



HANDBUCH DER BEFESTIGUNGS- TECHNIK

Nachträglich installierte
Durchstanzbewehrung
Hilti HZA-P



Vorwort

Eine beachtliche Anzahl Flachdecken muss gegen Durchstanzen verstärkt werden, sei es aus Sicherheitsgründen (erhöhte Lasten oder Planungs- bzw. Ausführungsmängel), sei es um erhöhte Anforderungen neuer Normengenerationen zu erfüllen. Bisherige Verstärkungsmethoden sind jedoch oft nicht vollständig zufriedenstellend, oder sie können in vielen Fällen nicht angewendet werden (z.B. Stützenverbreiterung bei eingeschränkten Platzverhältnissen oder fehlende Zugänglichkeit zur Decke von beiden Seiten). In diesem Dokument wird ein von Hilti entwickeltes, innovatives System vorgestellt, welches die meisten der oben genannten Schwierigkeiten löst. Es besteht aus schräger Schubbewehrung, welche mit einem Hochleistungsverbundmörtel in von der Unterseite der Decke gebohrte Löcher installiert wird.



Die Bemessung der nachträglich installierten Schubbewehrung wird mit Hilfe der Theorie des kritischen Schubrisses durchgeführt. Diese Theorie wurde ursprünglich in den 1980-er Jahren in der Schweiz entwickelt und bildet derzeit den theoretischen Hintergrund der schweizerischen Stahlbetonnorm (SIA 262, 2013). Die Theorie erlaubt die Berechnung sowohl des Widerstands, als auch der Verformungskapazität von Bauteilen unter Durchstanzlasten. Sie wurde an der Eidgenössisch Technischen Hochschule in Lausanne (Schweiz) in Zusammenarbeit mit Spezialisten von Hilti auf das in diesem Dokument beschriebene Verstärkungssystem erweitert. Diese Arbeit führte zu einem recht einfachen und klaren Bemessungskonzept, welches den Einfluss der vielen mechanischen und geometrischen Parameter sowohl der Decken als auch der Schubbewehrung berücksichtigt.

Die mit dem Bemessungskonzept erzielten Vorhersagen wurden mit den Resultaten einer von Hilti durchgeführten Serie von 12 Versuchen an Platten in voller Grösse überprüft. Die Versuchskörper (3.0m x 3.0m x 0.25m) entsprachen mit unterschiedlichen Zug- und Schubbewehrungsgraden dem Spektrum, das in bestehenden Bauten effektiv vorkommt. Die Theorie konnte sowohl den Durchstanzwiderstand als auch die Verformungskapazität mit hoher Genauigkeit und genügendem Sicherheitsabstand vorhersagen. Zusätzlich wurden 6 Platten geprüft, welche tatsächlich vorhandene Decken mit ungewöhnlichen Details der Geometrie oder Bewehrung aufwiesen (einbetonierte Stahlpilze, aufgebogene Bewehrung und rechteckige Stützen). Der Vergleich dieser Versuchsergebnisse mit der Theorie ermöglichte wiederum sehr gute Vorhersagen in Bezug auf die maximalen Traglasten und die effektiv auftretenden Versagensarten.

Schliesslich wird in diesem Dokument auch eine Reihe von konstruktiven Regeln angegeben, um das korrekte Verhalten des Systems sicherzustellen. Solche aus theoretischen Überlegungen abgeleitete Regeln wurden durch die Versuche bestätigt; deren Einhaltung verhindert das Auftreten von unerwünschten Versagensarten.

Dr. Aurelio Muttoni, Professor an der Eidgenössisch Technischen Hochschule in Lausanne, Schweiz

Inhalt

Vorwort	1
1 Nachträglich eingebaute Durchstanzbewehrung	3
1.1 Anwendungsbereich	3
1.2 Vorteile der Methode	3
2 Systembeschreibung	4
3 Bemessung	5
3.1 Grundsätzliche Überlegungen	5
3.2 Bewertung der von der Bewehrung aufzunehmenden Last	5
3.3 Bemessung der Verstärkung mit HZA-P	7
3.4 Regeln für eine gute Detaillierung	9
3.4.1 Anzahl der Strahlen	9
3.4.2 Anzahl der Verstärkungen je Strahl	9
3.4.3 Radialer Abstand zwischen Verstärkung und Stütze	9
3.4.4 Radialer Abstand der Verstärkungen	9
3.4.5 Axialer Abstand der Verstärkungen	9
3.4.6 Richtung der Bohrungen	9
3.4.7 Länge der Bohrungen	9
4 Hilti Bemessungs-Tool Durchstanzen	10
4.1 Startmenü	10
4.2 Geometrie und Bemessungswerte	11
4.3 Bewehrungsanker	11
4.4 Bewehrungsankerreihe	11
4.5 Anordnung der Bewehrung	11
4.6 Bericht	12
4.7 Allgemeine Informationen	12
4.8 Zusätzliche Informationen	13
5 Beispiel	15
6 Testergebnisse	20
7 Referenzen	20
8 Setzanweisung	21
8.1 Detektieren und Markierung der vorhandenen unteren Bewehrung	21
8.2 Bohren und Bohrlochvorbereitung	21
8.2.1 Bohrerherstellung (Hammerbohrung)	22
8.2.2 Verlängerung der Bohrlöcher für die untere Verankerung	22
8.2.3 Bohrlochreinigung	23
8.3 Injektionsvorbereitung	24
8.4 Injektion von Mörtel	26
8.5 Montage der Durchstanzbewehrung	28
8.6 Montage des Ankerkopfes	29
8.6.1 Montage von Einspritzscheibe und Mutter	29
8.6.2 Injizieren des Ringspalts mit dem Mörtel HIT-RE 500 V3	31
8.6.3 Verfüllung der Bohrlochabsenkung mit Brandschutzmörtel CP 636	31
Der Ankerkopf wird mit Brandschutzmörtel CP 636 abgedeckt.	31
9 Material	32

1 Nachträglich eingebaute Durchstanzbewehrung

1.1 Anwendungsbereich

Die Sicherheit bestehender Betondecken gegen Durchstanzen wird im Wesentlichen aufgrund der Geometrie von Platte und Stütze, sowie aufgrund der vorhandenen Bewehrung und Betonfestigkeit überprüft. Diese Daten stammen entweder aus vorhandenen Planungsunterlagen oder werden direkt vor Ort durch Freilegen der Bewehrung und Entnahme von Betonbohrkernen ermittelt.

Es gibt zwei Methoden zum nachträglichen Anbringen von Durchstanzbewehrung: Lässt sich sowohl die Unter- als auch die Oberseite bearbeiten, so kann durch die Betondecke hindurch gebohrt werden. Anschließend werden Stahlstäbe durch die Bohrung geführt und durch beidseitiges Anziehen von Muttern gegen die Betonplatte vorgespannt (Abb. 1). Die Bohrung muss anschließend mit einem geeigneten Mörtel verfüllt werden. Dadurch können sich die Stahlstäbe unter Querlast nicht verschieben und kein Wasser dringt durch den Ringspalt in die Bohrung ein.

Allen Methoden, die von der Oberseite der Betonplatte her ausgeführt werden, weisen jedoch beträchtliche Nachteile auf: Zumeinenmuss die Aufschüttung entfernt, bzw. im Innern eines Gebäudes das entsprechende Stockwerk geschlossen werden. Zum andern wird, etwa bei Tiefgaragen oder Dächern, die bestehende Abdichtung durchdrungen.

Der Aspekt der Dichtigkeit verdient daher besondere Aufmerksamkeit. Wenn die Oberseite der Platte – wie oft vorhanden – nicht oder nur mit hohem Aufwand zugänglich ist, kann die Durchstanzbewehrung auch nur von der Unterseite der Platte angebracht werden. In schräg angeordnete Bohrlöcher werden Hilti Zuganker HZA-P mit einem geeigneten Verbundmörtel eingebracht (Abb. 2). Wichtig ist dabei, dass die Bohrungen mindestens bis direkt unter die obere Bewehrungslage reichen, vorzugsweise aber bis zur Mitte der Zugbewehrung angeordnet sind. Da die Wirksamkeit der Durchstanzbewehrung stark von der Qualität der Verankerung abhängt, ist ein zuverlässiger Verbundmörtel entscheidend. Die untere Verankerung wird mit dem Hilti Dynamic Set durchgeführt.

Da durchdringende Verstärkungen nach Bild 1 auf der sicheren Seite liegend wie einbetonierte Durchstanzbewehrung bemessen werden kann, geht diese Broschüre im Folgenden detailliert nur auf nachträglich von unten eingebohrte und eingemörtelte Durchstanzbewehrungen nach Bild 2 ein.

1.2 Vorteile der Methode

- kostengünstige Verstärkung gegen Durchstanzlasten
- Bemessung mit anwendbarer Stahlbetonnorm
- gefordertes Sicherheitsniveau nach Stahlbetonnormnachweisbar
- Einfache und rasche Auslegung mit Software EXBAR-Punching
- Integrierter Brandschutz
- Betonoberfläche wird nicht verändert

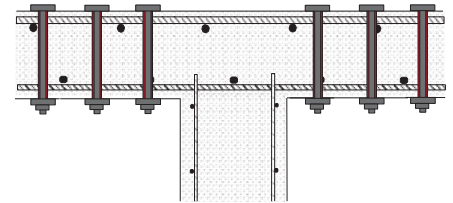


Abb. 1 Nachträglich eingebauter, durchführender Bewehrungsanschluss

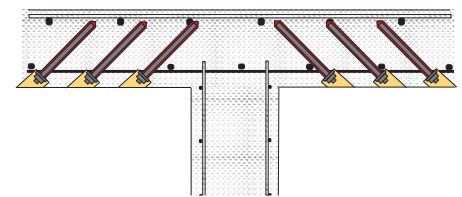


Abb. 2 Nachträglich eingebaute Durchstanzbewehrung, die nur von der Unterseite der Platte aufgebracht wird



Abb. 3 Deckenbewehrung

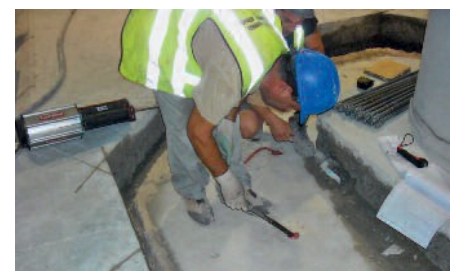


Abb. 4 Stützenfundament

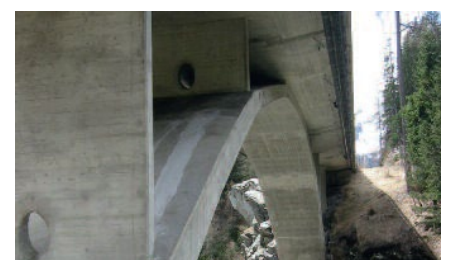


Abb. 5 Brückendeck

2 Systembeschreibung

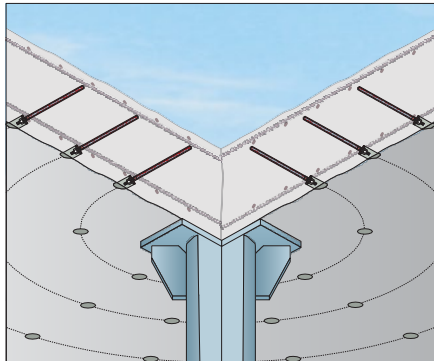


Abb. 6 Nachträglich eingebaute Durchstanzbewehrung



Abb. 7 Hilti Zuganker HZA-P



Abb. 8 Ankerkopf



Abb. 9: Externer Ankerkopf



Abb. 10: Hilti Füllset

Hilti Zuganker HZA-P werden in Kombination mit Hilti Verbundmörteln verwendet, um nachträglich Durchstanzbewehrung in bestehende Betonplatten zu installieren.

Bohrlöcher sind unter einem Winkel von 45° und zur Stütze hin gerichtet zu erstellen. Die Länge der Bohrlöcher ist so zu planen, dass sie zumindest die unterste Lage der oberen Zugbewehrung der Platte erreichen. Ideal sind Bohrlöcher, die bis zum Zentrum der Zugbewehrung, d. h. über die gesamte statische Höhe der Platte reichen.

In die Bohrlöcher wird der Verbundmörtel Hilti HIT-RE 500 V3 injiziert und die Hilti Zuganker HZA-P werden anschließend in die mit Verbundmörtel gefüllten Bohrlöcher gesetzt. Der obere Teil der Hilti-Zuganker HZA-P besteht aus einem Bewehrungsstab mit einem Durchmesser von 12 mm, 16 mm oder 20 mm. Der untere Teil setzt sich aus einem glatten Schaft und anschließend einem Gewinde M12, M16 oder M20 zusammen. Für die Bemessung ist der Bewehrungsstab massgebend; der glatte Schaft und das Gewinde bestehen aus Stahl mit höherer Festigkeit.

Nach dem Aushärten des Verbundmörtels wird der untere Ankerkopf installiert. Das Hilti Dynamik Set besteht aus einer Injektionsscheibe (Durchmesser 44mm bei M12 / 52mm bei M16 / 60 mm bei M20), einer Kalottenscheibe, um Biegung im Anker zu vermeiden, und einer Mutter. Zur Sicherstellung einer schlupffreien Verankerung wird der jeweilige Ringspalt zwischen Anker und Scheibe, bzw. Bohrlochmund mit Hilti Verbundmörtel RE-500 V3 injiziert.

Der Ankerkopf wird in einer mit einem Glockenbohrer erstellte Vertiefung in der Betonoberfläche installiert. Die Vertiefung bringt den Vorteil, dass sie mit einem Brandschutzmörtel aufgefüllt werden kann, womit der Brandschutz für die Durchstanzbewehrung gegeben ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Betonoberfläche am Ende des Eingriffs wieder glatt ist und die Massnahme unsichtbar bleibt. Alternativ, zum Beispiel bei sehr dichter Bewehrung in der Nähe der Stütze, kann die Verankerung auf der Betonoberflächemittels auf 45° abgeschrägten Scheiben oder dickwandigen Rohren installiert werden.

Das in Abschnitt 3 dieses Berichts vorgestellte Bemessungsverfahren bezieht sich auf die korrekt eingebaute Durchstanzbewehrung mit Hilti Zugankern HZA-P. Die entsprechenden Installationswerkzeuge und -verfahren sind in Abschnitt 8 beschrieben.

3 Bemessung

3.1 Grundsätzliche Überlegungen

Grundlage der Bemessung bildet der bereits vorhandene Durchstanzwiderstand des unverstärkten Bauteils, $V_{Rd,c,c}$. Dieser wird nach der anwendbaren Stahlbetonnorm ermittelt.

Auch mit Durchstanzbewehrung ist der maximal mögliche Durchstanzwiderstand begrenzt durch das Versagen der Betondruckzone am Stützenansatz. Der maximal mögliche Durchstanzwiderstand einer Decke mit Schubbewehrung, $V_{Rd,max}$, ist in den Stahlbetonnormen ebenfalls definiert ($V_{Rd,max,code}$). Andererseits gibt auch das in den folgenden Abschnitten dargestellte spezifische Bemessungskonzept für Verstärkungen mit eingemörtelter Durchstanzbewehrung Hilti HZA-P eine maximal mögliche Durchstanzlast für diese Art Bewehrung an ($V_{Rd,max,HZA-P}$). Diese maximale Last soll nicht überschritten werden, auch in Fällen wo $V_{Rd,max,code}$ höher ist.

Falls die vorhandene Durchstanzlast, V_d , höher als der Durchstanzwiderstand ohne Bewehrung, $V_{Rd,c}$, ist, muss die Decke verstärkt werden. Die Bemessung beruht auf Durchstanzversuchen die im Forschungslabor der Hilti AG durchgeführt und an der EPFL Lausanne wissenschaftlich ausgewertet wurden.

Das Modell zur Bemessung der Verstärkung mit Hilti HZA-P verwendet die Theorie des kritischen Schubrisses [1] und beruht auf folgenden Annahmen:

- Die Tragfähigkeit der verstärkten Decke ist die Summe eines Anteils des Betons und eines Anteils durch die Verstärkung: $V_{Rd} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s}$.
- Um die Bewehrung zu aktivieren, muss sich der Durchstanzriss öffnen.
- Die Öffnung des Durchstanzrisses und das Grösstkorn beeinflussen die verbleibende Tragfähigkeit des Betons.

In Abb. 11 ist die Öffnung des Durchstanzrisses auf der Horizontalachse durch die Rotation ψ der Betonplatte dargestellt. Die Linie „Versagenskriterium“ zeigt, wie der Durchstanzwiderstand einer Platte ohne Durchstanzbewehrung mit zunehmender Rotation (entspricht Rissöffnung) abnimmt.

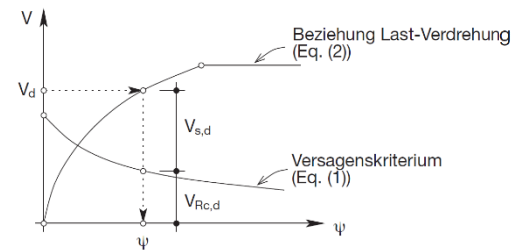


Abb. 9 Belastung der Platte und Widerstand des Betons gegen Durchstanzen

3.2 Bewertung der von der Bewehrung aufzunehmenden Last

Der unter Rotation ψ_d verbleibende Traganteil des Betons ist (siehe hierzu auch fib MC 2010, Gl. 7.3-61 und 7.3-63 erweitert um den Faktor η_t):

$$V_{Rd,c} = k_{\psi} \frac{\eta_t \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} b_0 \cdot d_v \quad (1)$$

$$k_{\psi} = \frac{1}{1.5 + 0.9 k_{dg} \psi_d} \leq 0.6 \quad (2)$$

Mit:	$V_{Rd,c}$	Betontraganteil am Durchstanzwiderstand [N]
	η_t	Faktor für Langzeiteffekte
	γ_c	Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand des Betons
	f_{ck}	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons [N/mm ²]
	d	mittlere statische Höhe für die x und y Richtung [mm]
	d_v	wirksame statische Höhe für Aufnahme der Querkraft [mm]
	b_0	kritischer Rundschnitt [mm]
	ψ_d	Drehung der Platte
	k_{dg}	Koeffizient für die Eigenschaften der Betonart und der Zuschlaggröße

Die Rotation der Platte unter Last V_d [kN] wird ermittelt mit:

$$\psi = 1.5 \cdot \frac{r_s}{d} \cdot \frac{f_{yd}}{E_s} \cdot \left(\frac{m_{Ed}}{m_{Rd}} \right)^{3/2} \quad (3)$$

Mit: r_s Distanz vom Stützenanschnitt bis zum Momentennullpunkt der Decke [mm]. Für Innenstützen von regelmässig gestützten Flachdecken kann $r_s = 0,22 \ell$ angesetzt werden (ℓ = lichte Spannweite)
 f_{yd} Bemessungstreckgrenze des Bewehrungsstahls [N/mm²]
 E_s Elastizitätsmodul von Stahl (= 205.000 N/mm²)
 m_{Ed} durchschnittliches Biegemoment im Auflagerstreifen
 m_{Rd} durchschnittliche Biegetragfähigkeit im Auflagerstreifen

Der Parameter m_{Ed} muss konsistent mit dem Verfahren zur Bestimmung der Biegebewehrung berechnet und am Rand des unterstützten Bereichs maximiert werden zu m_{Ed} .

Das mittlere Biegemoment, das in dem Auflagerstreifen (m_{Ed}) wirkt, kann für jede Verstärkungsrichtung und Auflagerart wie folgt als Näherungswert angegeben werden:

- Für Innenstützen (obere Bewehrung in beide Tragrichtungen):

$$m_{Ed} = V_{Ed} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{|e|}{2b_s} \right) \quad (4)$$

- Für Randstützen:

wenn die Bemessung unter Berücksichtigung der Zugbewehrung parallel zum Rand durchgeführt werden:

$$m_{Ed} = V_{Ed} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{|e|}{2b_s} \right) \geq \frac{V_{Ed}}{4} \quad (5)$$

wenn die Bemessung unter Berücksichtigung der Zugbewehrung senkrecht zum Rand durchgeführt werden:

$$m_{Ed} = V_{Ed} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{|e|}{b_s} \right) \quad (6)$$

- Für Eckstützen (Zugbewehrung in jede Richtung):

$$m_{Ed} = V_{Ed} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{|e|}{b_s} \right) \geq \frac{V_{Ed}}{2} \quad (7)$$

In diesen Gleichungen bezieht sich der Begriff e auf die Exzentrizität der resultierenden Schubkräfte in Bezug auf den Schwerpunkt des kritischen Rundschnitts in der untersuchten Richtung (x und y Richtungen).

Das Bemessungsmodell verwendet einen kritischen Rundschnitt in einem Abstand von 0,5 mal der statischen Höhe d der Decke. Für Standardstützenformen ist der kritische Rundschnitt in Abb. 12 dargestellt. Ändert sich die Plattendicke in der Nähe der Stütze, ist der Rundschnitt, der zu dem kleinsten Widerstand führt, der kritische. Der Rundschnitt "u" wird mit k_e multipliziert, was ein Reduktionsfaktor ist, der die unregelmäßige Verteilung der Querkraft um die Stütze berücksichtigt.

$$u' = u_o \cdot k_e ; k_e = \frac{1}{1 + \frac{e}{b}} \quad (8)$$

Nimmt die Stützenverbindung ein Biegemoment M_d auf, so wird die ungleichmäßige Verteilung der Schubkraft durch den Faktor $k_e = 1 / (1 + e/b)$ berücksichtigt, wobei $e = |M_d / V_d|$ und b der Durchmesser eines Kreises ist mit der gleichen Fläche wie innerhalb des kritischen Rundschnitts bei 0,5-facher statischer Höhe der Platte.

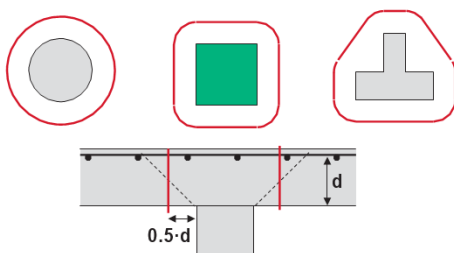


Abb. 10 Rundschnitt u_0 für typische Stützenformen

In Fällen, in denen die Querstabilität nicht von der Rahmenwirkung von Decken und Stützen abhängt und in denen sich die benachbarten Spannweiten in der Länge nicht um mehr als 25 % unterscheiden, können für den Koeffizienten k_e die folgenden Näherungswerte angenommen werden:

- 0,90 für Innenstützen;
- 0,70 für Randstützen; für Innenstützen im Bereich großer Öffnungen (SIA 262);
- 0,65 für Eckstützen;
- 0,75 für Wandecken und -enden (horizontale schubsteife Bauteile, bei denen die Regeln der Abbildung 7.3–22 des fib MC 2010 gelten).

Eine Verstärkung mit Hilti HZA-P ist möglich, wenn die Stützenlast V_d nicht höher als die maximal mögliche Tragfähigkeit der verstärkten Platte ist; $V_{Rd, max, HZA-P}$ wird mit Gleichung (9) durch Iterationen berechnet:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd, max} = 2.6 \cdot k_{\psi} \frac{\eta \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} b_0 d_v \quad (9)$$

Die Schubtragfähigkeit, die von den Verstärkungsankern aufgenommen werden muss, ist dann:

$$V_{Rd, s, req} = V_d - V_{Rd, c} \geq 0.2 V_d \quad (10)$$

$V_{Rd, c}$ wird anhand der Rotation ψ gemäß Formel (3) mit Parameter V_d berechnet.

3.3 Bemessung der Verstärkung mit HZA-P

Die Schubbewehrung ist so ausgelegt, dass sie die folgende Bedingung erfüllt:

$$V_{s, d} \leq \sum_{i=1}^n N_{si, d} \cdot \sin \beta_i \quad (11)$$

Dabei ist $N_{si, d}$ die mit einem Faktor versehene Tragfähigkeit der Schubbewehrung und β_i der Winkel der Schubbewehrung.

Die Bemessungsfestigkeit des Hilti Zugankers HZA-P ($N_{si, d}$) ist gleich dem Minimum der folgenden Werte:

$$N_{si, d} = \min(N_{si, el, d} ; N_{si, pl, d} ; N_{si, p, d}) \quad (12)$$

Dabei ist $N_{si, el, d}$ die Kraft in der Schubbewehrung, die bei einem elastischen Verhalten des Stabes aktiviert werden kann. Dieser Wert, unter Berücksichtigung der Drehung der Platte bei SLS (siehe Abb. 14), ergibt sich:

$$N_{si, el, d} = K_{ai} \cdot \sqrt{\Delta \psi_d \cdot h_i \cdot \sin(\alpha + \beta_i)} \quad [MN]; [m] \quad (13)$$

Dabei ist α der Winkel des kritischen Schubrisses (normalerweise auf 45° eingestellt). Im Standardfall der unter $\beta_i = 40 - 50^\circ$ eingestellten Bewehrungen ist der Wert von $\sin(\alpha + \beta_i) \approx 1,00$. h_i ist die Höhe, in der die Bewehrung vom kritischen Schubriss durchquert wird (Abb. 13). $\Delta \psi_d$ ist die maßgebende Rotation des zu verstärkenden Aufbaus: $\Delta \psi_d = \psi_d - \psi_{SLS}$.

V_{SLS} ist die Stützenlast, die während der Verstärkungsarbeiten wirkt.

K_a ist ein Koeffizient in Abhängigkeit von der Verankerung und ist in der folgenden Tabelle 1 angegeben:

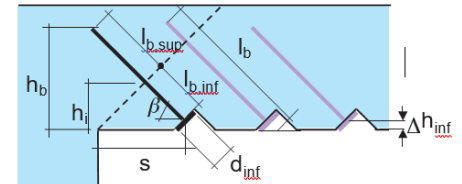


Abb. 11 Geometrie der Bewehrung

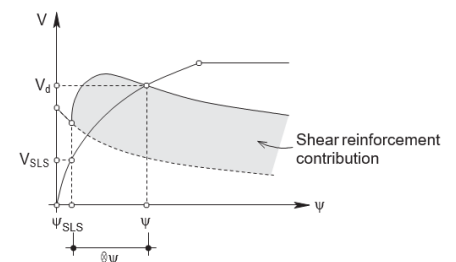


Abb. 12 Definition von $\Delta \psi_d$

d_b [mm]	K_{ai} [MN/ $\sqrt{m}$]
12	2.02
16	3.10
20	4.33

Tabelle 1 Koeffizienten K_{ai} in Abhängigkeit vom Ankerdurchmesser für Hilti HIT-RE 500 V3

$N_{si,pl,d}$ ist die plastische Festigkeit der Anker, gleich:

$$N_{si,pl,d} = A_{si} \cdot f_{yd} \quad (14)$$

$N_{si,b,d}$ ist die obere Grenze des Widerstands aufgrund der Haftfestigkeit. Es wird davon ausgegangen, dass der Stab zwischen dem Punkt, an dem er den Schubriss schneidet, und seinem oberen Ende verklebt ist ($l_{b,sup,i}$ siehe Abb. 13).

$$N_{si,b,d} = \tau_{bd} \cdot d_b \cdot \pi \cdot l_{b,sup,i} \quad (15)$$

Der Bemessungswert der Verbundfestigkeit wird bewertet als $\tau_{bd} = \tau_{bd}^0 \cdot f_{B,N}$, wobei τ_{bd}^0 den Bemessungswert der Verbundfestigkeit in einem Beton der Klasse C20/25 und $f_{B,N}$ die effektive Betonfestigkeit berücksichtigt. Die Werte sind in der folgenden Tabelle 2 aufgeführt. $f_{cc,k}$ sollte nicht höher als 60 N/mm² sein.

Hilti HIT-RE 500 V3	
Verbundfestigkeit:	$\tau_{bd} = \frac{\tau_{Rk}}{\gamma_c} = \frac{14}{1.5} = 9.3 \text{ MPa}$
Einfluss der Betonfestigkeit	$f_{B,N} = \left(\frac{f_{cc,k}}{25 \text{ N/mm}^2} \right)^{0.1}$
25 MPa $\leq f_{cc,k} \leq 60$ MPa	

Tabelle 2 Verbundfestigkeit

$N_{si,p,d}$ ist der Widerstand gegen Herausziehen (durch Betonausbruch) der unteren Verankerung (Abb. 13):

$$N_{si,p,d} = A_{si} \cdot \frac{0.360}{\gamma_c} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{l_{b,inf,i}^{1.5}}{d_{bi}^2} \left(1 + \frac{d_{inf,i}}{l_{b,inf,i}} \right) \text{ [MN], [m]} \quad (16)$$

$l_{b,inf,i}$ ist der Abstand zwischen dem Punkt, an dem der Bewehrungsstab den kritischen Schubriss schneidet, und seiner unteren Verankerungsplatte; $d_{inf,i}$ ist der Durchmesser der unteren Verankerungsplatte (= 0.052 m bei HZA-P M16 / = 0.060m bei HZA-P M20). Es ist zu beachten, dass diese Formel dimensionsabhängig ist und SI-Einheiten eingeführt werden sollten [MN,m].

Die Größe der verstärkten Fläche muss ausreichend sein, so dass der Durchstantragfähigkeit außerhalb der verstärkten Zone geringer ist als die auf die Stütze wirkende Querkraft abzüglich der Kräfte innerhalb der verstärkten Fläche. Der Durchstantragfähigkeit außerhalb des bewehrten Bereichs wird gemäß der geltenden Strukturbetonnorm bewertet. Es ist zu beachten, dass die statische Höhe d_v reduziert wird, wenn sich die untere Verankerung aus brandschutztechnischen oder ästhetischen Gründen innerhalb der Platte befindet (siehe Abb. 13). Der massgebende Rundschnitt wird vom äusseren Durchmesser der verstärkten Zone bestimmt. Von der Verankerung eines Verstärkungsstabes weg kann ein Umfang von höchstens $2d_v$ angerechnet werden (Abb. 15). Der äussere Umfang kann erweitert werden, indem zusätzliche Anker zwischen Verankerungen, die weiter als $2d_v$ von einander entfernt sind, gesetzt werden (siehe grüne Teile in Abb. 15).

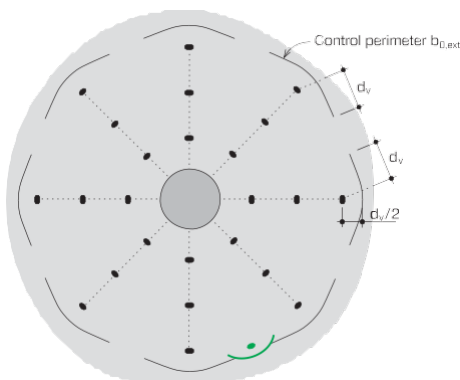


Abb. 13 Außenrand

3.4 Regeln für eine gute Detaillierung

Um eine gute Detaillierung zu erreichen, sind bei der Bemessung der Durchstanzbewehrung mit Hilti Zugankern HZA-P folgende konstruktive Regeln zu beachten:

3.4.1 Anzahl der Strahlen

Prinzipiell verlaufen die Strahlen senkrecht zum kritischen Rundsnit. Speziell bei Rundstützen werden die Hilti Zuganker HZA-P in Strahlen rund um die Stütze angeordnet. Der Winkel zwischen den einzelnen Strahlen soll dabei höchstens 45° betragen:

$$\alpha_h \leq 45^\circ$$

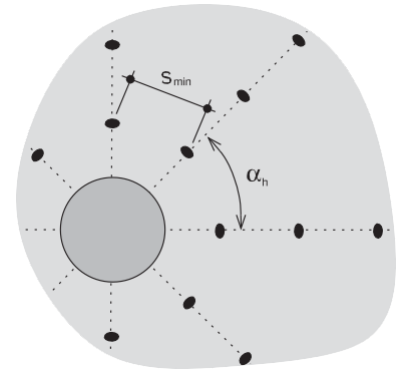


Abb. 14 Winkel zwischen Radialen

3.4.2 Anzahl der Verstärkungen je Strahl

Jeder Strahl soll aus mindestens zwei Hilti Zugankern HZA-P bestehen.

3.4.3 Radialer Abstand zwischen Verstärkung und Stütze

Der Abstand der ersten Verankerung zum Rand der Stütze sollte kleiner oder gleich dem folgenden Wert sein:

$$s_0 \leq h_b \cot \beta - 10 \text{ mm}$$

Wobei $h_b = d$ die mittlere statische Höhe $d = (d_x + d_y)/2$ angibt.

Der Abstand s_0 stellt in Kombination mit den definierten HZA-Winkeln sicher, dass der erste Schnittpunkt der Versagensfläche (45° -Stanzkegel) und der Schubbewehrung in einem Abstand von weniger als $0,75d$ vom Rand der Auflagefläche bleibt. Es ist zu beachten, dass niedrige Werte von s_0 die Leistung der Hilti Zuganker ernsthaft beeinträchtigen können.

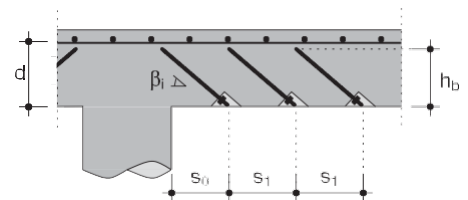


Abb. 16 Abstände zwischen den Verstärkungen

3.4.4 Radialer Abstand der Verstärkungen

Der Abstand zwischen zwei Verankerungen in einem Radialsystem sollte kleiner oder gleich $0,75 d$ sein:

$$s_1 \leq 0,75d$$

3.4.5 Axialer Abstand der Verstärkungen

Der Mindestabstand zwischen den Strahlen der HZA-P Elemente ($s_{\min}$, siehe Abbildung 16) muss größer als das Dreifache des Durchmessers der Bohrung sein. In Abwesenheit anderer Daten:

- für HZA M16: $s_{\min} = 170 \text{ mm}$
- für HZA M20: $s_{\min} = 200 \text{ mm}$

3.4.6 Richtung der Bohrungen

Der Winkel eines Hilti Zugankers HZA zur Ebene der Platte muss zwischen 40° und 50° liegen. Andere Werte dieses Winkels sind in Sonderfällen zu begründen:

$$40^\circ \leq \beta_i \leq 50^\circ$$

3.4.7 Länge der Bohrungen

Die Höhe, in der ein Hilti Zuganker HZA-P verklebt werden soll (h_b) ist gleich der gesamten statischen Höhe d :

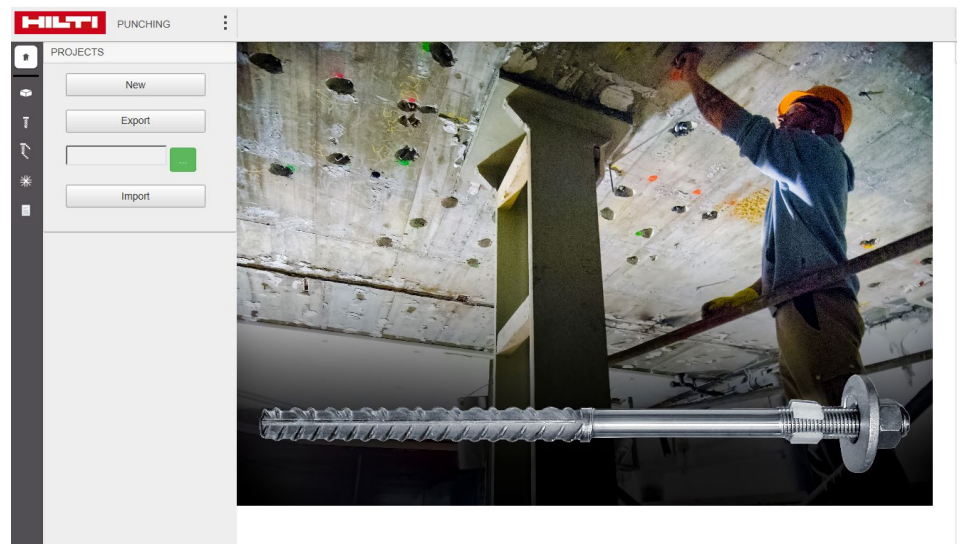
$$h_b = d$$

Falls eine Bohrung dabei die untere Lage der Zugbewehrung durchkreuzt, kann die Bohrlänge reduziert werden, um das Durchtrennen der Zugbewehrung zu vermeiden. Folglich soll die Bemessung der Verstärkung mit einer reduzierten Höhe h_b durchgeführt werden.

4 Hilti Bemessungs-Tool Durchstanzen

Das Hilti-Durchstanz-Bemessungstool (Design Tool Punching) ist die Online-Konstruktionssoftware für die Verstärkung von Strukturbauteilen gegen Durchstanzen mit Hilti Zugankern HZA-P. Es führt die Bemessung gemäß Abschnitt 3 durch. Für Ihre persönlichen Zugangsdaten wenden Sie sich bitte an Ihren lokal zuständigen Mitarbeiter aus dem Hilti Engineering.

Der Widerstand des unverstärkten Bauteils, der maximal mögliche Durchstanzwiderstand (Versagen der Betondruckstrebe am Stützenrand) und der Durchstanztragfähigkeit außerhalb des bewehrten Bereichs werden gemäß Abschnitt 3 berechnet. Sie sollten auch vom Planer nach den geltenden Vorschriften für Stahlbeton geprüft werden. Der Benutzer gibt alle notwendigen Daten in der Erfassungsmaske ein. Sollte der Beitrag des Betons den durch die anwendbare Stahlbetonnorm vorgegebenen Wert nicht überschreiten, kann dieser Wert als "Beitrag des Betons nach Norm" eingegeben werden.

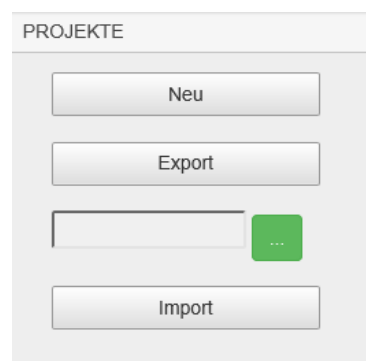


Anhand der Evaluierung der Durchstanztragfähigkeit der unverstärkten Platte und der maximal möglichen Durchstanztragfähigkeit der verstärkten Zone wird der Anwender darüber informiert, ob eine Verstärkung mit Hilti HZA-P möglich ist.



4.1 Startmenü

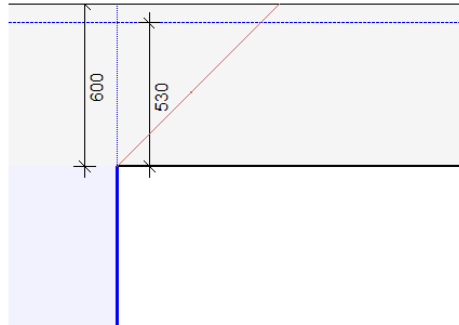
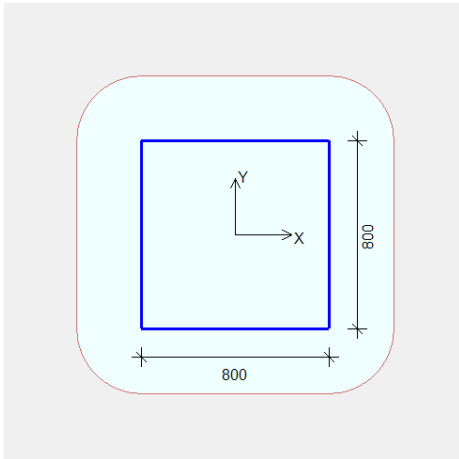
Nach der Anmeldung kann der Benutzer ein neues Projekt starten oder eine bestehende Projektdatenbank von seinem Computer importieren. Während der Konstruktion kann der Benutzer auch die Exportfunktion nutzen, um ein Projekt auf seinem Computer zu speichern.



Bitte beachten Sie, dass der Benutzer nach einer gewissen Zeit der Inaktivität automatisch abgemeldet wird.

4.2 Geometrie und Bemessungswerte

Bietet dem Anwender die Möglichkeit, vorhandene Geometrien, Bemessungswerte, Materialeigenschaften und Belastungen einzugeben. Die Belastung sollte immer als Wert eingegeben werden, der alle Lasten einschließlich der Eigengewichte abdeckt.

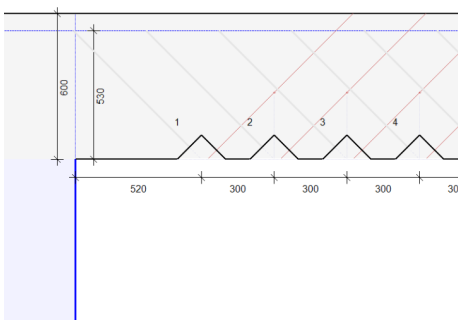


4.3 Bewehrungsanker

Der Benutzer kann Daten über den Durchmesser der Bewehrungsstäbe, den Abstand zwischen der ersten Verankerung und dem Stützenrand und den radialen Abstand zwischen zwei Bewehrungen eingeben.

4.4 Bewehrungsankerreihe

Zeigt eine Übersicht über die Anker und gibt detaillierte Daten, falls ein Anker ausgewählt wird.

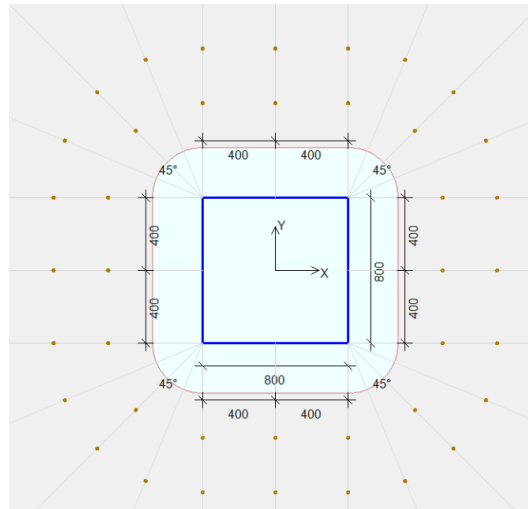


Details Rundschnitt bei Ankerreihe 2			
Bezeichnung	Parameter	Wert	Einh.
	η_b	0,85	-
Position vom Stützenrand	d	820,00	mm
kritischer Rundschnitt für Durchstanzen	U	8.352,21	mm
Fläche im Kegelstumpf	A_l	5,3764	m²
Rotation unter Bemessungslast	$\psi_{d, ges}$	0,004239	-
Rotation unter Bemessungslast	$\psi_{d, x}$	0,004239	-
Rotation unter Bemessungslast	$\psi_{d, y}$	0,004239	-
Last außerhalb Durchstanzkegel	V_{ef}	4.163,44	kN
	M_{ed}	520,43	kNm/m
Exzentrizität der Stützenlage (Faktor)	K_e	0,90	-
Vom Beton aufnehmbare Durchstanzkraft (rechnerisch)	$V_{Rd, c, out}$	3.098,66	kN
Erforderlicher Beitrag Verstärkung	$V_{Rd, out}$	1.064,77	kN
	$b_{0, out}$	7.516,99	mm
$V_{Rd, out} > V_{Rd, c, out}$		Verstärkung erforderlich	ja

4.5 Anordnung der Bewehrung

In diesem Bereich hat der Benutzer die Möglichkeit, das Layout zu definieren und das Layout mit Hilfe der Funktion "Automatisches Layout" zu optimieren. Die gewählte Ansicht wird in den Bericht übernommen.

Die Anzahl der Bewehrungen in einem Strahl wird automatisch so gewählt, dass der Nachweis der Durchstanzttragfähigkeit außerhalb des bewehrten Bereichs mit dem Modell des Abschnitts 3 durchgeführt werden kann.



4.6 Bericht

Erstellt einen Bericht mit umfassenden Informationen und Berechnungsdetails. Darüber hinaus können die Benutzerdaten eingegeben und in den Bericht aufgenommen werden. Durch Klicken auf die Funktion "Bericht erstellen" öffnet das Hilti Bemessungs-Tool den Bericht als PDF-Dokument in einer neuen Registerkarte des Browsers. Anschließend kann der Benutzer die PDF-Datei auf seinem Computer speichern.

4.7 Allgemeine Informationen

Bei Verwendung des Hilti Bemessungstools Durchstanzen erhält der Anwender Benachrichtigungen und Konstruktionsergebnisse in den entsprechenden Bereichen auf der rechten Seite des Programms.

MELDUNGEN

- ✗ Anker Winkel max 50 °
- ✗ Anker s0 max 435 mm

ERGEBNISSE

Erforderliche Verstärkung in Position der Ankerreihen

Anker	Position [mm]	$V_{Rd, c, out}$ [kN]	$V_{Sd, out}$ [kN]
2	820	3.098,66	1.064,77
3	1.120	3.797,98	242,77
4	1.420	4.497,30	0,00

Ergebnisse Gesamtsystem

Parameter	Wert	Einh.
Ankerreihen konstruktiv	2	
Ankerreihen aktiviert	2	
Ankerreihen Verstärkung	3	
Ankerreihen gesamt	3	
Nachweis Ankerreihen	erfüllt	

Bei der Eingabe der obigen Daten wird der Benutzer ständig darüber informiert, ob die gewählte Bewehrungsanordnung ausreicht oder nicht.

Nachdem der Anwender eine zufriedenstellende Bewehrungsanordnung ausgewählt hat, findet er im Bericht alle notwendigen Nachweise, die gedruckt und einem Statikdokument hinzugefügt werden können.

4.8 Zusätzliche Informationen

Dateneingabe

Wenn der Benutzer Werte im Bemessungs-Tool ändern möchte, sind sie nur wirksam, wenn sie durch Drücken der Eingabetaste oder durch Ändern des Tabulators in ein anderes Feld bestätigt werden.

Time-Out

Das Bemessungs-Tool meldet den Benutzer nach einer gewissen Zeit der Inaktivität automatisch ab. Bitte beachten Sie, dass das Tool danach neu gestartet werden muss und die Daten nicht automatisch gespeichert werden. Wir empfehlen Ihnen, Ihre Projekte beim Entwurf oder vor einer Pause zu speichern, indem Sie sie auf Ihren Computer exportieren.

Fundamente

Das Bemessungs-Tool kann auch zur Abdeckung der Durchstanzbewehrung für Fundamente eingesetzt werden. Der fib Modelcode 2010 unterscheidet nicht zwischen beiden Anwendungen und daher befindet sich der grundlegende Kontrollumfang in beiden Fällen in einem Abstand von 0,5 d von der Stütze, wie im Bemessungs-Tool implementiert.

Gerissener/Ungerissener Beton

Das Hilti-Bemessungsverfahren für die Durchstanzbewehrung berücksichtigt den Bemessungswert der Verbundspannung des Hilti Mörtels HIT-RE 500 V3 $\tau_{bd} = \frac{14}{1.5} = 9,3 \text{ N/mm}^2$ nach ETA-16/0143 (Tabelle C3). Die Bemessungsmethode geht über die bisherige Theorie des ungerissenen/gerissenen Betons für die Verankerung hinaus. Für das HZA-P-System ist es entscheidend, dass die Verbindung im GZT (Grenzzustand der Tragfähigkeit) und auch bei Ausfall des Untergrunds aktiv sein muss, nicht nur im GZG (Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit) mit Rissbegrenzung auf 0,3mm. Daher wurde der Parameter "Verbundfestigkeit" während unserer Forschung in Großversuchen validiert und das Konstruktionsverfahren entsprechend kalibriert.

Delta (h_{inf})

Durch die Einstellung des Delta-Wertes im Design-Tool kann der Anwender entscheiden, wie das HZA-P-System platziert wird (z.B. versenkt oder oberflächenbündig). Die folgende Empfehlung gilt für das Standard-System HZA-P, was zu einer Abdeckung von ca. 20 mm führt:

M16: $\Delta h_{inf} = 40 \text{ mm}$

M20: $\Delta h_{inf} = 50 \text{ mm}$

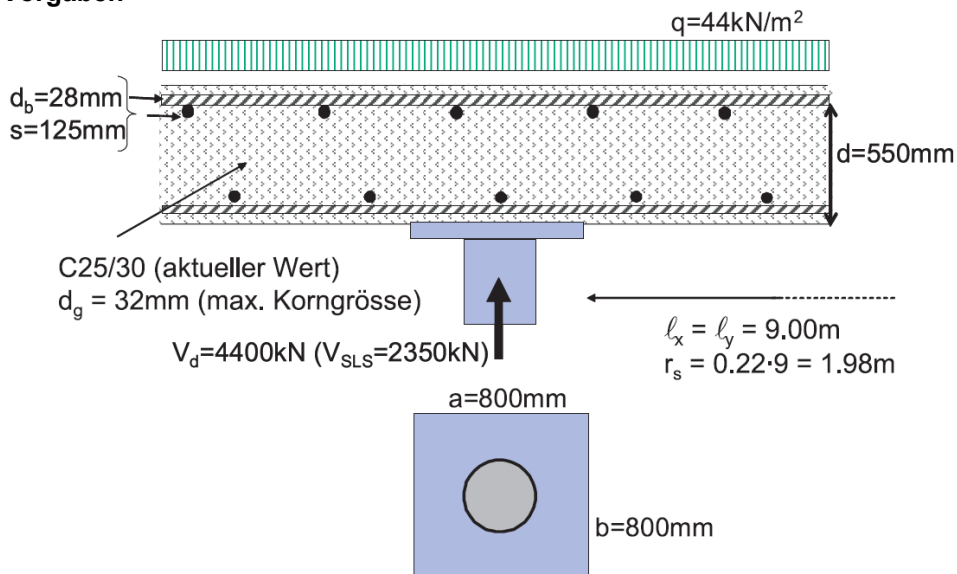
Bitte beachten Sie, dass bei bündigem Setzen externe Ankerköpfe verwendet werden müssen, um die Kräfte auf die Betonoberfläche zu verteilen.



5 Beispiel

Verstärkung einer Decke

Vorgaben



Materialparameter

Langfristiger Einfluss Wert für f_{ck} ist der aktuelle Wert: $\eta_t = 0,85$

Beton $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

$$f_{cd} = \frac{\eta_t \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \cdot 25}{1.5} = 14,2 \text{ N/mm}^2 = 14200 \text{ kN/m}^2$$

Betonstahl $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2 = 435000 \text{ kN/m}^2$

$$E_s = 200 \text{ GPa} = 200 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$$

Biegefestigkeit der Platte

Bewehrungsverhältnis

$$\rho = \frac{\phi^2 \pi / 4}{bd} = \frac{28^2 \pi / 4}{125 \cdot 550} = 0.90 \%$$

Biege Widerstand

$$z \cong 0.9 \cdot d = 0.9 \cdot 0.55 = 0.495$$

$$m_{Rd} = \rho \cdot d \cdot f_{yd} \cdot z = 0.9\% \cdot 0.55 \cdot 435000 \cdot 0.495 = 1066 \text{ kNm/m}$$

Durchstanztragfähigkeit der Platte

Schubwiderstand

$$V_{Rd,c} = k_\psi \cdot \frac{\eta_t \cdot \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} \cdot b_0 \cdot d = 0.338 \cdot \frac{0.85 \cdot \sqrt{25}}{1.5} \cdot 4.44 \cdot 550 = 2336 \text{ kN} \quad (1)$$

Kritischer Rundschnitt

$$b_1 = 4 \cdot a + d \cdot \pi = 4 \cdot 0.80 + 0.55 \cdot \pi = 4,93 \text{ m}$$

Fläche innerhalb des kritischen Rundschnitts

$$A_i = a^2 + 4 \cdot a \cdot \frac{d}{2} + \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi = 0.8^2 + 4 \cdot 0.8 \cdot 0.275 + 0.275^2 \cdot \pi = 1.76 \text{ m}^2$$

Faktor zur Berücksichtigung der Position der Stütze (z.B. innen, Rand, Ecke)

$$k_e = 0.9 \quad (8)$$

$$\text{Tatsächlicher kritischer Rundschnitt } b_0 = k_e \cdot b_1 = 0.9 \cdot 4.93 = 4,44 \text{ m} \quad (8)$$

Durchstanzlast außerhalb des kritischen Rundschnitts

$$V_d = N_{cd} - (g_d + q_d)A_i = 4200 - 52 \cdot 1.76 = 4109 \text{ kN}$$

Mittleres Biegemoment innere Stütze

$$m_{sd} = \frac{V_d}{8} = \frac{4109}{8} = 514 \text{ kNm/m} \quad (4)$$

Abstand vom Stützenrand zum Momentennullpunkt

$$r_s = 0.22\ell = 0.22 \cdot 9.0 = 1.98 \text{ m}$$

Rotation unter Bemessungslast

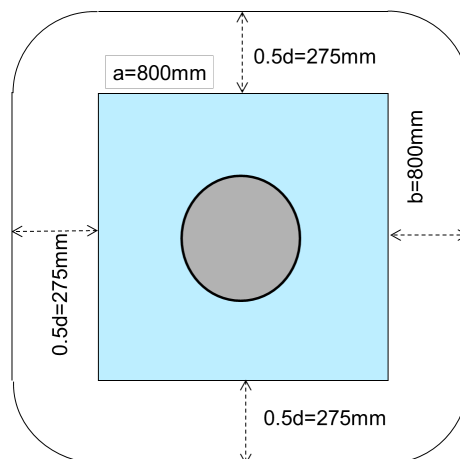
$$\psi_d = 1.5 \cdot \frac{r_s}{d} \cdot \frac{f_{yd}}{E_s} \cdot \left(\frac{m_{sd}}{m_{Rd}} \right)^{\frac{3}{2}} = 1.5 \cdot \frac{1.98}{0.55} \cdot \frac{0.435}{200} \cdot \left(\frac{514}{1066} \right)^{\frac{3}{2}} = 0.003928 \quad (3)$$

Einfluss auf Zuschlaggröße

$$k_{dg} = \left(\frac{32}{16+d_g} \geq 0.75 \right) = \left(\frac{32}{16+32} \geq 0.75 \right) = 0.75$$

Einfluss der Rotation

$$k_\psi = \frac{1}{1.5 + 0.9 \cdot k_{dg} \cdot \psi_d \cdot d} = \frac{1}{1.5 + 0.9 \cdot 0.75 \cdot 0.003928 \cdot 550} = 0.338 \quad (1)$$



Der Durchstanztragfähigkeit $V_{Rd,c} = 2366 \text{ kN}$ ist niedriger als die wirkende Querkraft $V_d = 4109 \text{ kN}$. Daher muss die Platte verstärkt werden.

Eignung des Hilti HZA-P Systems

$$V_{Rd,max} = 2.6 \cdot k_\psi \cdot \frac{\eta_t \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} \cdot b_0 \cdot d_v = 2.6 \cdot 0.338 \cdot \frac{0.85 \cdot \sqrt{25}}{1.5} \cdot 4.44 \cdot 550 = 6075 \text{ kN} \quad (9)$$

Die maximal mögliche Durchstanztragfähigkeit $V_{Rd,max} = 6075 \text{ kN}$ ist höher als die wirkende Schublast $V_d = 4109 \text{ kN}$. Daher kann die Platte mit Hilti HZA-P und Hilti HIT-RE 500 V3 verstärkt werden. Die Kraft, die von der nachträglich eingebauten Durchstanzbewehrung aufgenommen werden muss, ist:

Min. Bewehrungsstärke

$$V_{Rd,s,red} \geq V_d - V_{Rd,c} = 4109 - 2366 = \underline{1772 \text{ kN}} \geq 0.2 V_d = 822 \text{ kN} \quad (10)$$

Parameter für die Bemessung der nachträglich eingebauten Schubbewehrung

Bewehrungstyp:

Hilti HZA-P M20 eingemörtelt mit Hilti HIT-RE 500 V3

Spannungsquerschnitt des Ankers $\varnothing 20$

$$A_s = 314 \text{ mm}^2$$

Verbundfestigkeit:

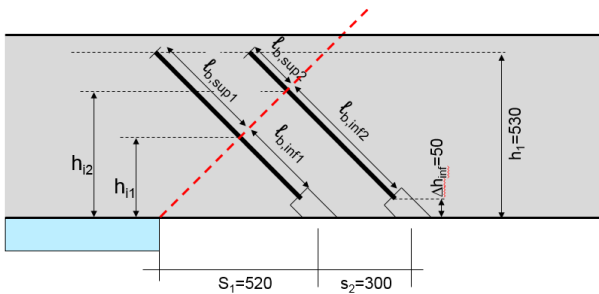
$$\tau_{bd} = \frac{14}{1.5} = 9,3 \text{ N/mm}^2$$

Verankerungsfaktor:

$$K_a = 4,33 \text{ MNm}^{0,5}$$

Durchmesser Ankerplatte $d_{inf} = 60 \text{ mm}$

Gewählte Anordnung der Verstärkung



$h_{i1} = s_1/2$	$h_{i1} = 260 \text{ mm}$	$h_{i2} = 410 \text{ mm}$
$l_{b,inf1} = (h_{i1} - \Delta h_{inf}) \cdot \sqrt{2}$	$l_{b,inf1} = 297 \text{ mm}$	$l_{b,inf2} = 509 \text{ mm}$
$l_{b,sup1} = (h_b - h_{i1}) \cdot \sqrt{2}$	$l_{b,sup1} = 382 \text{ mm}$	$l_{b,sup2} = 170 \text{ mm}$

Bemessungsnachweis für die ausgewählte Anordnung

$$\Delta\psi = 1,5 \cdot \frac{r_s}{d} \cdot \frac{f_{yd}}{E_s} \left[\left(\frac{V_d}{8m_{Rd}} \right)^{3/2} - \left(\frac{V_{SLS}}{8m_{Rd}} \right)^{3/2} \right]$$

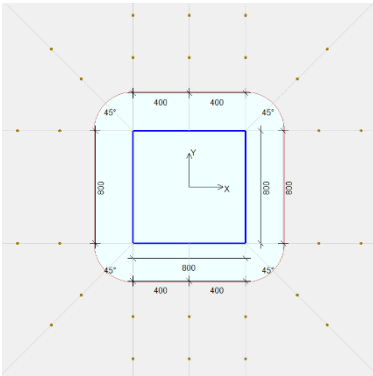
$$\Delta\psi = 1,5 \cdot \frac{0,22 \cdot 9}{0,55} \cdot \frac{0,435}{200} \left[\left(\frac{4200}{8 \cdot 1066} \right)^{3/2} - \left(\frac{2350}{8 \cdot 1066} \right)^{3/2} \right] = 0,002360$$

Geben Sie in die folgenden Formeln Kräfte als [MN], Spannungen als [N/mm²] oder [MN/m²], Länge als [m] ein:

		Stab 1 [kN]	Stab 2 [kN]
Spannungsaktivierung (X)	$N_{si,el,d} = K_{ai} \sqrt{\Delta\psi \cdot h_{ii} \cdot \sin(45^\circ + 45^\circ)}$ $N_{si,el,d} = 4,33 \cdot \sqrt{0,002360 \cdot 0,260 \cdot \sin 90^\circ}$	106	133
Stahlkapazität (X)	$N_{si,pl,d} = A_s \cdot f_{yd}$ $N_{si,pl,d} = 314 \cdot 0,435$	137	137
Verbund über Riss (X)	$N_{si,b,d} = \tau_{bd} \cdot \varnothing \cdot \pi \cdot l_{b,sup,i}$ $N_{si,b,d} = 9,33 \cdot 20 \cdot \pi \cdot 382$	224	100
Konus unter Riss (x)	$N_{si,p,d} = A_s \cdot \frac{0,36}{1,5} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{l_{b,inf,i}^{1,5}}{\varnothing^2} \cdot \left(1 + \frac{d_{inf,i}}{l_{b,inf,i}} \right)$	183	383
Min $N_{si,d}$	$N_{si,p,d} = 0,314 \cdot \frac{0,36}{1,5} \cdot \sqrt{25} \cdot \frac{0,297^{1,5}}{0,20^2} \cdot \left(1 + \frac{60}{297} \right)$	106	100

Bemessungswiderstand eines Strahls in Lastrichtung

$$V_{Rd,r} = \sum N_{si,d} \cdot \sin 45^\circ \cdot k_e = \frac{(106 + 100)}{\sqrt{2}} \cdot 0,9 = 131 \text{ kN}$$



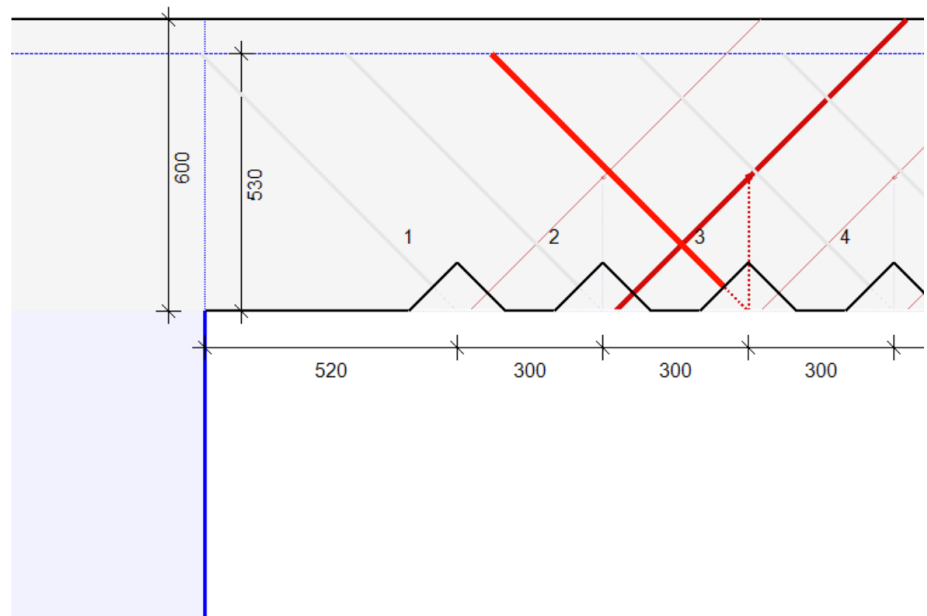
Anzahl der Strahlen

$$n \geq \frac{V_{Rd,s,rqd}}{V_{Rd,r}} = \frac{1772.4}{131} = 13.5 \rightarrow \text{auswählen (für Symmetrie)} \quad 14 \text{ Strahlen}$$

Zur Stärkung der Platte gegen die Durchstanzbelastung von 4109 kN werden 28 Anker HZA-P M20 in der seitlich dargestellten Anordnung benötigt.

Durchstanztragfähigkeit außerhalb des verstärkten Bereichs (Anker 3)

Der Durchstanztragfähigkeit außerhalb des verstärkten Bereichs sollte jetzt berechnet werden. Ist der Durchstanztragfähigkeit außerhalb des verstärkten Bereichs nicht ausreichend, können an jedem Radialanker zusätzliche Anker Hilti HZA-P angebracht werden, bis der Außenumfang groß genug ist. Wenn der seitliche Abstand zwischen den Ankern größer wird als zulässig, sollten Zwischenanker wie in Abschnitt 3.4 beschrieben hinzugefügt werden.



Schubwiderstand

$$V_{Rd,c,out} = k_{\psi} \cdot \frac{\eta_t \cdot \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} \cdot b_{0,out} \cdot d_v = 0.338 \cdot \frac{0.85 \cdot \sqrt{25}}{1.5} \cdot 9.213 \cdot 500 = 4413 \text{ kN} \quad (1)$$

$$\text{Effektive Tiefe mit Bewehrung} \quad d_{v,out} = d_v - \Delta h_{inf} = 0,50 \text{ m}$$

Kritischer Rundschnitt (bei Abstand 1120 mm von Stütze)

$$b_1 = 4 \cdot a + 2 \cdot d \cdot \pi = 4 \cdot 0.80 + 2 \cdot 1.120 \cdot \pi = 10,24 \text{ m}$$

Fläche im grundlegenden Kontrollumfang

$$A_i = a^2 + 4 \cdot a \cdot \frac{3d_v}{2} + \left(\frac{3d_v}{2}\right)^2 \cdot \pi = 0.8^2 + 4 \cdot 1.12 \cdot 0.8 + 1.12^2 \cdot \pi = 8,16 \text{ m}^2$$

Beeinflussung der Exzentrizität innere Stütze, regulärer Abstand

$$k_e = 0.9 \quad (8)$$

Schubbewehrungs-Kontrollumfang

$$b_{0,out} = k_e \cdot b_1 = 0.9 \cdot 10.24 = 9,2 \text{ m} \quad (8)$$

Schubbelastung beim Durchstanzen

$$V_d = N_{cd} - (g_d + q_d) \cdot A_i = 4200 - 52 \cdot 8.16 = 3775 \text{ kN}$$

Die Durchstanztragfähigkeit $V_{Rd,c} = 4413 \text{ kN}$ ist höher als die wirkende Querkraft $V_d = 3775 \text{ kN}$. Daher sind keine weiteren Verstärkungsanker außerhalb des verstärkten Bereichs erforderlich.

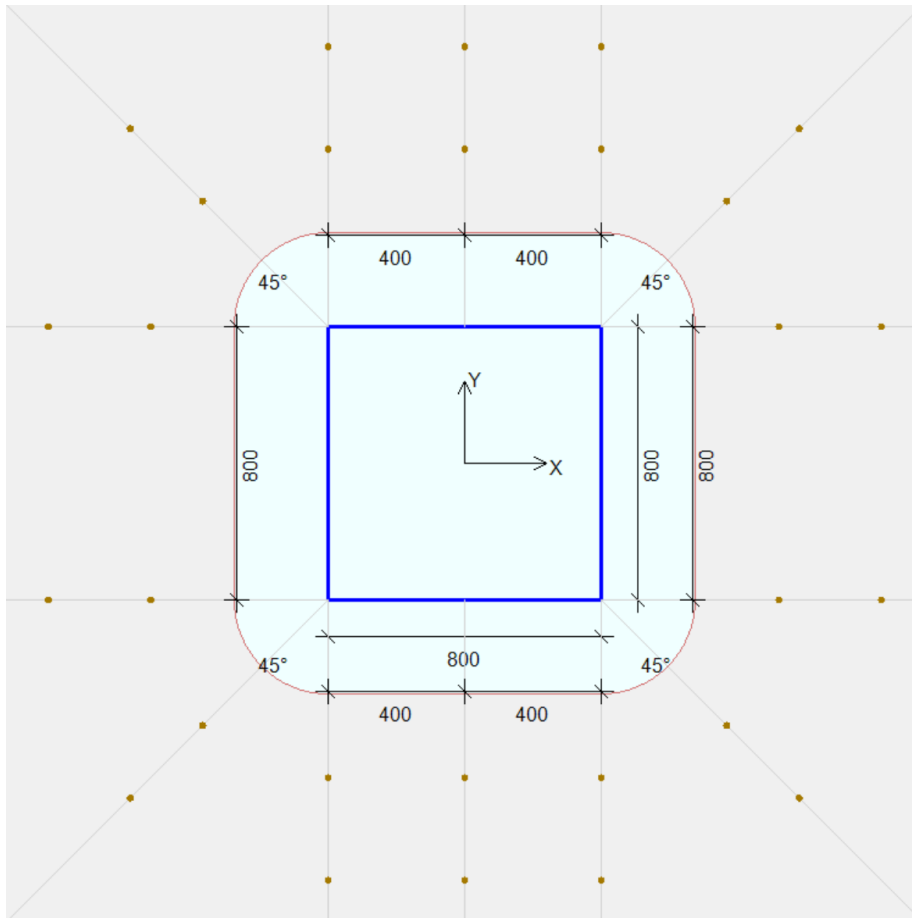
Überprüfung Ankerabstände

Max. zulässiger Strahlenabstand zwischen Bewehrungen: $s_1 \leq 2d = 1100 \text{ mm}$

Max. Abstand der Anker in geraden Bereichen: $800,0 \text{ mm} < 1100 \text{ mm}$

Max. Abstand der Anker in gekrümmten Bereichen: $627,6 \text{ mm} < 1100 \text{ mm}$

Es sind keine Zwischenanker erforderlich.



6 Testergebnisse



Abb. 17 Ausfallmuster

Hilti hat Versuche durchgeführt, bei denen die Schubbewehrung HZA-P in zur Stütze geneigte Bohrungen eingeklebt wurde. Dies ist eine Weiterentwicklung eines Systems, das 1995 am Royal Institute of Technology KTH in Stockholm untersucht wurde[2].

Es ist wichtig, dass die Bohrungen bis mindestens knapp unter die Zugbewehrung der Platte reichen. Da die Verankerungsqualität einen starken Einfluss auf die Wirksamkeit der Schubbewehrung hat, wurden die Bewehrungsstäbe am Boden des Stabes mit einer Verankerungsplatte und einer Mutter verankert. In einem ersten Schritt haben Strahlversuche gezeigt, dass die Anzahl der Bewehrungsstäbe und die Eigenschaften des verwendeten Klebemörtels das Ergebnis am stärksten beeinflussen.

Nachträglich durchgeführte Plattenversuche zeigten Widerstandserhöhungen bis zur theoretisch möglichen maximalen Durchstanztragfähigkeit. Die Ergebnisse dieser Tests wurden von Professor A. Muttoni an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Lausanne in ein einheitliches Gestaltungskonzept umgesetzt.

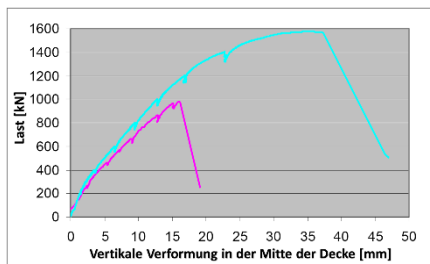


Abb. 18 Last- vs. Verschiebungskurven

Neben der Erhöhung des Widerstands bieten mit Hilti Zugankern HZA-P verstärkte Platten auch eine deutlich erhöhte Verformungskapazität. Der Ausfall ist deutlich weniger spröde als bei unverstärkten Platten. Abbildung 19 zeigt den Vergleich zweier Versuche mit einem relativ hohen Zugbewehrungsgrad. Die unverstärkte Platte versagte bei einer Belastung von ca. 1000 kN sehr spröde. Die bewehrte Platte hingegen versagte außerhalb des bewehrten Bereichs bei ca. 1600 kN nach einer deutlichen plastischen Verformung. Dies entspricht einer Erhöhung der Tragfähigkeit um 60% und einer Verdoppelung der Verformungskapazität. Aufgrund der erhöhten Verformungskapazität können bei Überlastung Lasten auf benachbarte Stützen umgeleitet werden, was die Sicherheit der Gesamtkonstruktion erhöht.

7 Referenzen

- [1] Muttoni, A., Fernández Ruiz M.: Design of Hilti Tension Anchors HZA as Post-Installed Punching Shear Reinforcement. („Bemessung von Hilti Zugankern HZA-P als nachträglich montierte Durchstanz-Schubbewehrung“) Lausanne, 2016.
- [2] Hassanzadeh, G., „Förstärkning av brobaneplattor med häsyn till stansning“ („Verstärkung von Brückenplatten in Bezug auf Stanzen“), Master of Civil Engineering, Thesis, KTH, Stockholm, 1995 (auf Schwedisch)
- [3] Muttoni, Aurelio, Miguel Fernández Ruiz, and J. Kunz. "Nachträgliche Durchstanzbewehrung zur Verstärkung von Stahlbetonflachdecken." Bauingenieur, Springer VDI Verlag 83. EPFL-ARTICLE-134653 (2008): 503–511.
- [4] Ruiz, Miguel Fernández, Aurelio Muttoni, and Jakob Kunz. "Verstärkung von Flachdecken gegen Durchstanzen mit nachträglich montierter Schubbewehrung." ACI Structural Journal 107,4 (2010): 434.

8 Setzanweisung

8.1. Detektieren und Markierung der vorhandenen unteren Bewehrung

Mit dem Ferrosan System PS 200 wird eine Fläche von mindestens 180 cm x 180 cm der Platte um die Stütze herum detektiert und die untere Bewehrung markiert. Anschließend wird das Ankerraster aufgezeichnet.



Abb. 19 Lage der Bewehrung mit Ferrosan PS 200



8.2 Bohren und Bohrlochvorbereitung

Hilti HIT-RE 500 V3

Montageanleitung für Befestigungen in Beton

Die hier beschriebene Montageanleitung ist eine reduzierte Version der Montageanleitung für Befestigungen in Beton.

In dieser Broschüre liegt der Schwerpunkt auf dem Montageverfahren für Hilti Zuganker HZA-P, die über Kopf installiert werden. Die vollständige Montageanleitung finden Sie in der Gebrauchsanweisung für Hilti Injektionsmörtel HIT-RE 500 V3.

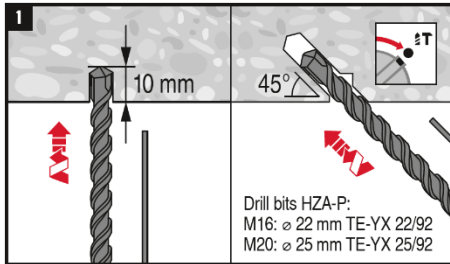
- Bitte beachten Sie vor der Benutzung des HILTI-HIT-Systems die Informationen in diesem Installationshandbuch und die ebenfalls in diesem Handbuch beschriebenen Sicherheitsvorkehrungen.
- Die internationalen und nationalen Vorschriften und Zulassungen sind bei zulassungsrelevanten Anwendungen stets einzuhalten.
- Bitte beachten Sie auch die Gebrauchsanleitung, die jedem Foliengebinde beiliegt, und die Gebrauchsanleitung für das Auspressgerät, das Sie benutzen.
- Die aktuellste Version dieses Installationshandbuchs finden Sie unter www.hilti.group
- Für die Bestellung der in diesem Installationshandbuch aufgeführten Hilti-Produkte wenden Sie sich bitte an den Hilti Kundendienst Ihres Landes.



Sicherheitsbestimmungen:

- Prüfen Sie vor der Verwendung das Sicherheitsdatenblatt (MSDS).
- Tragen Sie bei der Arbeit mit Hilti-HIT-Injektionsmörtel gut sitzende Schutzbrillen, Schutzhandschuhe und geeignete Schutzkleidung
- Lesen Sie die Montageanleitung

8.2.1 Bohrlocherstellung (Hammerbohrung)



- Bohren Sie ca. 10 mm vertikal nach oben. Dabei wird empfohlen zur effizienten und staubfreien Bohrlocherstellung den passenden Hohlbohrer zu verwenden.
- Bohren Sie die Bohrlöcher unter Winkel von 45° zur Betonoberfläche bis zur erforderlichen Tiefe mit passendem Hammerbohrgerät erstellen.

Verwenden Sie die folgenden Bohrer:

- HZA-P M16: Ø 22 mm (z. b. TE-YD 22/89 oder TE-YX 22/92)
- HZA-P M20: Ø 25 mm (z. b. TE-YD 25/89 oder TE-YX 25/92)

Auf Anfrage ist ein spezieller Bohrständer für das geführte Bohren im 45°-Winkel mit höherer Präzision und Komfort erhältlich.

Bitte beachten Sie, dass Diamantbohrungen nicht zulässig sind, um das Schneiden vorhandener Bewehrung zu vermeiden.

Durch den Einsatz des Hilti TE-YD Hohlbohrers mit Hilti VC Staubsaugern können Staubemissionen reduziert werden. Darüber hinaus wird das Bohrloch durch den Einsatz von Hilti-Hohlbohrern automatisch gereinigt, um das in Abschnitt 8.2.3 beschriebene folgende notwendige Reinigungsverfahren zu vermeiden.

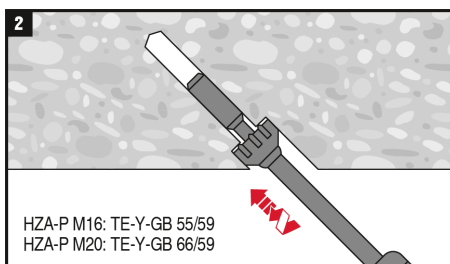
Die empfohlene Maschine zum Bohren der Löcher ist der Bohrhammer Hilti TE 70.



Abb. 20 Bohren mit Spezialbohrständer und Hohlbohrer zur automatischen Bohrlochreinigung

8.2.2 Verlängerung der Bohrlöcher für die untere Verankerung

Bei der versenkten Montage muss das Bohrloch entsprechend dem Ankerkopf vergrößert werden. Die Erweiterung des Bohrlochs sollte gemäß der angegebenen Δh_{INF} erfolgen.



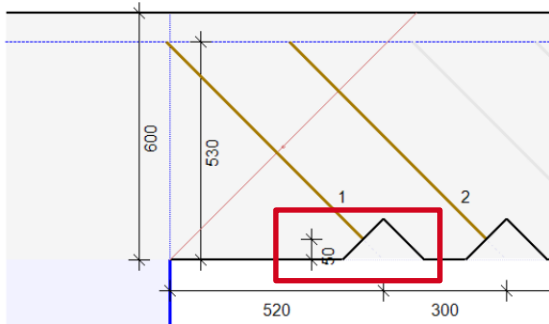


Abb. 21 Visualisierung von Δh_{INF} im Bemessungsbericht



Abb. 22 Verbreiterung des Bohrlochs mit Spezialbohrer TE-Y-GB

Für HZA-P M16: Spezialbohrer TE-Y-GB 55/59 verwenden

Für HZA-P M20: Spezialbohrer TE-Y-GB 66/59 verwenden



8.2.3 Bohrlochreinigung

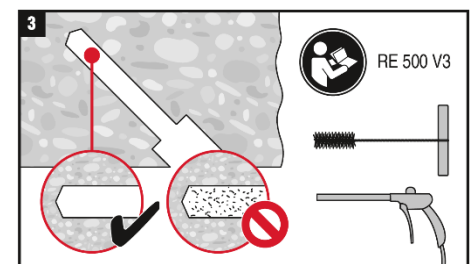
Die Belastbarkeit von chemischen Ankern wird durch die Reinigungsmethode stark beeinflusst. Unzureichende Bohrlochreinigung führt zu schlechten Belastungswerten. Die Auslegung der HZA-P Durchstanzbewehrung erfolgt mit Verbundspannungswerten für das Hammerbohren.

Das Bohrloch muss vor der Mörtelinjektion frei von Staub, Schmutz, Wasser, ggf. Eis, Öl, Fett und anderen Verunreinigungen sein. Die entsprechenden Reinigungsmethoden entnehmen Sie bitte der Gebrauchsanweisung für den Hilti Injektionsmörtel HIT-RE 500 V3. Die folgenden Anweisungen bieten einen Überblick, decken aber möglicherweise nicht alle Bedingungen ab.

Effizienteste und zugleich sehr sichere Variante ist die Verwendung des entsprechenden Hohlbohrers (siehe Material in Kapitel 9). Hierbei sind nach dem Bohren keine weiteren Reinigungsschritte erforderlich.

a) Druckluft

- bei 6 m³/Std., bis der Abluftstrom frei von spürbarem Staub ist. Führen Sie diesen Schritt zweimal aus.
- Für Bohrungen über 250 mm Tiefe verwenden Sie die entsprechende Luftdüse Hilti HIT-DL (ölfreie Druckluft ≥ 6 bar); siehe ETA-16/0142 für Hilti HIT-RE 500 V3 für entsprechende Luftdüsen-/Bohrerkombination.



- Verbinden Sie die ausgewählte Luftdüse mit der entsprechenden Luftreinigungs-Verlängerung: HIT-DL 20 oder HIT-DL 25 HIT-DL 16/0,8 oder HIT-DL B und/oder HIT-VL 16/0,7 und/oder HIT-VL 16 (ETA-16/0142).

Tipps:

- Von Staubwolken fernhalten, Betonstaub nicht einatmen.
- Hilti empfiehlt eine Absaugvorrichtung oder andere Ausrüstung, um den Staub während des Blasvorgangs zu sammeln.

b) Bürsten

- Bürstenverlängerungen HIT-RBS für Maschinenbürsten sind zur Reinigung von Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 250 mm zu verwenden.
- Wählen Sie die entsprechende Bürstenverlängerung HIT-RBS gemäß Materialliste in Kapitel 9.
- Befestigen Sie die Rundstahlbürste HIT-RB an einem Ende der Bürstenverlängerung(en) HIT-RBS, um die Bohrlochgrund zu erreichen.
- Befestigen Sie das andere Verlängerungsende in der Halterung TE-C/TE-Y (-T).

Tipps:

- Starten Sie den Maschinenbürstvorgang langsam.
- Beginnen Sie mit dem Bürsten, sobald die Bürste in das Bohrloch eingesetzt ist. Beim Einführen der Bürste in das Bohrloch sollte ein leichter Widerstand zu spüren sein. Ist dies nicht der Fall, eine neue Bürste verwenden

Reinigungsset

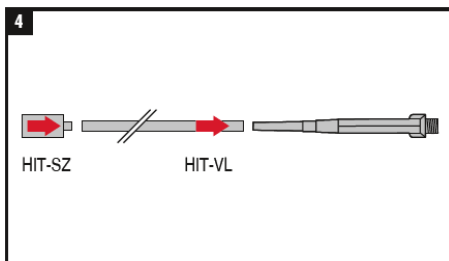
Runde Stahlbürste	Verlängerung	Halter
HIT-RB	HIT-RBS 10/0,7	TE-Y



c) Druckluft

- Bohrloch vom Bohrlochgrund mit Druckluft ausblasen, bis die austretende Luft staubfrei ist. Diesen Vorgang 1-mal wiederholen.

8.3 Injektionsvorbereitung



Vorbereitung von Statikmischer und Verlängerungen

- Verwenden Sie den Statikmischer, der mit dem Mörtel geliefert wird.
- Befestigen Sie die Verlängerungen HIT-VL 16/0,7 oder HIT-VL 16 am Statikmischer.
- Modifizieren Sie den Statikmischer nicht.
- Befestigen Sie den Stauzapfen HIT-SZ an der Verlängerung.

Ankerlänge bestimmen

- Berechnen Sie die Gesamtlänge für HZA-P, wie in folgendem Beispiel gezeigt:

$$l_{e,ges} = \frac{(h - \Delta h_{inf})}{\sin \alpha} = \frac{(530 - 50)}{\sin 45^\circ}$$

- Fügen Sie 30 mm (M16) / 35 mm (M20) hinzu, so dass genügend Gewinde außerhalb des Bohrlochs ist, um den Ankerkopf zu einem späteren Zeitpunkt zu befestigen.
- Schneiden Sie den HZA-P-Anker auf der Bewehrungsseite auf die richtige Länge zu.

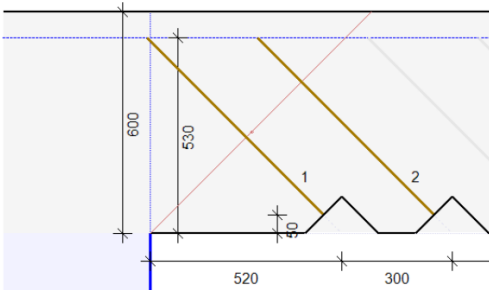


Abb. 23 Visualisierung von Bemaßungen im Bemessungsbericht

Setztiefe und Fülllänge markieren

- Markieren Sie die vollständige Setztiefe $l_{e, ges}$ auf der Erweiterung HIT-VL, um die vollständige Einbettung beim Start der Injektion kontrollieren zu können.
- Markieren Sie die Fülllänge l_m bei $1/3$ der Setztiefe $l_{e, ges}$, um ca. $2/3$ der Bohrung mit Mörtel zu injizieren.

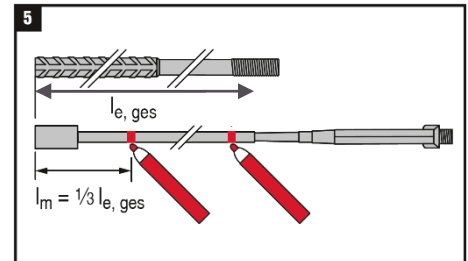


Abb. 24 Vorbereitung der Verlängerung Hit-VL

Mischer fest auf die Folienkartusche aufschrauben

- Befestigen Sie den Statikmischer fest mit dem Verteiler, bevor Sie mit der Dosierung beginnen.

Folienbeutel und Auspressgerät vorbereiten

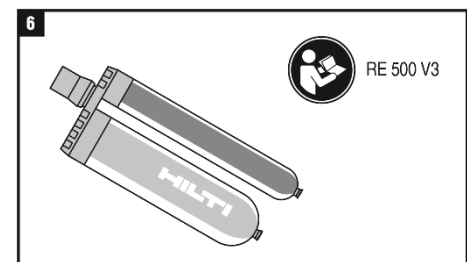
Für die notwendige Vorbereitung der Folienverpackung beachten Sie bitte die Gebrauchsanweisung des Hilti Injektionsmörtels HIT-RE 500 V3. Die folgenden Anweisungen bieten einen Überblick, decken aber möglicherweise nicht alle Bedingungen ab.

Folienbeutel in Folienbeutelhalter einfügen

- Beachten Sie die Gebrauchsanweisung des Auspressgeräts.
- Verwenden Sie bei Verwendung des Hilti HDE 500-A22 Akku-Auspressgeräts das schwarze Kartuschenmagazin HIT-CB 500.
- Prüfen Sie das Kartuschenmagazin auf korrekte Funktion.
- Setzen Sie den Folienbeutel in das Kartuschenmagazin ein.
- Verwenden Sie keine beschädigten Folienbeutel/Magazine.

Folienbeutelmagazin mit Folienbeutel in Auspressgerät einsetzen

- Siehe die Gebrauchsanweisung des Auspressgeräts



- Die effiziente Montage der Anker wird durch den Einsatz der Großkartuschen HIT-RE 500 V3, 1400 ml und des Druckluftauspressgeräts HIT P-8000-D unterstützt.

Anfängliche Mörtelmenge verwerfen

- Beachten Sie die Gebrauchsanweisung des Mörtels für die Menge an Mörtel, die verworfen werden muss.
- Der Folienbeutel öffnet sich selbstständig zu Beginn der Dosierung, nicht manuell durchbohren (dies kann zu Systemausfällen führen).
- Nach dem Wechsel eines Mixers müssen die ersten Hübe verworfen werden.
- Für jeden neuen Folienbeutel ist ein neuer statischer Mixer zu verwenden.



Abb. 25 Verwerfen der anfänglichen Mörtelmenge

8.4 Injektion von Mörtel

Injektion des Mörtels am Bohrlochgrund beginnen, ohne dass Luft eingeschlossen wird

- Überprüfen Sie, ob sich die Bohrlochbedingungen nach der Reinigung geändert haben. Wenn nein, wiederholen Sie die Reinigungsschritte.
- Die Mischerverlängerung mit dem Stauzapfen sollte widerstandslos bis zum Bohrlochgrund eingeführt werden.
- Injizieren Sie den Mörtel vom Bohrlochgrund beginnend, nachdem Sie überprüft haben, dass die Tiefe des Bohrlochs dem Bemessungswert entspricht, indem Sie die Füllmarkierung auf der Verlängerung überprüfen.

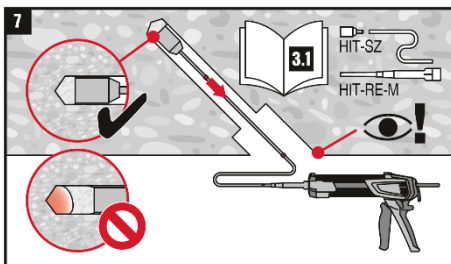


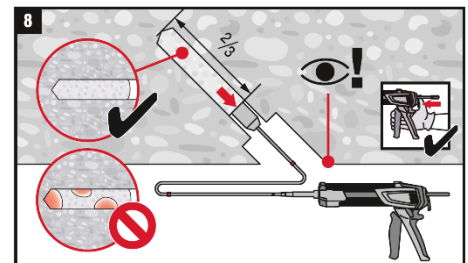


Abb. 26 Injektion von Mörtel (Startposition)

- Während der Injektion wird der Stauzapfen durch den Mörteldruck automatisch aus dem Bohrloch gedrückt.
- Achtung: Durch aktives Ziehen der Mischerverlängerung mit Stauzapfen können Lufteinschlüsse entstehen.
- Verfüllen Sie die Löcher ca. 2/3 voll oder gemäß Berechnung des Mörtelvolumens, um sicherzustellen, dass der Ringspalt zwischen Anker / Bewehrungsstahl und Beton über die gesamte Einbettungslänge vollständig mit Mörtel gefüllt ist.



Abb. 27 Injektion von Mörtel (Endposition)



Sicherheitsvorkehrungen bei Injektion Überkopf

Vorsicht!

- Bei Überkopfanwendungen ist die Gebrauchsanweisung des Mörtels für den Einsatz des Stauzapfens HIT-SZ zu beachten.
- Der flexible Schlauch HIT-VL muss verwendet und mit dem Statikmischer verbunden werden.
- Während der Injektion müssen die Verlängerungen so gesichert sein, dass der Druck im Mörtel während der Injektion deutlich spürbar ist.

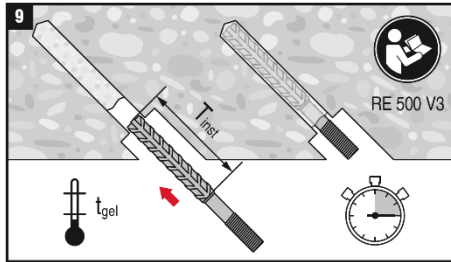


- Achtung: Die Verbindung zwischen Statikmischer und Folienbeutel kann getrennt werden. Bei Injektion mit dem Auspressgerät HIT-P 8000 D ist die Verbindung zwischen dem Statikmischer und den Verlängerungen z.B. mit Klebeband zu sichern.

Entriegelungstaste am Auspressgerät betätigen

Nach der Mörtelinjektion ist die Entriegelungstaste am Auspressgerät zu betätigen. Dadurch wird verhindert, dass weiterer Mörtel aus dem Mischer austritt.

8.5 Montage der Durchstanzbewehrung



Element in das Bohrloch einsetzen

- Markieren Sie das Element an der erforderlichen Verankerungstiefe $l_{e,ges}$
- Setzen Sie den Zentrierring auf das Gewinde.
- Stellen Sie das Element auf die gewünschte Setztiefe ein. **Die Setztiefe muss der Bemessungsspezifikation entsprechen.**
- Überprüfen Sie vor der Verwendung, ob das Element trocken und frei von Öl oder anderen Rückständen ist.
- Um die Montage zu erleichtern, können die Elemente beim Einsetzen leicht oszillierend bewegt werden.
- Nach der Montage eines Elements muss der Ringspalt vollständig mit Mörtel ausgefüllt und der Zentrierring vollständig in das Bohrloch eingebettet sein.
- Mindestens 30 mm (M16) / 35 mm (M20) des Gewindes sollten sich außerhalb des Bohrlochs befinden, um den Ankerkopf zu einem späteren Zeitpunkt befestigen zu können.



Beachten Sie die Verarbeitungszeit t_{gel} , die je nach Temperatur des Basismaterials variiert. Bitte beachten Sie die Gebrauchsanweisung des Mörtels für Details zu t_{gel} . Geringfügige Anpassungen am Element können während der Verarbeitungszeit vorgenommen werden. Für die Gelzeit siehe entsprechende Hinweise in der Gebrauchsanweisung der Mörtel.



Abb. 28 Montage des HZA-P-Ankers

Zusätzlich zu beachten bei Überkopf-Montage

- Seien Sie beim Einsetzen des Elements besonders vorsichtig.
- Überschüssiger Mörtel wird aus dem Bohrloch gedrückt und kann heruntertropfen. Der Kontakt mit heruntertropfendem Mörtel ist unbedingt zu vermeiden.

- Um die Montage zu erleichtern, verwenden Sie die Tropfschale (HIT-OHC 2, Artikel-Nr. 387552) und drücken Sie sie bis zur Markierung $l_{e,ges.}$ ein.
- Setzen Sie das Element mit der Tropfschale in das Bohrloch ein.
- Entfernen und entsorgen Sie die obenliegende Tropfschale mit dem überschüssigen Mörtel sicher. Die Überkopf-Tropfschale ist ein Wegwerfartikel.
- Das Element ist während der Aushärtezeit t_{cure} mit dem Zentrierring gesichert.

Bewegen Sie das Element nicht.

Nachdem das Gel time t_{gel} abgelaufen ist, darf das Element nicht gestört werden, bis die t_{cure} vergangen ist. Bitte beachten Sie die Gebrauchsanweisung des Mörtels für Details zu t_{cure} .

8.6 Montage des Ankerkopfes

Nach dem Aushärten des Injektionsmörtels HIT-RE 500 V3 wird der Ankerkopf montiert.

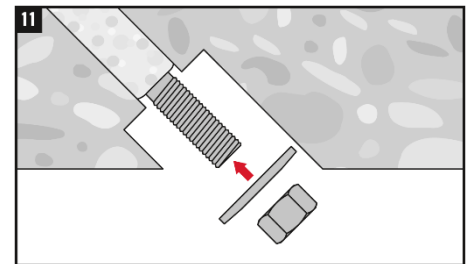
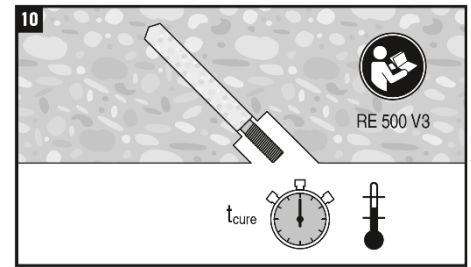


Abb. 29 Montage des Ankerkopfes

8.6.1 Montage von Verfüllscheibe und Mutter

Die Einspritzscheibe Hit M16, runde Unterlegscheibe C17 und Mutter M16 oder Einspritzscheibe Hit M20, runde Unterlegscheibe C21 und Mutter M20 sind am Gewinde fixiert. Das Montagedrehmoment von 100 Nm (HZA-P M16) bzw. 160 Nm (HZA-P M20) wird anschließend mit einem Drehmomentschlüssel aufgebracht.

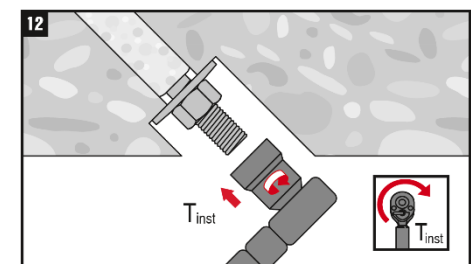




Abb. 30 Anwendung des Drehmoments

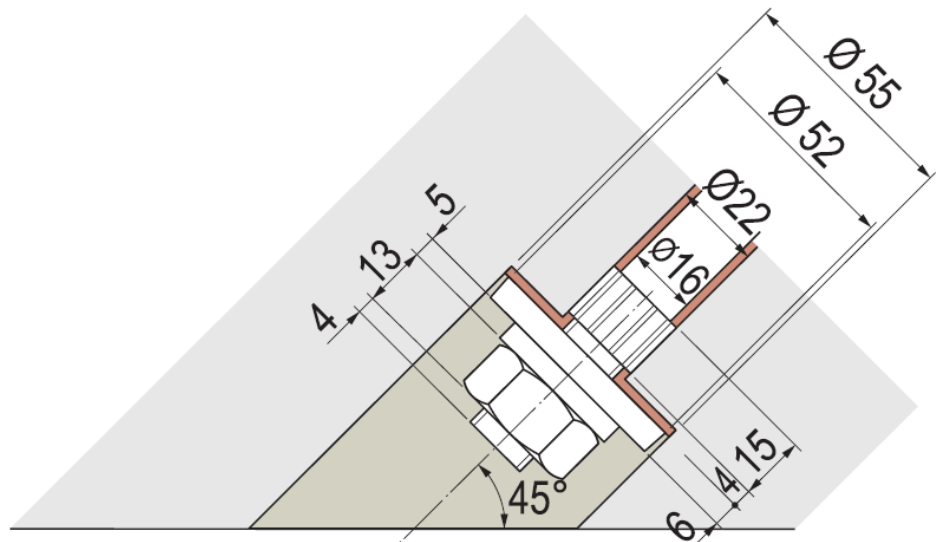


Abb. 31 Ankerkopf und Bohrlochverlängerung HZA-P M16

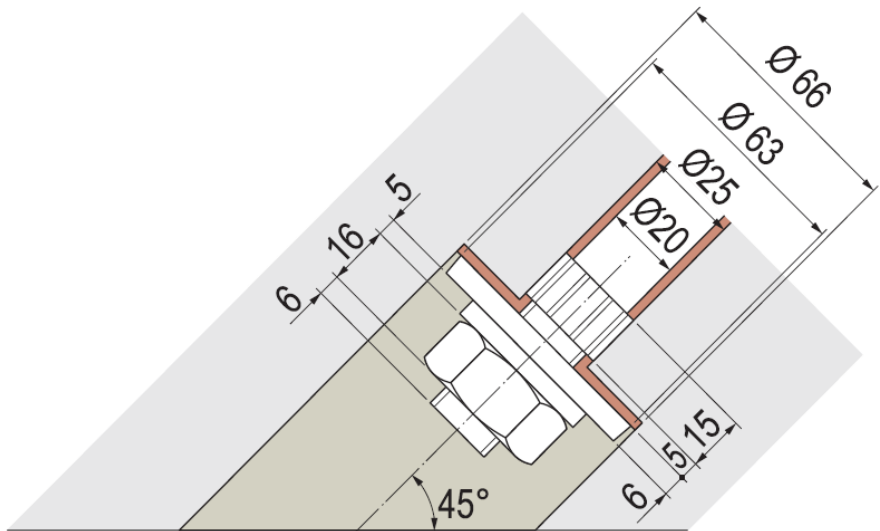


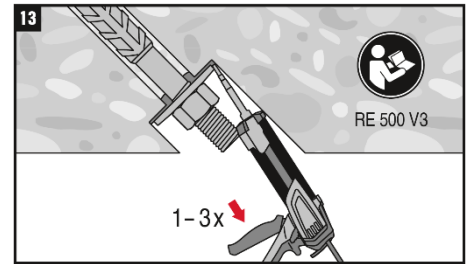
Abb. 32 Ankerkopf und Bohrlochverlängerung HZA-P M20

8.6.2 Injizieren des Ringspalts mit dem Mörtel HIT-RE 500 V3

Nach Aufbringen des Drehmoments wird der Ringspalt über die Verfüllscheibe des Ankerkopfes mit dem Verbundmörtel Hilti HIT-RE 500 V3 injiziert.



Abb. 33 Injektion von Mörtel in Unterlegscheibe



8.6.3 Verfüllung der Bohrlochabsenkung mit Brandschutzmörtel CP 636

Der Ankerkopf wird mit Brandschutzmörtel CP 636 abgedeckt.



Abb. 34 Abschließende Füllung mit Brandschutzmörtel



9 Material

Hohlbohrer

Bestellbezeichnung	für Größe	Artikelnr.
TE-YD 22/59	M16	201896
TE-YD 22/52 MP4	M16	201897
TE-YD 22/89	M16	207887
TE-YD 25/59	M20	201896
TE-YD 25/59 MP4	M20	201897
TE-YD 25/89	M20	207887
TE-YD 25/119	M20	207887

Bohrer

Bestellbezeichnung	für Größe	Artikelnr.
TE-YX 22/32	M16	212230
TE-YX 22/32 MP4	M16	212230
TE-YX 22/52	M16	212230
TE-YX 22/52 MP4	M16	212230
TE-YX 22/92	M16	293177
TE-YX 25/32	M20	212227
TE-YX 25/32 MP4	M20	212227
TE-YX 25/52	M20	212227
TE-YX 25/52 MP4	M20	212227
TE-YX 25/72	M20	427848
TE-YX 25/92	M20	293229
TE-YX 25/130	M20	293230

Verbreiterungsbohrer zur Einbettung der Verankerung

Bestellbezeichnung	für Größe	Artikelnr.
TE-Y GB 55/36	M16	261862
TE-Y GB 66/36	M20	261863

Material für Bohrlochreinigung

Bestellbezeichnung	für Größe	Artikelnr.
Rundbürste HIT RB 22	M16	370774
Rundbürste HIT RB 25	M20	336553

Verlängerung RB 10/07	M16/M20	336645
-----------------------	---------	--------

Halter TE-C	M16/M20	263437
Halter TE-Y	M16/M20	263439

Druckluftinjektor	M16/M20	381215
-------------------	---------	--------

Luftdüse HIT-DL 20	M16	371719
Luftdüse HIT-DL 24	M20	371720

Verlängerung Druckluftinjektor	M20	336553
--------------------------------	-----	--------

Hilti Zuganker HZA-P

Bestellbezeichnung	Packung enthält	Artikelnr.
HZA-P M16x350	20 Stk. inkl. Zubehör	388729
HZA-P M16x700	20 Stk. inkl. Zubehör	2153239
HZA-P M16xlength		auf Anfrage
HZA-P M20x700	10 Stk. inkl. Zubehör	388730
HZA-P M20x1000	10 Stk. inkl. Zubehör	2121078
HZA-P M20xLänge		auf Anfrage

Die Zuganker HZA-P werden mit Zubehör (1 Injektionsscheibe, 1 Kugelscheibe, 1 Mutter und 1 Zentrierring pro Anker) geliefert. Die dargestellten Längen sind Gesamtlängen des Ankers. Spezifische Längen müssen entsprechend den Projektanforderungen verkürzt oder als Sonderanfertigungen bestellt werden.

Injektionsmörtel

Bestellbezeichnung	Artikelnr.
Hilti HIT-RE 500 V3/1400	2123409
Hilti HIT-RE 500 V3/1400 (32)	2203094
Hilti HIT-RE 500 V3/1400 (64)	2199372
Hilti HIT-RE 500 V3/500	21234065
Hilti HIT-RE 500 V3/500 (20)	21448445
Hilti HIT-RE 500 V3/330	21234035
Hilti HIT-RE 500 V3/330 (25)	21448425

Auspressgerät

Bestellbezeichnung	für Größe	Artikelnr.
Pneumatisches Auspressgerät P	1400 ml	373959
Kartuschenmagazin P 8000 D	1400 ml	373960

Akku-Auspressgerät HDE 500-A22	500/330 ml	2200644
Kartuschenmagazin HIT-CB 500	500/330 ml	2007057

Injektionszubehör

Bestellbezeichnung	für Größe	Artikelnr.
Mischer HIT-RE-M	330/500/1400 ml	337111

Verlängerungsrohr HIT-VL-	336646
Verlängerungsrohr HIT-VL-16/10 m	38249

Stauzapfen HIT-SZ 22	M16	2039312
Stauzapfen HIT-SZ 25	M20	2039315

Tropfschutz HIT-OHC2	M16/M20	387552
-----------------------------	----------------	---------------

Brandschutzmörtel

Bestellbezeichnung	Artikelnr.
Brandschutzmörtel Hilti CP 636	334897





Hilti Deutschland AG
Kundenservice 0800-888 55 22
www.hilti.de

Hilti Austria Ges.m.b.H.
Kundenservice 0800 81 81 00
www.hilti.at

Hilti (Schweiz) AG
Kundenservice 0844 84 84 85
www.hilti.ch