkraft**



- Die Kraft wird in jeder Druck- und Zugstrebe ermittelt
- Die Verankerungslänge für das nachträglich installierte Bewehrungsseisen wird gemäß EC2 und Produkt-ETA berechnet und muss im DDZ-Knoten starten.
- Die Druckstrebe 5 wird überprüft, da sie maßgebend sein kann, ebenso wie die Querkraft im bestehenden Element
- Der Nutzer ist dafür verantwortlich zu überprüfen, ob das Bestandsbauteil ausreichend bewehrt ist, sodass ein Fachwerkmodell ausgebildet werden kann

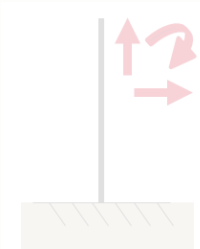
ES GIBT DIV. BEMESSUNGSMETHODEN FÜR NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG, DOCH WANN SETZE ICH WELCHE EIN?

ÜBERGREIFUNGSSTOSS
EN1992-1-1 8.7.3



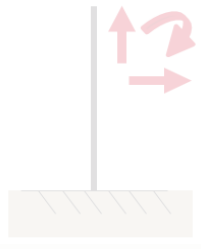
EUROCODE

STABWERKMODELL
EN1992-1-1



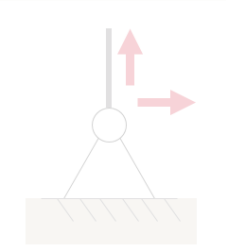
ENDVERANKERUNG

HERSTELLER METHODE
STABWERKMODELL

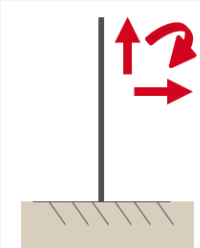


HERSTELLER METHODE

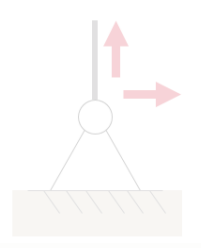
VERANKERUNG
EN1992-1-1 8.4.4



VERANKERUNG
EOTA TR 069

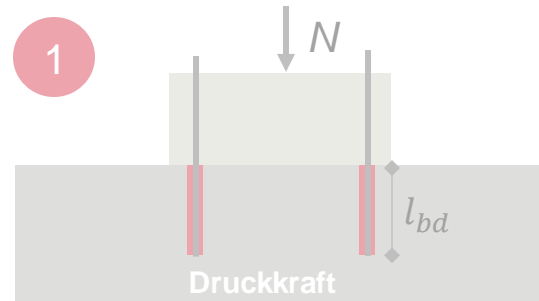
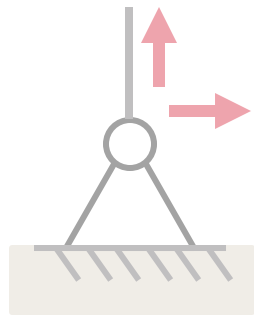


HERSTELLER METHODE
VERANKERUNG

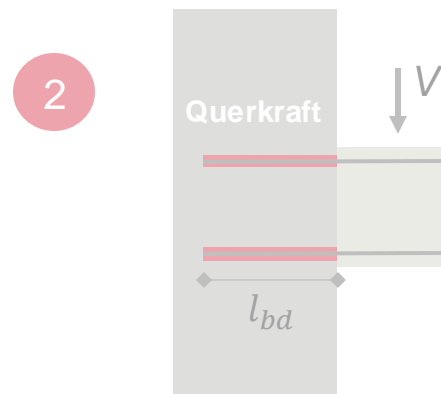


DIE MÖGL. BEMESSUNGSART VON ENDVERANKERUNGEN RESULTIEREN AUS DER ART DER VERBINDUNG/ BELASTUNG

Gelenkig gelagerte Verbindung

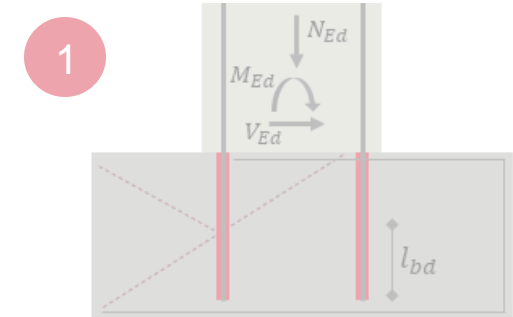
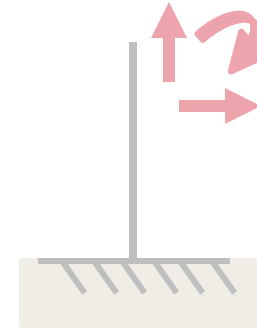


Verankerungslänge (EC2)

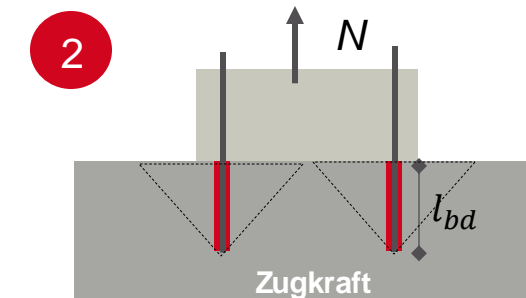


Verankerungslänge (EC2 & Hilti Methode)

Biegesteife Verbindung



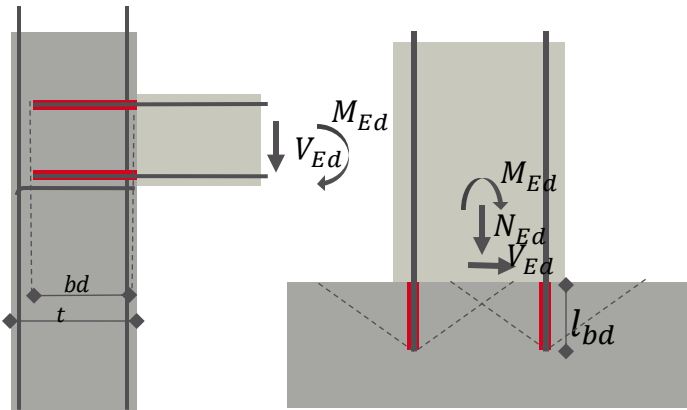
Druckstrebenmodell mit Verankerungslänge nach EC2 & Hilti Methode



Verankerungslänge unter Berücksichtigung der Betonversagensarten (TR069)

EOTA TR069 BIETET WEITERE UND FLEXIBLERE LÖSUNGEN FÜR MOMENTENTRAGFÄHIGE VERBINDUNGEN

✓ Flexibilität bei den Einwirkungen



Die gemäß EOTA TR069 berechnete Verankerungslänge l_{bd} berücksichtigt die Zugfestigkeit und die Versagensarten im Beton.

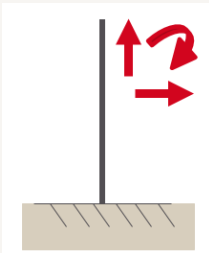
$$R_d = \min(N_{Rd,y}, N_{Rd,c}, N_{Rd,sp}) \text{ EOTA TR069 [Gl. 4.1]}$$

Stahlwiderstand

Widerstand gegen Spalten

Widerstand gegen Betonausbruch

VERANKERUNG
EOTA TR 069



Häufig ist TR069 die einzige Lösung für Endverankerungen.



WARUM SOLLTE DIE TR 069 GENUTZT WERDEN, WENN ES AUCH DEN EUROCODE GIBT?

Grenzen des Eurocodes bzgl. Übergreifungsstöße

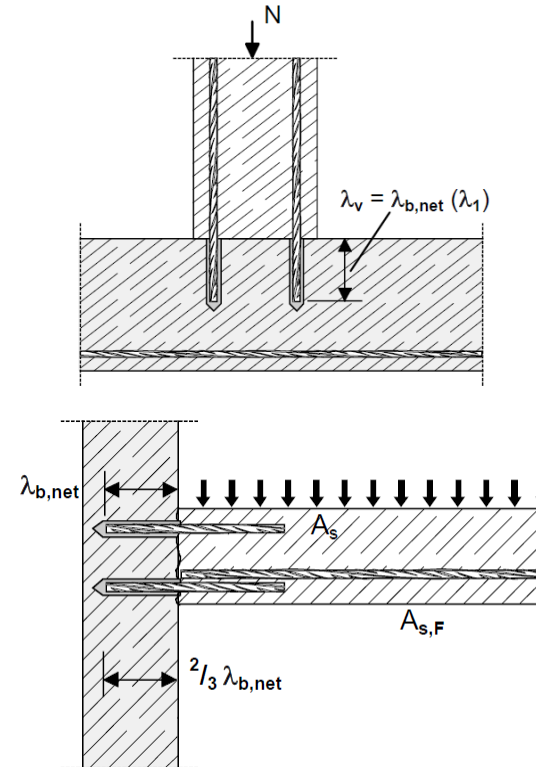
- Bemessung nach EN 1992-1-1 analog zu einbetonierten, geraden Betonstählen.
- Momententragfähige Verbindungen erfordern Übergreifung auf vorhandene Bewehrung im Bestandsbauteil.
- Kosten- und zeitintensiver Teilabbruch falls Übergreifungsbewehrung nicht vorhanden.
- Beschädigung der Übergreifungsbewehrung aufgrund des normalen Bauablaufs.
- Unwirtschaftliche bzw. nicht realisierbare Verankerungslängen.
- Eingeschränkter Anwendungsbereich



Rein druckbelastete Stütze kommt in Realität nicht vor.



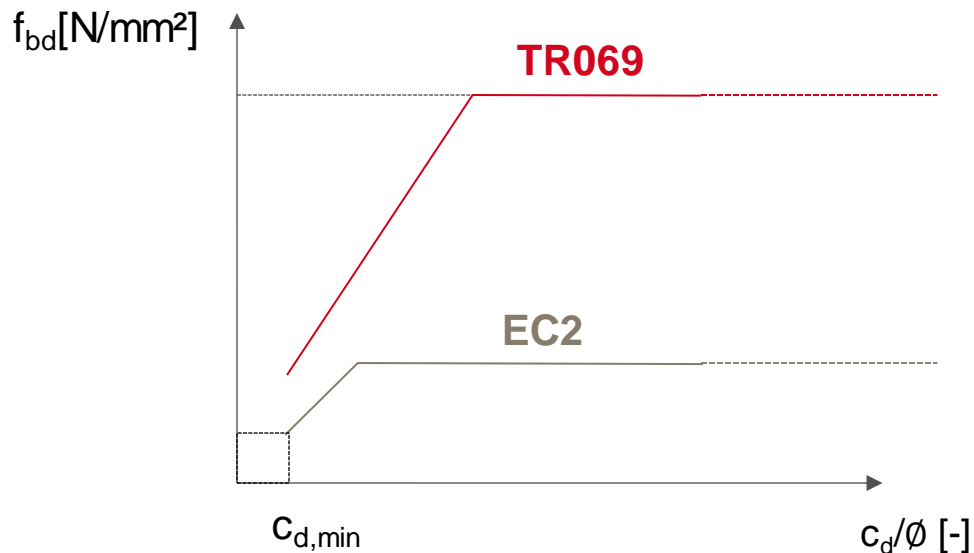
„Nur“ gelenkig gelagerte Decke-Wand-Verbindung geregelt.



IM TR 069 TRIFFT DIE NACHWEISFÜHRUNG DER DÜBELTECHNIK AUF DIE NACHWEISFÜHRUNG IM STAHLBETONBAU

Hauptunterschiede	Stahlbetontheorie	Verbund-Spalt Theorie	Dübeltheorie
Bemessungsrichtlinie	EC2, Teil 1	TR 069	EC2, Teil 4
Lastrichtung	Zug	Zug	Zug & Querbelastung
Lasteinleitungsmechanismus	Gleichgewicht mit lokalen oder globalen Druck- und Zugstreben	Ausnutzung der Betonzugtragfähigkeit	Ausnutzung der Betonzugtragfähigkeit
Bemessungsnachweise	Bemessungswert der Verankerungslänge l_{bd}	Bemessungswiderstand <ul style="list-style-type: none"> • Stahlfließen • Betonausbruch • Kombiniertes Spalt/Verbundversagen • Mindestverankerungslänge → Verankerungslänge	Bemessungswiderstand <ul style="list-style-type: none"> • Stahlbruch • Kombiniertes Herausziehen/Betonausbruch • Betonspalten (T_{inst}) • Lokaler Betonausbruch → Verankerungstiefe h_{ef}
Minimale Betondeckung	EC2, Teil 1	ETA	ETA
Zulässige Verankerungstiefe	$60d \geq l_b \geq \max(0.3l_b; 10d; 100\text{mm})$	$60d \geq l_b \geq \max(0.3l_b; 10d; 100\text{mm})$	$20d \geq h_{ef} \geq 40 \text{ mm}$

DAS SPALTVERHALTEN VON QUALIFIZIERTEN MÖRTELN IST BESSER ALS DAS VON EINBETONIERTEN STÄBEN



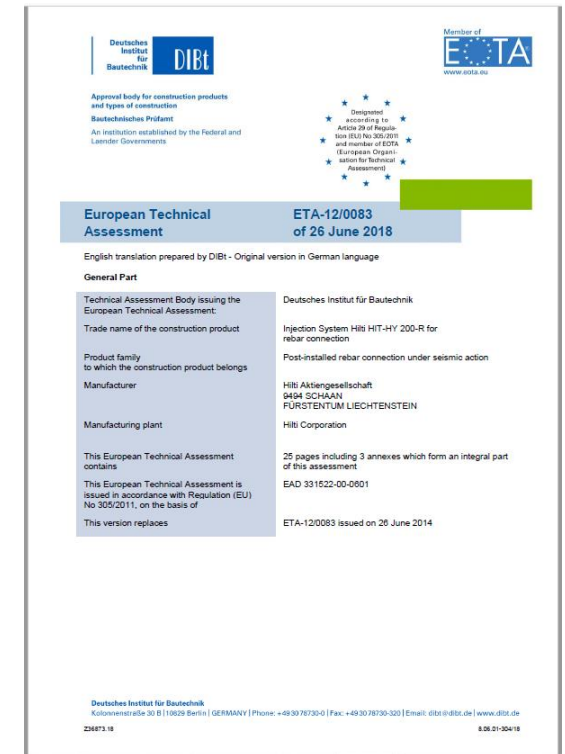
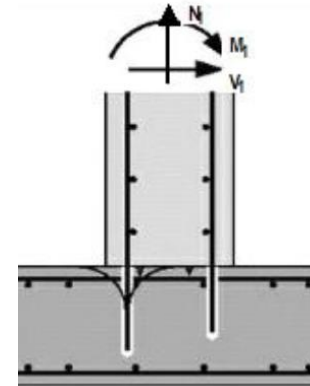
$c_{d,min}$ = Mindestbetondeckung nach DIN EN 1992-1-1
 c_d = Betondeckung des nachtrgl. installierten Bewehrungsseisens
 \emptyset = Durchmesser des nachtrgl. installierten Bewehrungsseisens
 f_{bd} = Bemessungswert der Verbundspannung

- Der Bemessungswert der Verbundspannung f_{bd} in Abhängigkeit der Betondeckung ist für das qualifizierte Produkt höher als für einbetonierte Bewehrungsstäbe
- Es muss jedoch die notwendige Beurteilung nach **EAD 332402-00-0601** vorliegen um den TR 069 anzuwenden
- Eine Beurteilung nach **EAD 330087-00-0601 (Nachträglicher Bewehrungsanschluss als Übergreifung)** und/oder **EAD 330499-01-0601 (Verbundanker)** reicht nicht aus



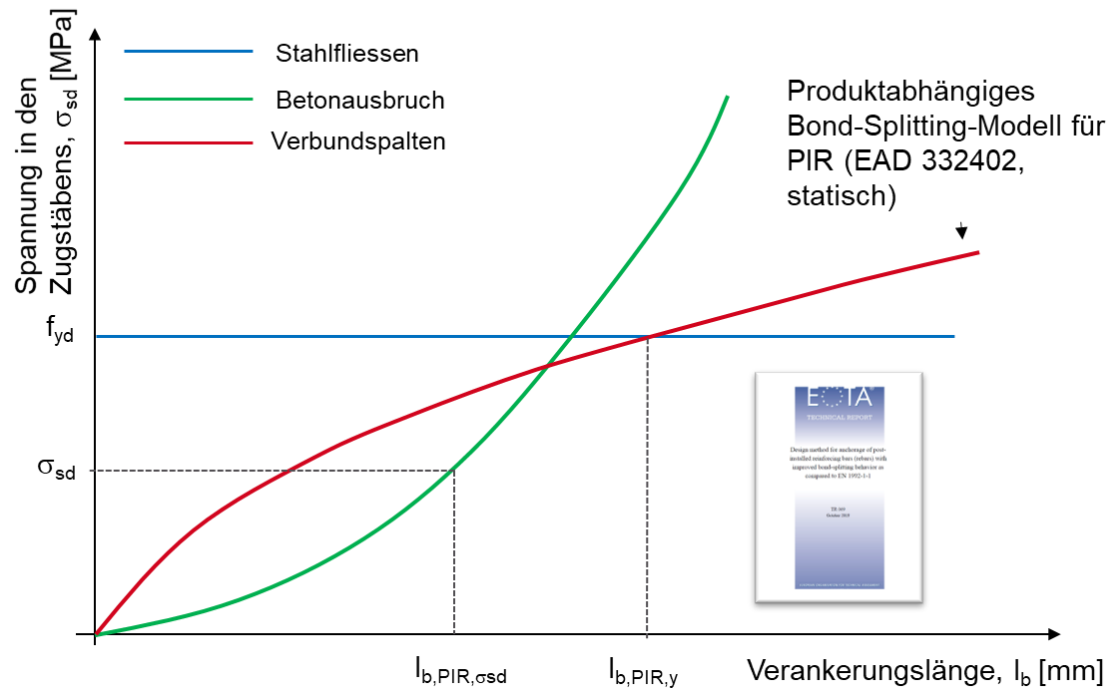
BEMESSUNG NACH EOTA TR069, WAS WIRD GEREGETLT UND WAS NICHT?

- Das Bemessungskonzept umfasst folgende Nachweise:
 - Stahlfließen der nachträglichen Bewehrung
 - Betonausbruch
 - Verbund/ Spaltversagen (basierend auf Qualifizierung in ETA)
 - Mindestverankerungslänge
- Der TR069 beschränkt sich auf den Nachweis der Verankerung des eingemörtelten Bewehrungstabes im Bestandsbauteil. !
- Die Lastweiterleitung in das umgebende Bauteil muss separat ! nachgewiesen werden.
- Die Verbindungsfuge zwischen dem Betonierabschnitt ist aufzurauen und ! der Nachweis des Fugenwiderstandes auf Querkraftbeanspruchung ist nach EN1992-1-1 zu führen.

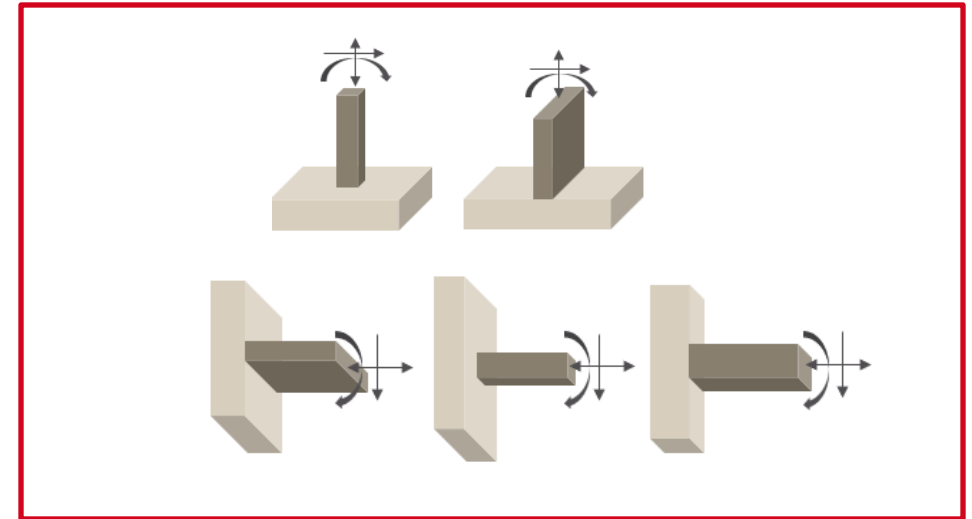


BEMESSUNG GEMÄSS EOTA TR069

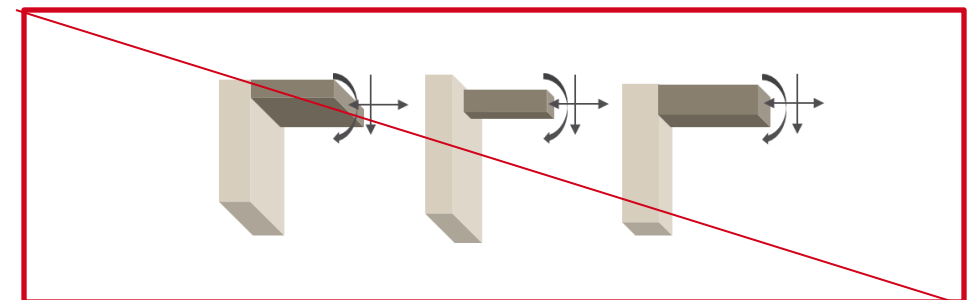
Da die Annahme einer **Verankerung in der Druckzone des Bestandsbetons in der TR069 nicht gefordert** wird, wird der **mögliche Betonkegelausbruch** überprüft



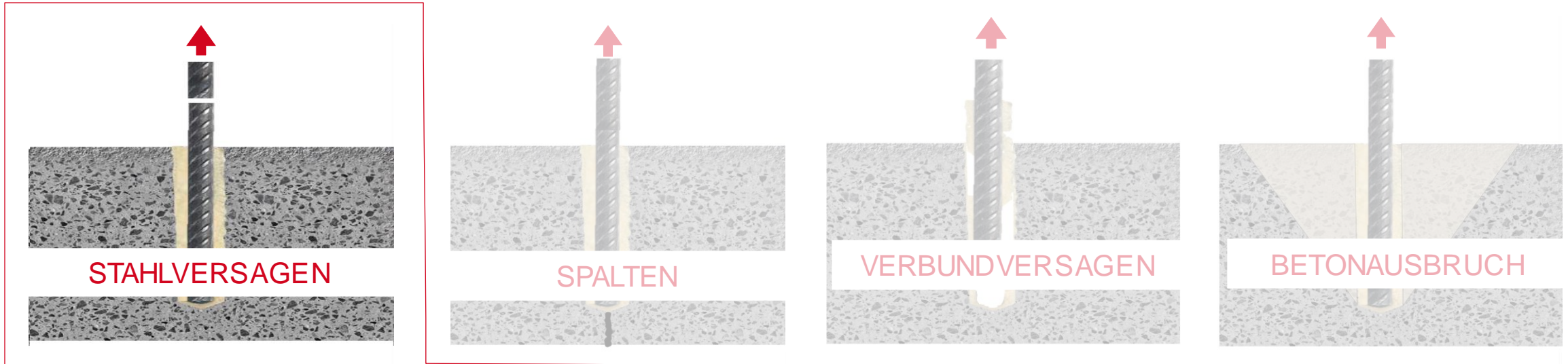
Erlaubte Anwendungen:



NICHT erlaubte Anwendungen:



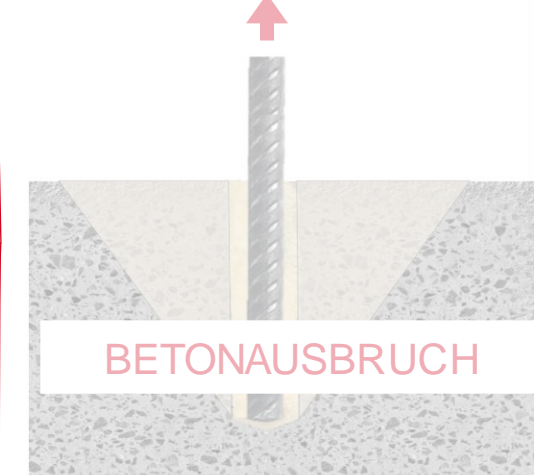
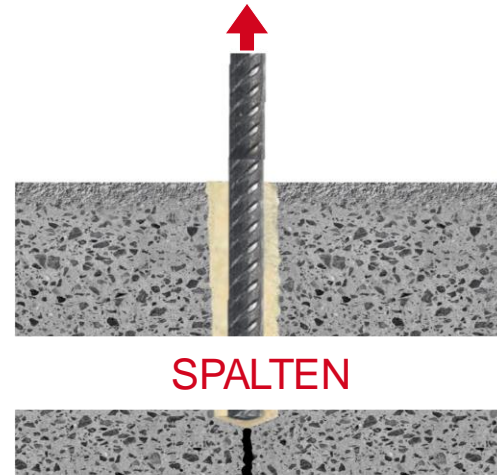
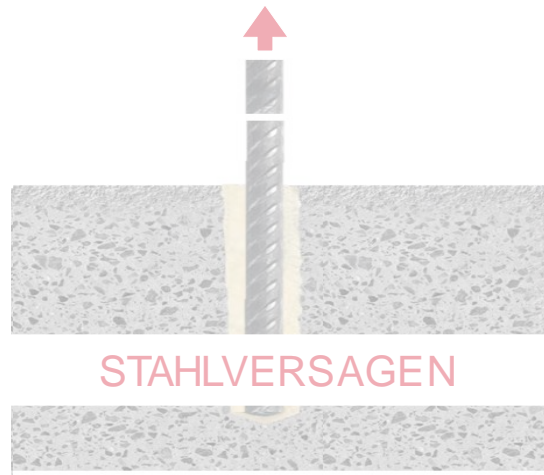
BEI DER BEMESSUNG ZU PRÜFENDE VERSAGENSARTEN GEMÄß EOTA TR069



Typischerweise bevorzugter Versagensmechanismus aufgrund seiner Duktilität:

$$N_{Rk,y} = A_s \cdot f_{yk}$$

BEI DER BEMESSUNG ZU PRÜFENDE VERSAGENSARTEN GEMÄß EOTA TR069



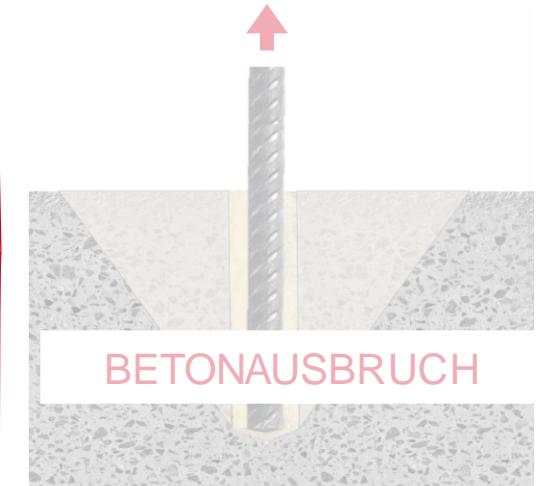
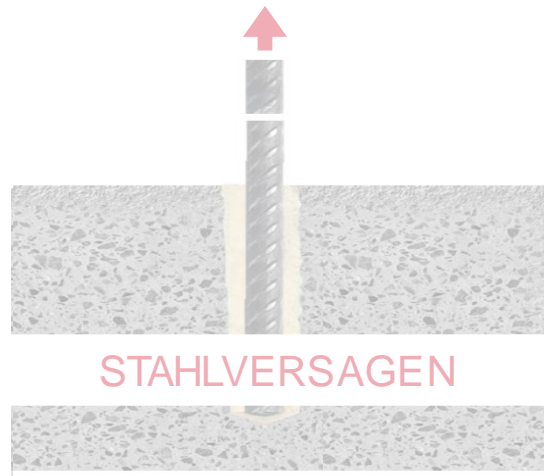
Spaltversagen

Versagen des Verbundes durch Bildung von radialen Rissen im Beton um den Bewehrungsstab herum aufgrund einer geringen Überdeckung und/oder eines geringen Abstands zu benachbarten Bewehrungsstäben

Verbundversagen

Versagen des Verbundes durch Herausziehen des Bewehrungsstabes ohne wesentliche Beschädigung des angrenzenden Betons bei großer Überdeckung und/oder großem Abstand zu benachbarten Bewehrungsstäben

BEI DER BEMESSUNG ZU PRÜFENDE VERSAGENSARTEN GEMÄß EOTA TR069



$$\tau_{Rk,sp} = \eta_1 \cdot A_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{25}\right)^{sp1} \cdot \left(\frac{25}{\phi}\right)^{sp2} \cdot \left[\left(\frac{c_d}{\phi}\right)^{sp3} \cdot \left(\frac{c_{max}}{c_d}\right)^{sp4} + k_m \cdot K_{tr}\right] \cdot \left(\frac{7\phi}{l_b}\right)^{lb1} \cdot \Omega_{p,tr}$$

$$\leq \tau_{Rk,ucr} \cdot \Omega_{cr,03} \text{ (or } \Omega_{p,tr}) \cdot \psi_{sus} \quad \text{for } 7\phi \leq l_b \leq 20\phi$$

$$\leq \tau_{Rk,ucr} \cdot \left(\frac{20\phi}{l_b}\right)^{lb1} \cdot \Omega_{cr,03} \text{ (or } \Omega_{p,tr}) \cdot \psi_{sus} \quad \text{for } l_b > 20\phi$$

A_k = Produktfaktor, der gem. EAD332402 berechnet wird und gem. der gültigen ETA ermittelt werden können.

η_1 = Qualität des Verbundzustandes und der Stabposition während des Betoniervorgangs

Sp1 = Einfluss der Betonfestigkeit, zu entnehmen aus der ETA

Sp2 = Einfluss des Stabdurchmessers, zu entnehmen aus der ETA

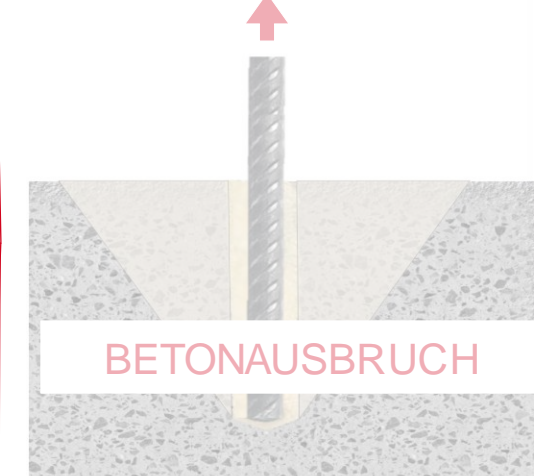
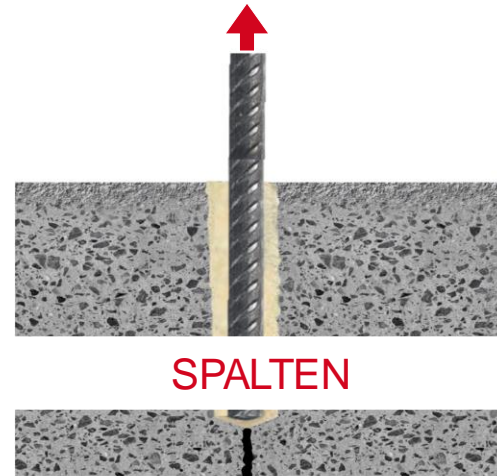
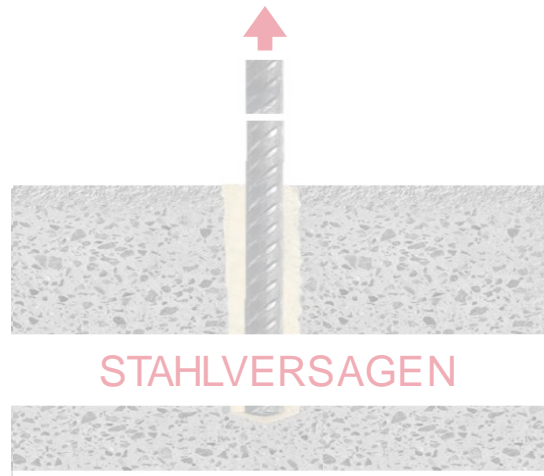
Sp3 = Einfluss der Mindestbetondeckung, zu entnehmen aus der ETA

Sp4 = Einfluss der seitlichen Betondeckung, zu entnehmen aus der ETA

Lb1 = Einfluss der Verankerungslänge, zu entnehmen aus der ETA

○ Produktabhängige
Parameter von ETA

BEI DER BEMESSUNG ZU PRÜFENDE VERSAGENSARTEN GEMÄß EOTA TR069



$$\tau_{Rk,sp} = \eta_1 \cdot A_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{25}\right)^{sp1} \cdot \left(\frac{25}{\phi}\right)^{sp2} \cdot \left[\left(\frac{c_d}{\phi}\right)^{sp3} \cdot \left(\frac{c_{max}}{c_d}\right)^{sp4} + k_m \cdot K_{tr}\right] \cdot \left(\frac{7\phi}{l_b}\right)^{lb1} \cdot \Omega_{p,tr}$$

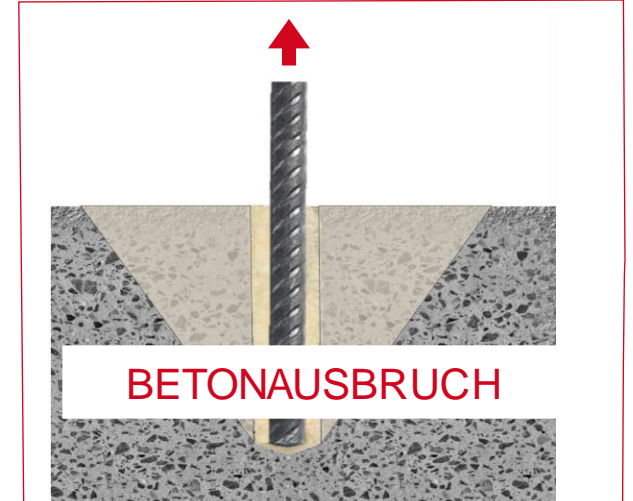
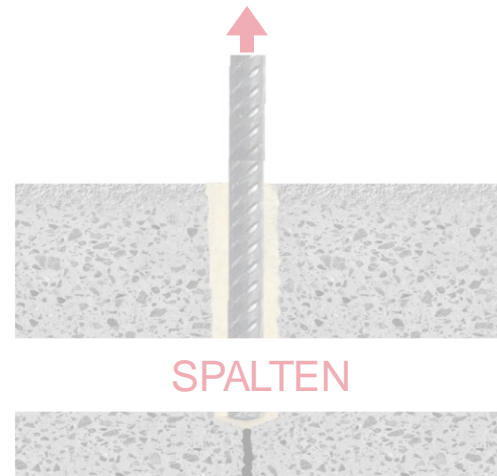
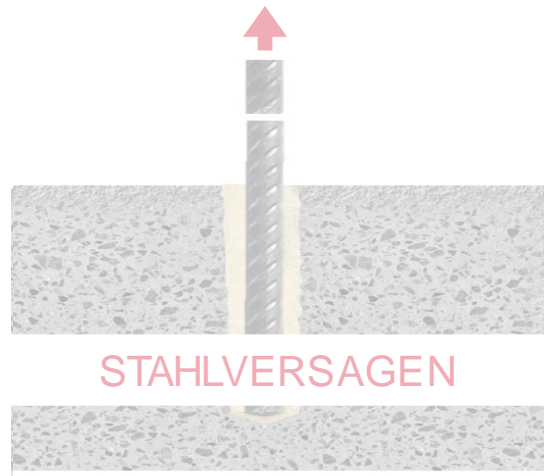
$$\leq \tau_{Rk,ucr} \cdot \Omega_{cr,03} \text{ (or } \Omega_{p,tr}) \cdot \psi_{sus} \quad \text{for } 7\phi \leq l_b \leq 20\phi$$

$$\leq \tau_{Rk,ucr} \cdot \left(\frac{20\phi}{l_b}\right)^{lb1} \cdot \Omega_{cr,03} \text{ (or } \Omega_{p,tr}) \cdot \psi_{sus} \quad \text{for } l_b > 20\phi$$

○ Produktabhängige
Parameter von ETA

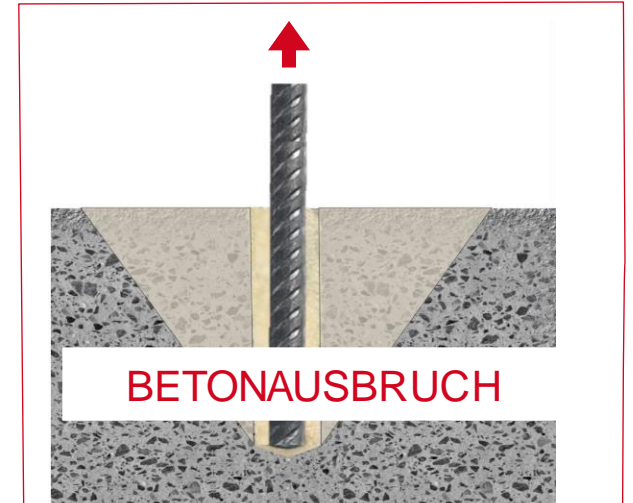
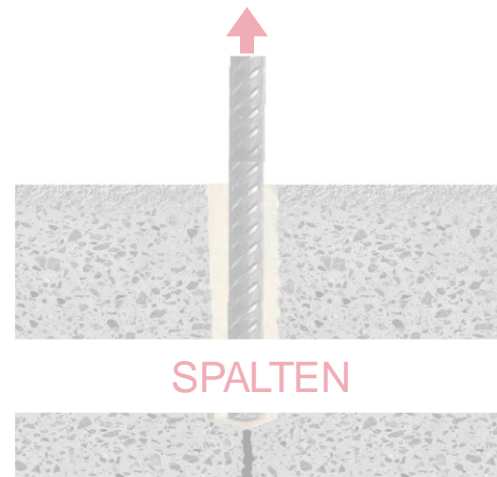
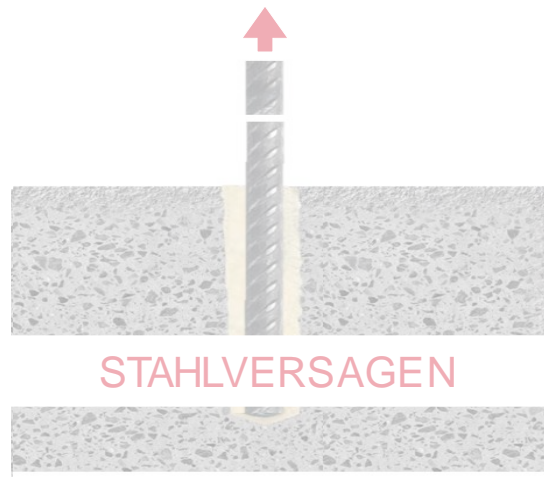
Ψ_{sus} = Faktor zur Berücksichtigung von Dauerlasten
 Ω_{cr} = hängt von der Empfindlichkeit des Systems gegenüber Rissen im Beton ab, die entlang der Stabachse verlaufen; sein Wert kann der ETA des Produkts entnommen werden
 $\Omega_{p,tr}$ = stellt die Auswirkung des Querdrucks senkrecht zur Achse des PIR-Systems gemäß fib-Modellcode 2010 dar

BEI DER BEMESSUNG ZU PRÜFENDE VERSAGENSARTEN GEMÄß EOTA TR069



Versagen des Betonkegels, wenn in der Verankerungszone des Betons keine ausreichende Umschließung gewährleistet werden kann. Dieser Versagensmodus kann nur auftreten, wenn die Druckstrebe fehlt und eine einfache Verankerung nach Dübeltheorie oder EOTA TR 069 gerechnet wird.

BEI DER BEMESSUNG ZU PRÜFENDE VERSAGENSARTEN GEMÄß EOTA TR069



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ac,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{M,N} \text{ [N]}$$

$A_{c,N} / A_{c,N}^0$ = Faktor für die geometrische Wirkung des Achsabstandes und des Randabstandes

$\psi_{s,N}$ = Faktor für die Störung der Spannungsverteilung im Beton infolge der Nähe eines Randes des Betonteils

$\psi_{re,N}$ = Faktor für die Wirkung der dichten Bewehrung

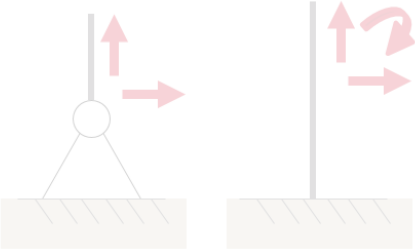
$\psi_{ec,N}$ = für die Lastexzentrizität

$\psi_{M,N}$ = die positive Wirkung einer Druckkraft zwischen Einbauteil und Beton bei Biegemomenten, mit oder ohne Axialkraft.

Anmerkung: Berechnungen nach EN 1992-4, wobei hef durch lb ersetzt wird und keine Beschränkungen für die Gruppengröße gelten.

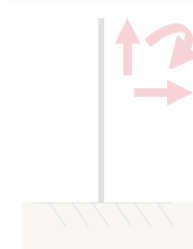
ES GIBT DIV. BEMESSUNGSMETHODEN FÜR NACHTRGL. INSTALL. BEWEHRUNG, DOCH WANN SETZE ICH WELCHE EIN?

ÜBERGREIFUNGSSTOSS
EN1992-1-1 8.7.3



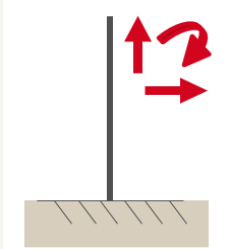
EUROCODE

STABWERKMODELL
EN1992-1-1



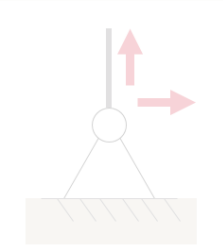
ENDVERANKERUNG

HERSTELLER METHODE
STABWERKMODELL

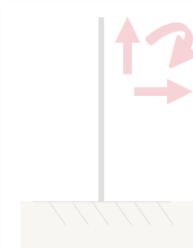


HERSTELLER METHODE

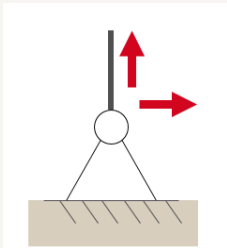
VERANKERUNG
EN1992-1-1 8.4.4



VERANKERUNG
EOTA TR 069

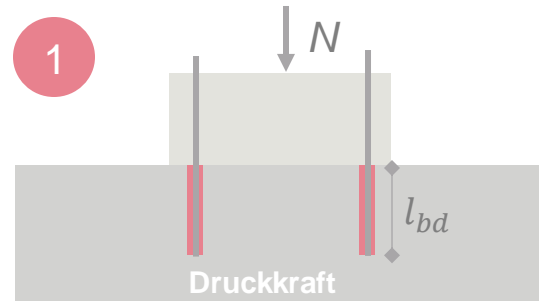
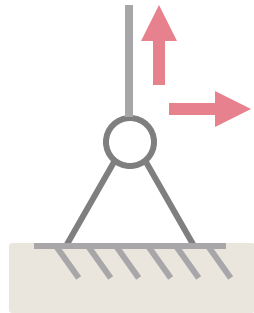


HERSTELLER METHODE
VERANKERUNG

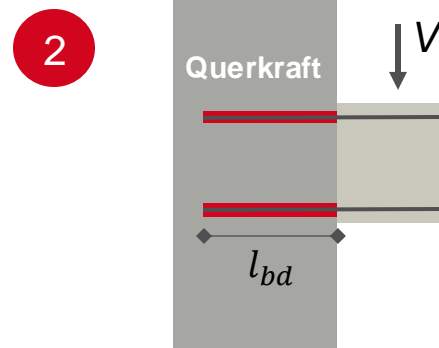


DIE MÖGL. BEMESSUNGSMETHODEN VON ENDVERANKERUNGEN RESULTIEREN AUS DER ART DER VERBINDUNG/ BELASTUNG

Gelenkig gelagerte Verbindung

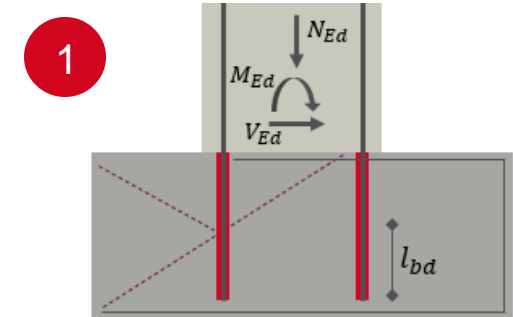
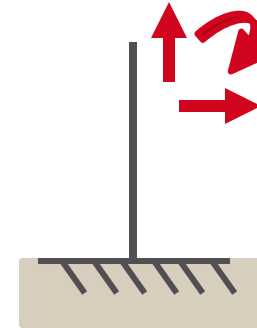


Verankerungslänge (EC2)

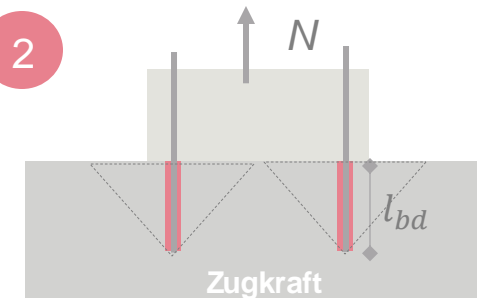


Verankerungslänge (EC2 & Hilti Methode)

Biegesteife Verbindung



Stabwerkmodell mit Verankerungslänge nach EC2 & Hilti Methode

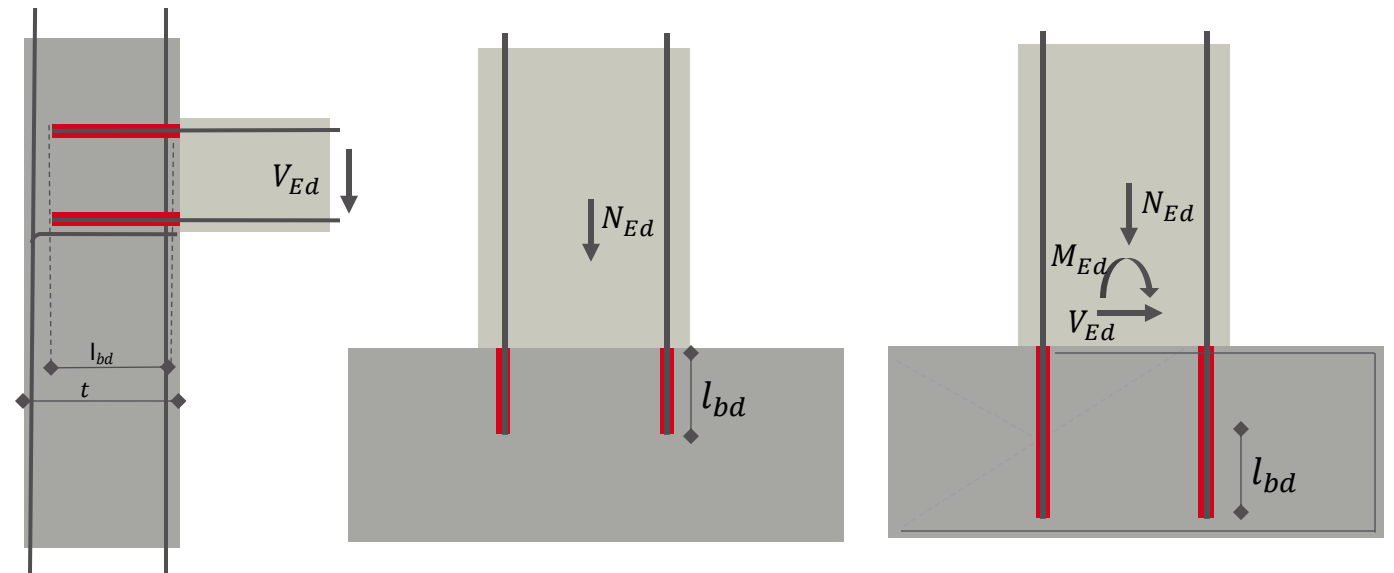


Verankerungslänge unter Berücksichtigung der Betonversagensarten (TR069)

DIE HERSTELLERMETHODEN „ENDVERANKERUNG“ UND „STABWERKSMODELL“ KÖNNEN ZU GERINGEREN EINBINDETIEFEN FÜHREN



- Verankerungslänge wird mit der Herstellermethode bemessen, die das Ergebnis umfangreicher Forschungsarbeiten vom Mörtelhersteller und Partnern ist
- Anwendung der Herstellermethoden kann zu geringeren Verankerungslängen führen als nach EC2, da mit erhöhten Verbundfestigkeiten bemessen werden kann



LIVE - BEMESSUNGSBEISPIEL



AGENDA

Einleitung typische Anwendungen für nachträgliche Bewehrungsanschlüsse

einbetonierte vs. nachtrgl. installierte Bewehrung vs. Dübeltheorie

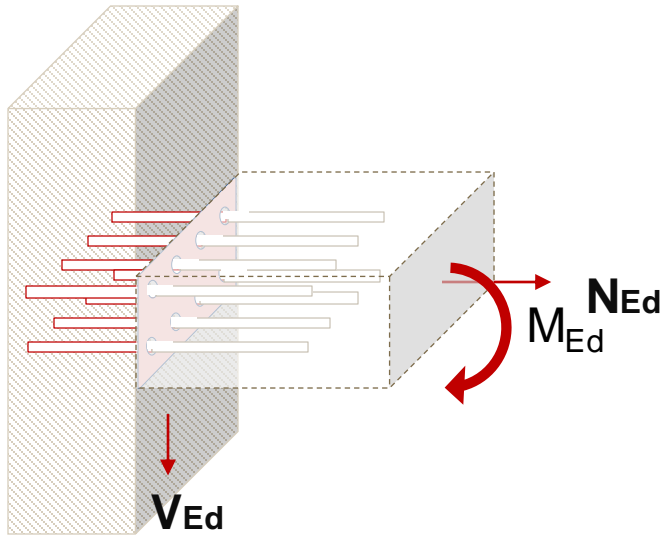
Was ist bei der Ausführung von nachtrgl. Bewehrungsanschlüssen zu beachten

Die unterschiedlichen Bemessungsmethoden für Bewehrungsanschlüsse

Ansätze des Querkraftnachweises über die raue Fuge

Beispiel Berechnung in Bemessungssoftware

BEMESSUNG DER QUERKRAFTÜBERTRAGUNG DER AUFGERAUTEN FUGE NACH DREI MÖGL. ANSÄTZEN:



- 1. Vorherrschende Biegung ohne Querkraftbewehrung**
 $e_d/h \geq 3.5 \rightarrow$ EN 1992-1-1 6.2.2
- 2. Vorherrschende Biegung mit Querkraftbewehrung in einem neuen Bauteil**
 $e_d/h \geq 3.5 \rightarrow$ EN 1992-1-1 6.2.3
- 3. Vorherrschender Druck und/oder einwirkende Querkraft**
 $e_d/h < 3.5 \rightarrow$ EN 1992-1-1 6.2.5+ NA DE

Aufgrund der rein axialen Belastbarkeit der nachträglich installierten Bewehrungsanschlüsse muss die auftretende Querkraft über die Schnittstellenoberfläche abgetragen werden.

Die Schubfuge muss entsprechend aufgeraut werden, um sicherzustellen, dass die Querlast durch Reibung übertragen wird.

1) UND 2) – VORHERSCHENDE BIEGUNG MIT UND OHNE QUERKRAFTBEWEHRUNG

Die wirkenden Kräfte sind begrenzt auf: $V_{Ed} \leq 0,5 b_w d v f_{cd}$

aus experimentellen Versuchsergebnissen abgeleiteter
semi-empirischer Ansatz

Mindesttragfähigkeit

EN1992-1-1 6.2.2

$$V_{Rd,c} = \max(C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck}) + k_1 \sigma_{cp} ; v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

Bauteile, für die die Querkraftbewehrung nicht bemessen werden muss

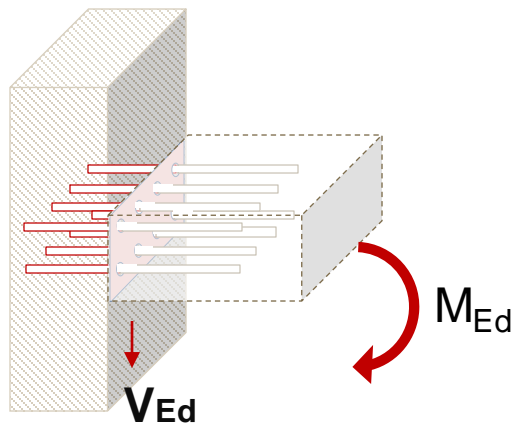
EN1992-1-1 6.2.3

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta)$$

Bauteile, für die Querkraftbewehrung bemessen werden muss

WANN WELCHER NACHWEIS ZU NEHMEN IST, IST NICHT IM EN 1992-1-1 SONDERN IM NATIONALEN ANHANG GEREGET.

Schubkraftübertragung der Fuge für den Anschluss unter vorherrschendem Biegemoment nach DIN EN 1992-1-1 NA 2013-04:



NCI Zu 6.2.5

(NA.6) Bei überwiegend auf Biegung beanspruchten Bauteilen mit Fugen rechtwinklig zur Systemachse wirkt die Fuge wie ein Biegeriss. In diesem Fall sind die Fugen rau oder verzahnt auszuführen. Der Nachweis sollte deshalb entsprechend 6.2.2 und 6.2.3 geführt werden. Dabei sollte sowohl $V_{Rd,c}$ nach Gleichung (6.2) als auch $V_{Rd,cc}$ nach Gleichung (6.7bDE) als auch $V_{Rd,max}$ nach Gleichung (6.9) bzw. Gleichung (6.14) im Verhältnis $c/0,50$ abgemindert werden. Bei dynamischer oder Ermüdungsbeanspruchung darf hier der Beiwert c nach 6.2.5 (2) angesetzt werden. Bei Bauteilen mit Querkraftbewehrung ist die Abminderung mindestens bis zum Abstand von $l_e = 0,5 \cdot \cot\theta \cdot d$ beiderseits der Fuge vorzunehmen.

1) UND 2) – VORHERSCHENDE BIEGUNG MIT UND OHNE QUERKRAFTBEWEHRUNG

Die wirkenden Kräfte sind begrenzt auf: $V_{Ed} \leq 0,5 b_w d v f_{cd}$

aus experimentellen Versuchsergebnissen abgeleiteter
semi-empirischer Ansatz

Mindesttragfähigkeit

EN1992-1-1 6.2.2

$$V_{Rd,c} = \max(C_{Rd,c} k (100 \rho_I f_{ck}) + k_1 \sigma_{cp} ; v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \quad c/0,5$$

Bauteile, für die die Querkraftbewehrung nicht bemessen werden muss

EN1992-1-1 6.2.3

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) \quad c/0,5$$

Bauteile, für die Querkraftbewehrung bemessen werden muss

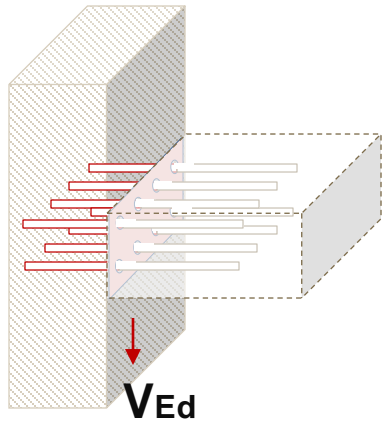
In diesem Fall müssen die Fugen rau oder verzahnt sein. Sowohl $V_{Rd,c}$ als auch $V_{Rd,max}$ sollten im Verhältnis $c/0,50$ reduziert werden.

c = Rauigkeitsbeiwert gem. EN 1992-1-1

c = 0,4 für raue Fuge

c = 0,5 für verzahnte Fuge

3) VORHERRSCHENDER DRUCK UND/ ODER QUERKRAFT



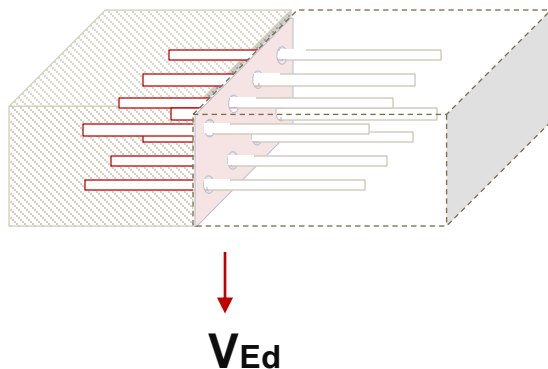
EN1992-1-1 6.2.5

$$V_{Rd,i} = \underbrace{c f_{ctd} + \mu \sigma_n}_{V_{Rd,c}} + \underbrace{\rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)}_{V_{Rd,s}} \leq 0,5 v f_{cd}$$

Wirkung des Betons Wirkung des Stahls

Wenn $V_{Rd,c} \geq V_{Ed}$ → Keine Anforderungen an Bewehrung, die die Fuge kreuzt → $L_{0,min} / l_{bd,min}$ wird auf Zug berechnet

Wenn $V_{Rd,c} \leq V_{Ed}$ → Bewehrung, die die Fuge kreuzt, ist für die Querkraft erforderlich → $L_{bd,y}$ erforderlich für die beteiligten Stäbe



- Der Beitrag des Betons in der Zugzone wird vernachlässigt.
- σ_n wird als die mittlere Axialspannung in der Druckzone angenommen.
- "Eingespannte Stäbe" dürfen keine Spannung aufnehmen, um der Biegung zu widerstehen
- Keine Lösung, wenn der gesamte Querschnitt auf Zug beansprucht wird

LIVE - BEMESSUNGSBEISPIEL



AGENDA

Einleitung typische Anwendungen für nachträgliche Bewehrungsanschlüsse

einbetonierte vs. nachtrgl. installierte Bewehrung vs. Dübeltheorie

Was ist bei der Ausführung von nachtrgl. Bewehrungsanschlüssen zu beachten

Die unterschiedlichen Bemessungsmethoden für Bewehrungsanschlüsse

Ansätze der Querkraftnachweise über die raue Fuge

Beispiel Berechnung in Bemessungssoftware

DANKE FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT!

