

# Befestigungstechnik Bemessung und Einbaubedingungen

25. Bautechnisches Seminar NRW  
25.10.2016



# Befestigungstechnik

## Definition:

Die **Befestigungstechnik** dient in der Baupraxis der Befestigung von Konstruktionen an Bauteilen aus Stahlbeton oder Mauerwerk. Dazu gehören **Verbindungselemente** und Werkzeuge. Verwendet werden Bohrer für Stein und Beton, Bolzen mit Bolzensetztechnik und Dübel aus Metall oder Kunststoff.

(Wikipedia)

Betonschraube



Bolzenanker



Chemischer Dübel  
Verbundanker



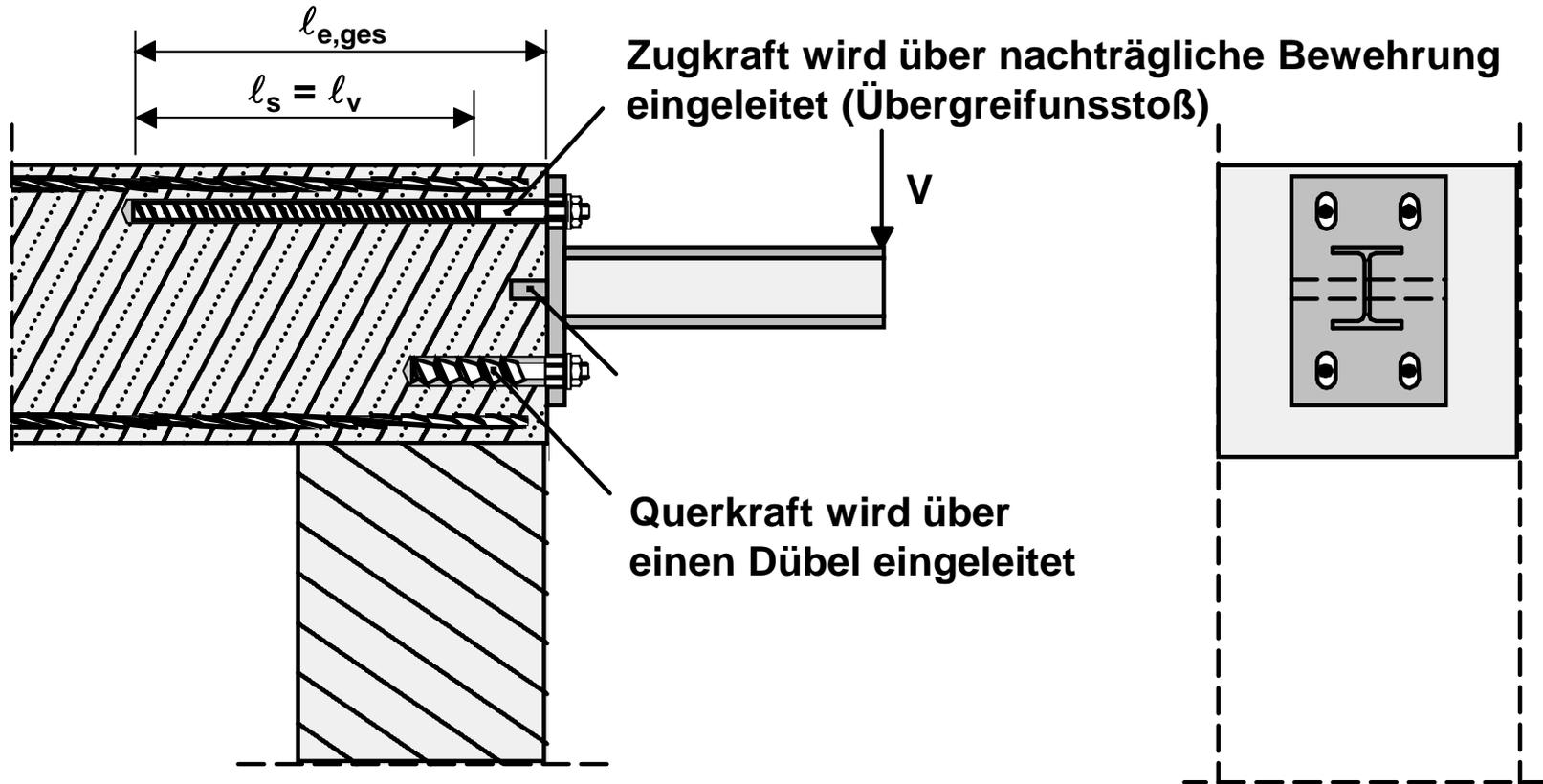
# Befestigungstechnik = Krafteinleitung



Zu große Lasten für einen Dübel?



# Es gibt viele Theorien – nutzen Sie sie



# Übersicht der Befestigungstheorien

Nachtr. Bewehrungsanschlüsse	Dübel (mechanisch und chemisch)	Extendet, FiB Model
Übergreifungsstoß oder Endverankerung	Einzel- oder Gruppenanordnung	CCLT-Methode (Concrete Load Transfer)
Untergrund Beton	Untergrund Beton oder Mauerwerk	Übertragung der Schubkraft im Riss
Bemessung nach EC2+N.A.	Bemessung nach Dübeltheorie (Anhang C oder TR`s)	Zugelassene Systeme Bemessung und Ausführung geregelt
Zulassungs- und Einbaubedingungen sind zu beachten	Einbaubedingungen der Zulassungen beachten	Theorie des kritischen Schubrisses nach Muttoni

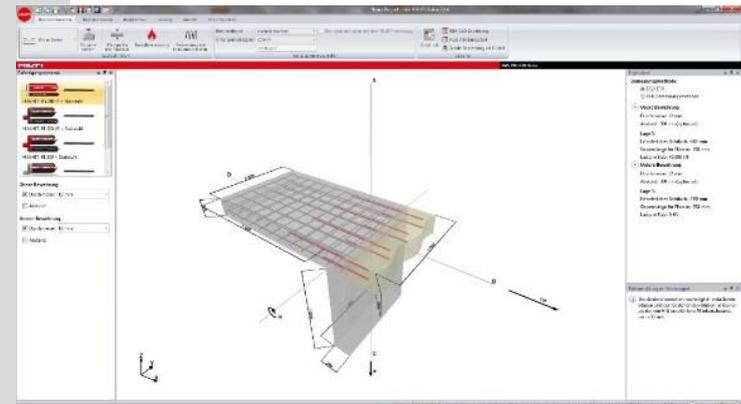
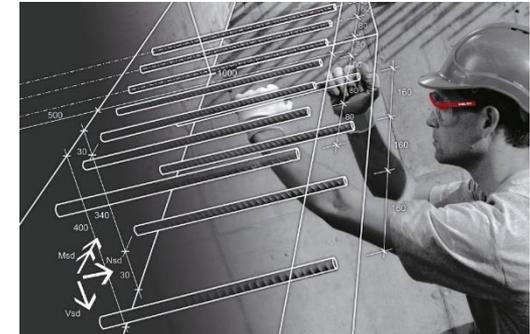


## Ergänzungen zum EC2 durch ETA'S

### Unterschiede:

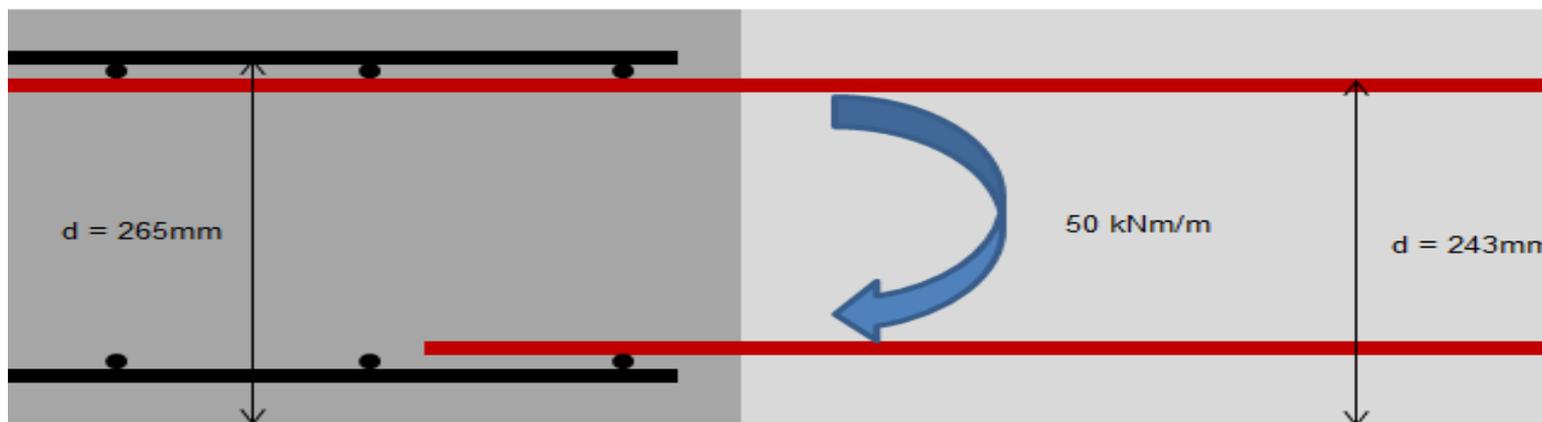
- Verankerungslänge beginnt ab **Bestandsbewehrung**
- Erhöhung der Verankerungslänge bei **Abstand  $>4d_s$**  (äquivalent EC2)
- **Aufrauen der Fuge** zur Übertragung der Querkraft erforderlich (äquivalent EC2)
- **Einbautemperatur** in Abhängigkeit
- vom gewählten Mörtel
- Zusätzliche Kriterien bei **Mindestbetondeckung**
- **Kleinerer Hebelarm** durch erhöhte Betondeckung

**Bemerkung:**  
Statik sollte mit **Bemessungssoftware** erstellt werden.



# Beispiel:

**kleinerer Hebelarm / höhere Zuglast / größere Verankerungslänge**



## Bestehende Bewehrung

$$M_{Sd} = 50\text{ kNm/m}$$

$$d = 0,265\text{m}$$

$$z = 0,965 * 0,265 = 0,256\text{m}$$

$$F_{Sd} = 50 / 0,256 = 195,5\text{ kN/m}$$

## Neue Bewehrung

$$M_{Sd} = 50\text{ kNm/m}$$

$$d = 0,208\text{m}$$

$$z = 0,959 * 0,243 = 0,233\text{m}$$

$$F_{Sd} = 50 / 0,233 = 214,50\text{ kN/m}$$

# Einbaubedingungen durch nationale Verwendungszulassungen

## Setzanweisungen:

- Bohrlocherstellung (Bemessungsrelevant!)
- Bohrlochreinigung
- Einbautemperatur in Abhängigkeit vom gewählten Mörtel (Bemessungsrelevant!)
- Auspressgerät in Abhängigkeit von der Bohrlochtiefe
- Verarbeitungs- und Aushärtezeit in Abhängigkeit vom gewählten Mörtel

## Anforderungen an Ausführende Firma/Personal:

- Zertifizierungen erfolgen durch DIBt anerkannte Stellen
- Ausführung durch Fachfirma mit geschultem Personal und qualifizierter Bauleitung
- Einbau durch zertifiziertes Personal (Schulung erfolgt durch Hersteller / Nachweis durch DIBt)
- Montageprotokoll muss geführt werden

# Übersicht der Befestigungstheorien

Nachtr. Bewehrungsanschlüsse	Dübel (mechanisch und chemisch)	Extendet, FiB Model
Übergreifungsstoß oder Endverankerung	Einzel- oder Gruppenanordnung	CCLT-Methode (Concrete Concrete Load Transfer)
Untergrund Beton	Untergrund Beton oder Mauerwerk	Übertragung der Schubkraft im Riss
Bemessung nach EC2+N.A.	Bemessung nach Dübeltheorie (Anhang C oder TR`s)	Zugelassene Systeme Bemessung und Ausführung geregelt
Zulassungs- und Einbaubedingungen sind zu beachten	Einbaubedingungen der Zulassungen beachten	Theorie des kritischen Schubrisses nach Muttoni



# Anforderungen an den Planer sind klar definiert



*Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen (Oktober 2010)*

## Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	3
1	Allgemeines	3
2	Planerische Vorgaben für die Montage	4
3	Montageanweisungen	5
3.1	Montageanweisungen für Dübel	5
3.2	Zusätzliche Montagebedingungen	6
4	Kompetenzanforderungen an Dübelmonteure	7
4.1	Grundwissen (grundsätzliche Kompetenzanforderungen für alle Dübeltypen)	7
4.2	Dübelspezifisches Fachwissen	8
5	Dübelschulungen und Schulungsmaßnahmen	11



# Typ, Bohrverfahren, Anordnung, etc.

## 2 Planerische Vorgaben für die Montage

Dübelsysteme müssen geplant und bemessen werden. Die Auswahl, Planung und Bemessung eines Dübelsystems gehören nicht zu den Aufgaben der Monteure. Abweichungen von den Vorgaben der Konstruktionszeichnungen dürfen durch den Monteur nicht eigenmächtig vorgenommen werden.

In den Konstruktionszeichnungen sollen mindestens folgende Details angegeben sein:

- Dübel-Typ, Abmessung, Materialvariante, Nutzlänge, bei Dübeln mit variabler Verankerungstiefe zusätzlich Verankerungstiefe und Bohrlochtiefe,
- Bohrverfahren,
- Verankerungsgrund, Bezeichnung z.B. C20/25,
- geometrische Anordnung der Verankerung mit Abständen zu Rändern und weiteren Dübeln sowie Bauteildicke,
- gegebenenfalls Montagebedingungen für bestimmte Dübel (z.B. besondere Bohrlochreinigung bei chemischen Dübelsystemen),
- geometrische Abmessungen des zu befestigenden Anbauteils einschließlich Position und Durchmesser der Durchgangslöcher,
- Dicke und Art der in der Planung berücksichtigten nichttragenden Schichten,
- nachträglicher Korrosionsschutz bei Kunststoff-Rahmendübeln, falls in der Zulassung gefordert.

Achtung:

Kriterien wie z.B. die Bohrlochtiefe sind Herstellerabhängig!

# Einbaubedingungen der Zulassungen

## Setzanweisungen:

- Bohrlocherstellung (Hammerbohren, Diamantbohren, nass, trocken)
- Bohrlochreinigung (manuell, automatisch, etc.)
- Einbautemperatur bei chemischen Dübeln beachten
- Anzugsdrehmoment beachten

## Anforderungen an Ausführende Firma/Personal:

- Einbau durch geschultes Personal
- Schulung erfolgt durch Hersteller
- Es existieren keine Einheitlichen vorgaben und keine Zertifizierung durch anerkannte Stellen
- Zertifizierung durch Hersteller und Montageprotokoll kann gefordert werden

# Die Theorie entscheidet

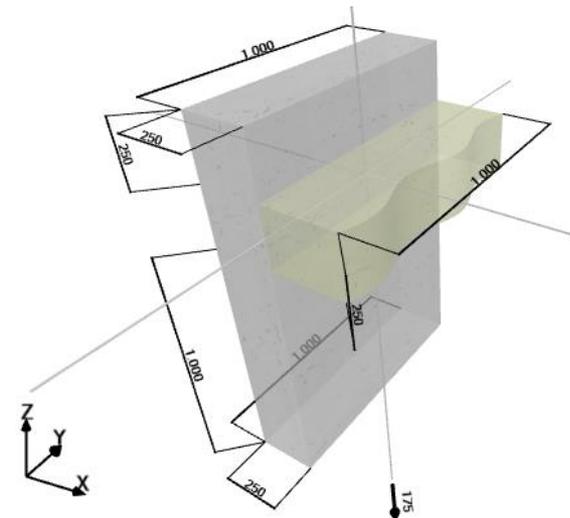
Setzanweisungen und die Anforderungen an das Personal sind Theorieabhängig!

## Beispiel Verbundanker:

Bemessung kann nach EC2+NA(DE) oder Dübeltheorie erfolgen.

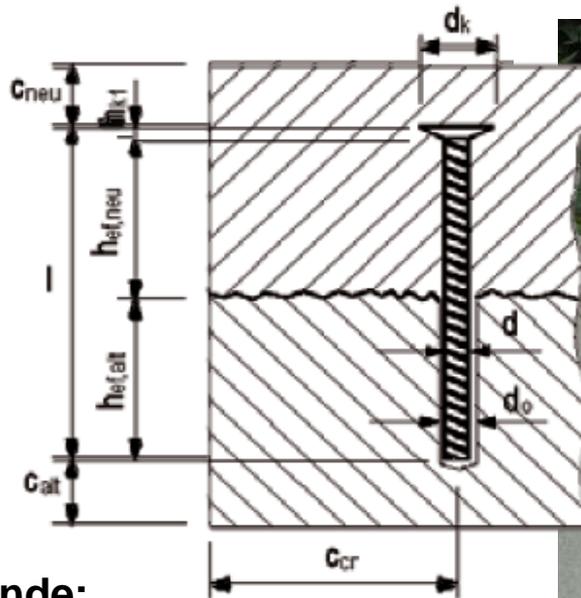
Entsprechend der Bemessung gelten *verschiedene Zulassungen* und damit unterschiedliche Setzanweisungen und unterschiedliche Anforderungen beim Einbau.

Nachträgliche Bewehrungsanschlüsse	Dübel (mechanisch und chemisch)	Extendet, FiB Model
Übergreifungsstoß oder Endverankerung	Einzel- oder Gruppenanordnung	CCLT-Methode (Concrete Concrete Load Transfer)
Untergrund Beton	Untergrund Beton oder Mauerwerk	Übertragung der Schubkraft im Riss
Bemessung nach EC2+NA(DE)	Bemessung nach Dübeltheorie (Anhang C oder TR`s)	Zugelassene Systeme Bemessung und Ausführung geregelt
Spalt- und verbundversagen	Zugfestigkeit Beton (Betonausbruch)	
Zulassungs- und Einbaubedingungen sind zu beachten	Einbaubedingungen der Zulassungen beachten	



# Befestigung Beton auf Beton

Ziel: Vergrößerung des inneren Hebelarmes damit die Zugbewehrung wieder ausreicht



## Gründe:

- Nutzungsänderung
- Änderung des statischen Systems
- neue Normen mit höheren Nutzlasten und / oder neuen

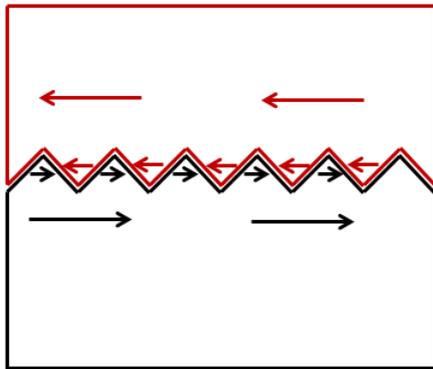
# Übersicht der Befestigungstheorien

Nachträgliche Bewehrungsanschlüsse	Dübel (mechanisch und chemisch)	<b>Extendet, FiB Model</b>
<p>Übergreifungsstoß oder Endverankerung</p> <p>Untergrund Beton</p> <p>Bemessung nach EC2+NA(DE)</p> <p>Spalt- und verbundversagen</p> <p>Zulassungs- und Einbaubedingungen sind zu beachten</p>	<p>Einzel- oder Gruppenanordnung</p> <p>Untergrund Beton oder Mauerwerk</p> <p>Bemessung nach Dübeltheorie (Anhang C oder TR`s)</p> <p>Zugfestigkeit Beton (Betonausbruch)</p> <p>Einbaubedingungen der Zulassungen beachten</p>	<p><b>CCLT-Methode (Concrete Load Transfer)</b></p> <p>Übertragung der Schubkraft im Riss</p> <p>Zugelassene Systeme Bemessung und Ausführung geregelt</p>

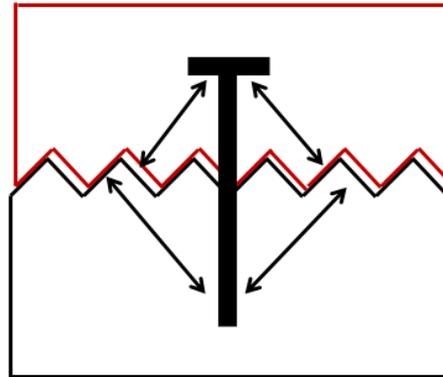


# Modellbildung: Bekanntes und Neues

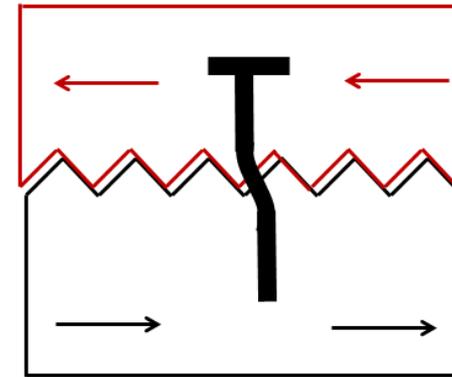
$$v_{Rd} = \left[ 0,09 * k_T * f_{ck}^{1/3} + \mu * \left( \rho * \kappa * \frac{f_{u,k}}{\gamma_{s,N}} + \sigma_n \right) + \alpha_s * \rho * \sqrt{\frac{f_{u,k}}{\gamma_{s,V}} * \frac{0,85 * f_{ck}}{\gamma_c}} \right] * b_j$$



**Kornverzahnung**



**Dübelwirkung**



**Biegung**

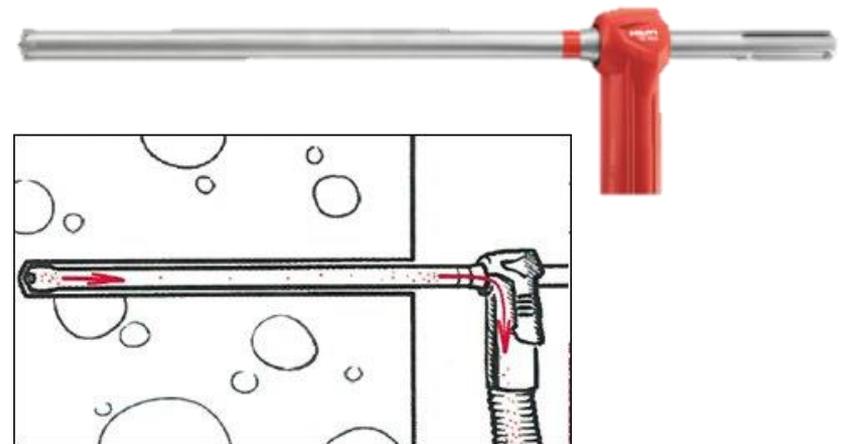
# Bauliche Durchbildung

## Arbeitsschritte:

- Oberfläche Altbeton aufrauen (Ideal: mittlerer Rautiefe  $R_t \geq 3$  mm, freies Korngerüst)
- Bohrlocherstellung mit geeignetem System
- Einbau der Schubverbinder (Setzanweisungen des gewählte Systems beachten)
- Aufbringen des Betons (Oberfläche muss staubfrei und feucht sein)

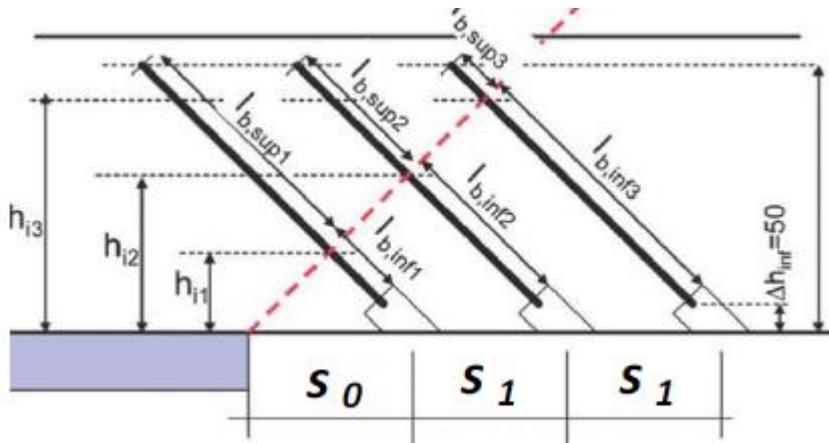
## Empfehlung:

Auf Grund der meist sehr hohen Anzahl an Löchern und der Vorgabe der staubfreien Oberfläche sollte ein Bohrsystem mit **automatischer Staubabsaugung** verwendet werden.



# Nachträgliche Befestigung im Beton

Ziel: Vergrößerung der Querkrafttragfähigkeit



## Gründe:

- Zu wenig Querkraftbewehrung
- Änderung des statischen Systems
- neue Normen mit höheren Nutzlasten

# Die Technik schreitet voran – gehen Sie mit

Nachtr. Bewehrungsanschlüsse	Dübel (mechanisch und chemisch)	Extendet, FiB Model
<p>Übergreifungsstoß oder Endverankerung</p> <p>Untergrund Beton</p> <p>Bemessung nach EC2+N.A.</p> <p>Zulassungs- und Einbaubedingungen sind zu beachten</p>	<p>Einzel- oder Gruppenanordnung</p> <p>Untergrund Beton oder Mauerwerk</p> <p>Bemessung nach Dübeltheorie (Anhang C oder TR` s)</p> <p>Einbaubedingungen der Zulassungen beachten</p>	<p>CCLT-Methode (Concrete Load Transfer)</p> <p>Übertragung der Schubkraft im Riss</p> <p>Zugelassene Systeme Bemessung und Ausführung geregelt</p> <p>Theorie des kritischen Schubrisses nach Muttoni</p>

# Modellbildung: Bekanntes und Neues

$$N_{si,d} = \min(N_{si,el,d}; N_{si,pl,d}; N_{si,b,d}; N_{si,p,d})$$

Verdrehung des Stabes:

$$N_{si,el,d} = K_{ai} \cdot \sqrt{\Delta\psi_d \cdot h_i \cdot \sin(\alpha + \beta_i)}$$

Stahlwiderstand:

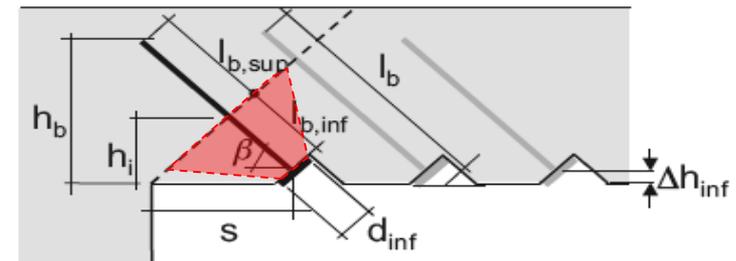
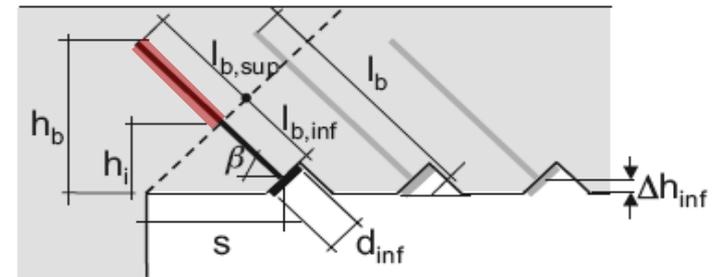
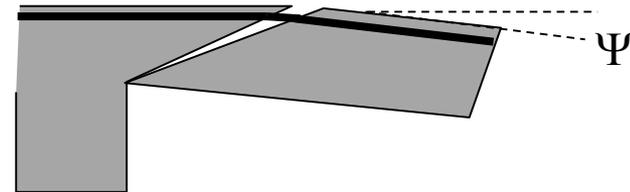
$$N_{si,pl,d} = A_{si} \cdot f_{yd}$$

Verbundversagen:

$$N_{si,b,d} = \tau_{bd} \cdot d_b \cdot \pi \cdot \ell_{bsi}$$

Betonausbruch:

$$N_{si,p,d} = A_{si} \cdot \frac{0.360}{\gamma_c} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\ell_{bii}^{1.5}}{d_{bi}^2} \left( \frac{d_{inf,i}}{\ell_{bii}} \right)$$



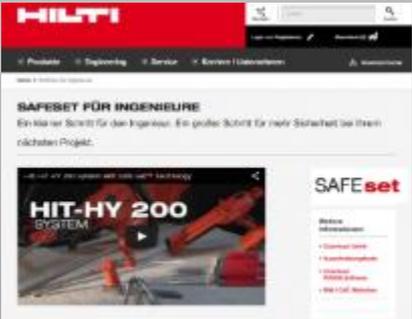
# Umsetzung erfordert hohes Maß an Erfahrung



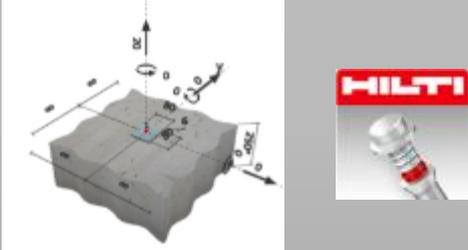
## Systemkette

- Detektion
- Bemessung
- Bohrlocherstellung
- Verdübelung
- Nachbehandlung (z.B. Brandschutz)

# Über 75 Jahre Erfahrung in der Befestigungstechnik!



[www.hilti.de](http://www.hilti.de)



PROFIS Software und Apps



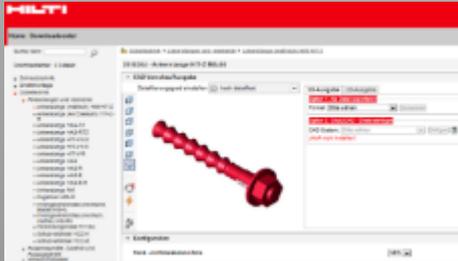
[www.ausschreiben.de](http://www.ausschreiben.de)



Technische Handbücher  
u.a. Befestigungstechnik



Techn. Download Center  
u.a. Zulassungen und Prüfzeugnisse



BIM/CAD Library



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**