



BETONSCHRAUBE HUS4

Wirkungsweise und Vorteile gegenüber
herkömmlichen Verankerungstechnologien

März 2022

Webinar, Kaufering



AGENDA

- 1.0** **Betonschraube/Schraubanker und ihre Fertigung**
- 2.0** Welche Vorteile bietet diese Technologie?
- 3.0** Qualifizierung und Bemessung
 - 3.1** Wasserstoffversprödung?
 - 3.2** Setzbarkeit bei Bewehrungstreffern?
 - 3.3** Reinigung des Bohrlochs notwendig?
 - 3.4** Korrosionsklassen
- 4.0** Um ihre Fragen zu beantworten, gehen wir auch gerne über die EAD hinaus
- 5.0** Stärkere Zulassung und technische Daten
- 6.0** Zusammenfassung

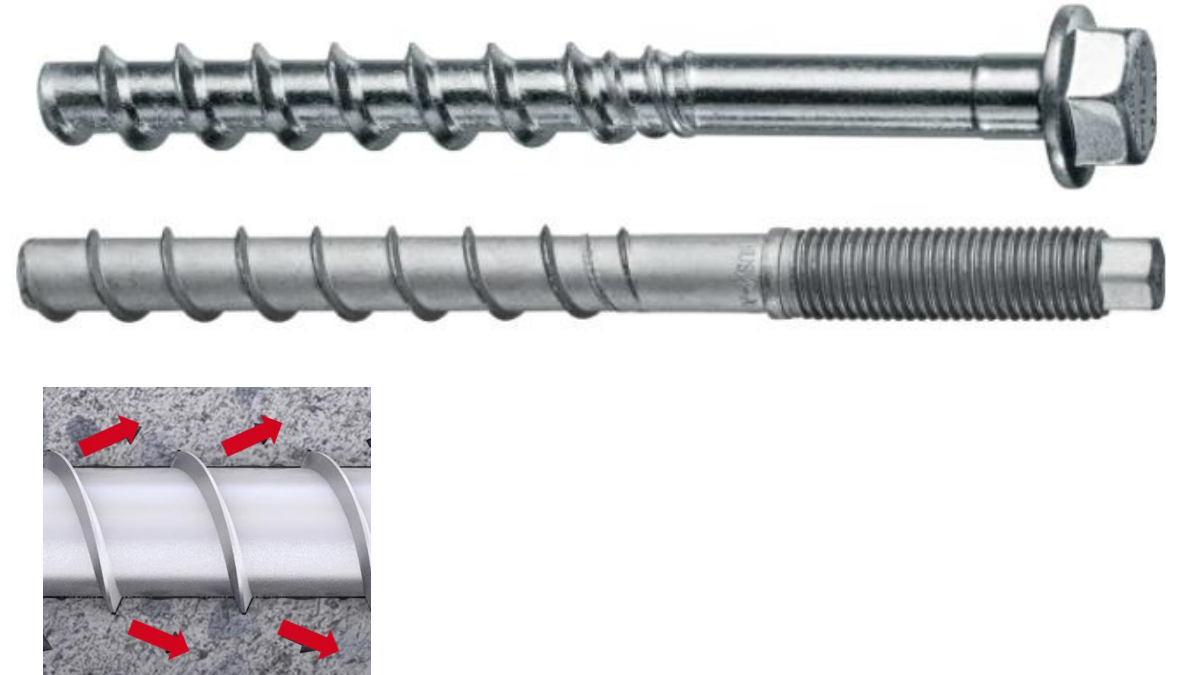
WAS IST EINE BETONSCHRAUBE UND WIE WIRD DIESE GEFERTIGT?



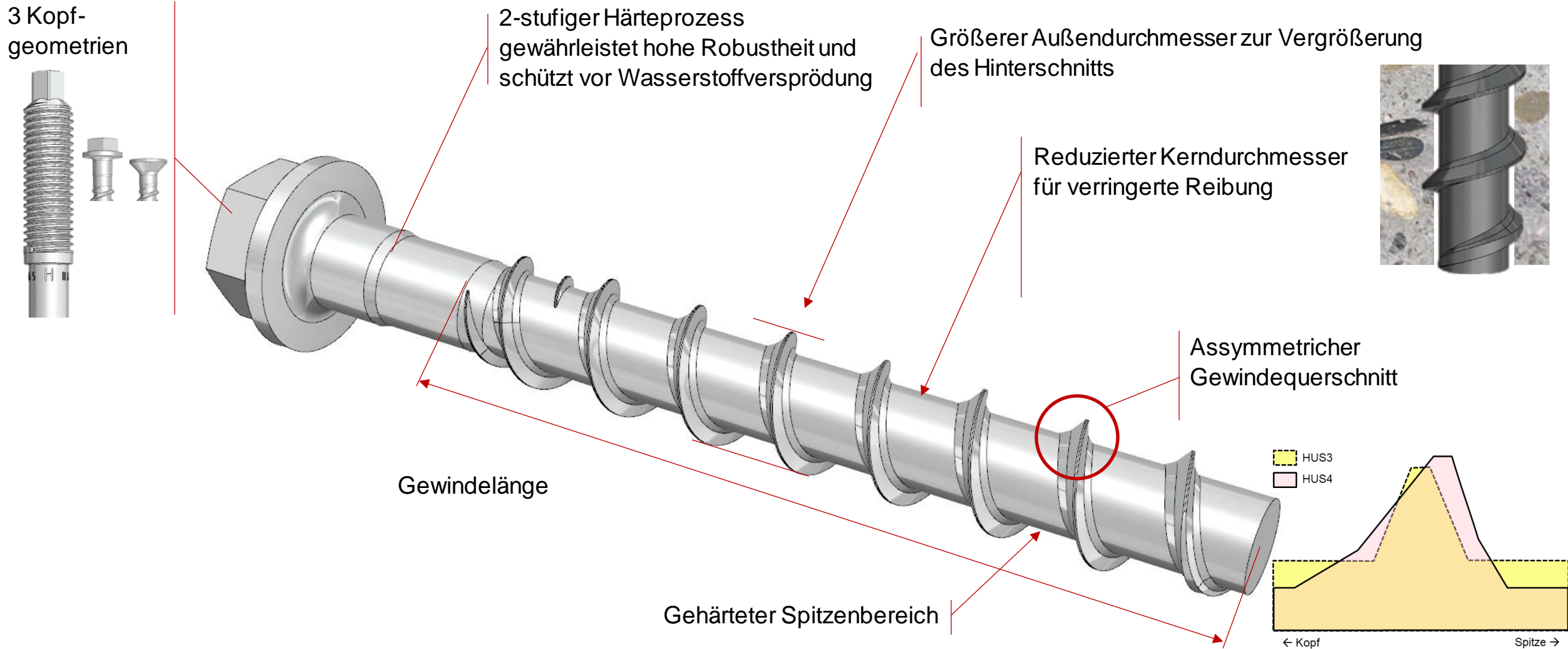
“DIE BETONSCHRAUBE HILTI HUS IST EINE JÜNGERE ENTWICKLUNG VON BEFESTIGUNGSSYSTEMEN

Erste europäische Zulassungen von Betonschrauben ~ 2010

- Betonschrauben/ Schraubanker werden mittels Schlagschrauber in vorgebohrte Löcher eingedreht.
- Die Schraube ist so dimensioniert und auf das Bohrloch abgestimmt, dass sich das Gewinde in den Beton einschneidet.
- Um dies zu erreichen, wird ein gehärtetes Gewinde am Schraubenfuß gefertigt, um das Einschneiden in den Beton zu erleichtern.
- Die Herstellung von Betonschrauben ist relativ aufwendig. Einerseits muss das Gewinde für den Schneidvorgang ausreichend gehärtet sein, andererseits muss eine Wasserstoffversprödung vermieden werden und das Befestigungssystem ausreichend duktil sein.
- Wirkprinzip: Formschluss



DIE HILTI HUS4 BETONSCHRAUBE / SCHRAUBANKER AUF EINEN BLICK



DER HERSTELLUNGSPROZESS AUF EINEN BLICK

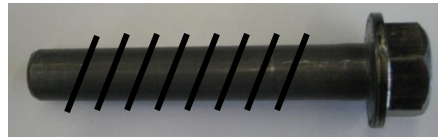
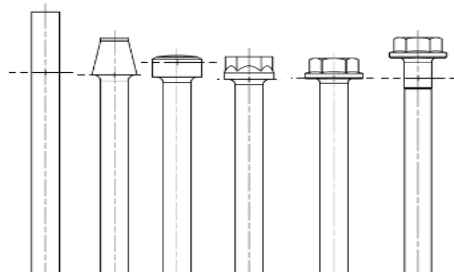
Ausgangsmaterial



Herstellungsprozess



Drahtschneiden und Kaltumformungsschritte



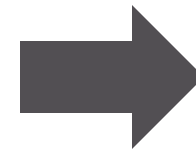
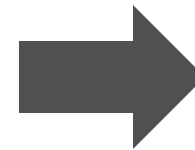
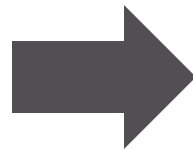
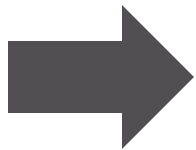
Gewinderollen



Wärmebehandlung:
Gewinde härten



Wärmebehandlung:
Spitze härten



WELCHE VORTEILE BIETET DIESE TECHNOLOGIE?



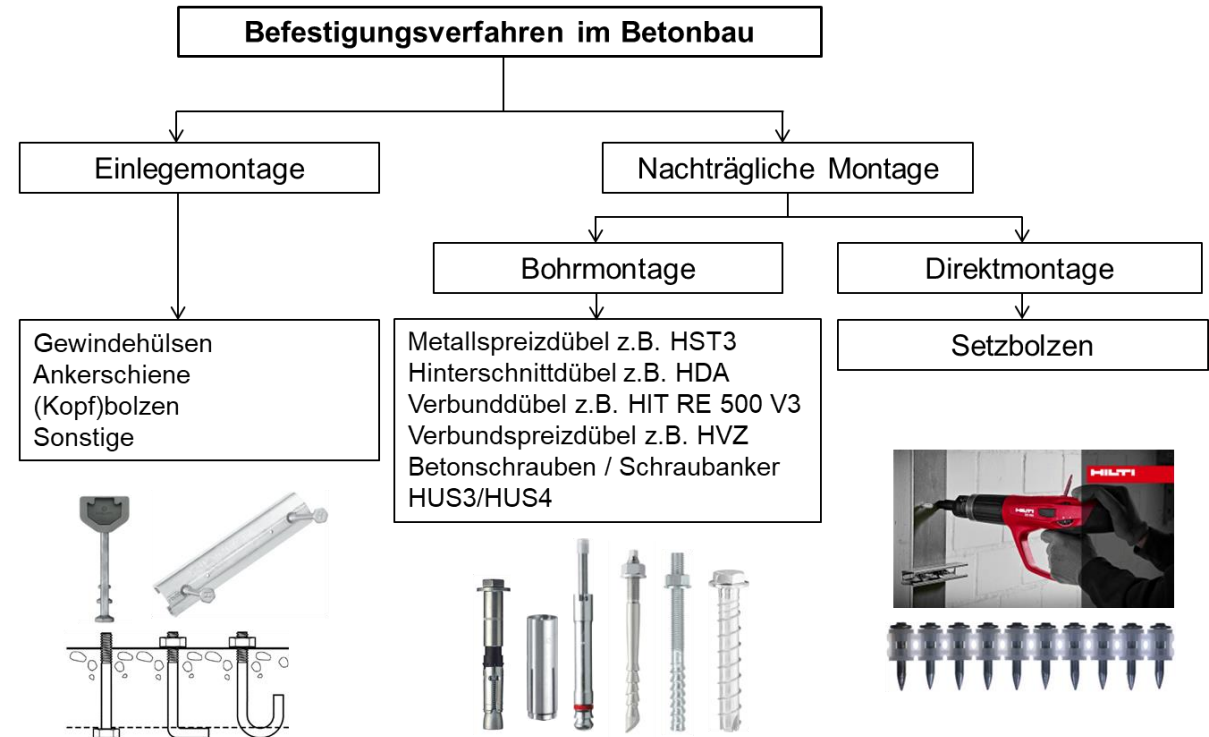
IM BETONBAU SIND MEHRERE BEFESTIGUNGSVERFAHREN GEBRÄUCHLICH

Einlegeteile (z.B. Hilti Ankerschiene HAC)

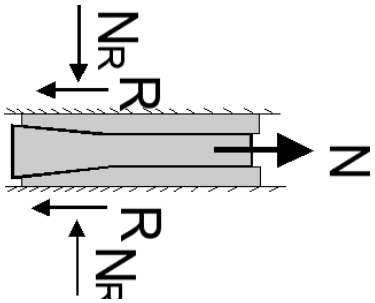
Ihre Anordnung ist auf die Lage der Bewehrung abzustimmen, sie können auch in hochbewehrten Bauteilen ohne große Schwierigkeiten eingesetzt werden. Als nachteilig kann die erforderliche Vorplanung empfunden werden.

Nachträgliche Montage (z.B. s. Bild)

Flexibel einsetzbar, jedoch eventuell Abstimmung der Lage der Bohrlöcher im Bezug auf die Bewehrung um das nicht zulässige Durchbohren der Bewehrung zu vermeiden.

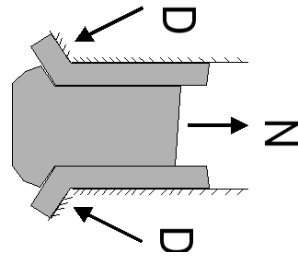


BOLZENANKER, HINTERSCHNITTANKER UND VERBUNDDÜBEL SIND DIE BEKANNTTESTEN BEFESTIGUNGSSYSTEME, DIE ERSTEN SYSTEM WURDEN IN DEUTSCHLAND 1975 ZUGELASSEN



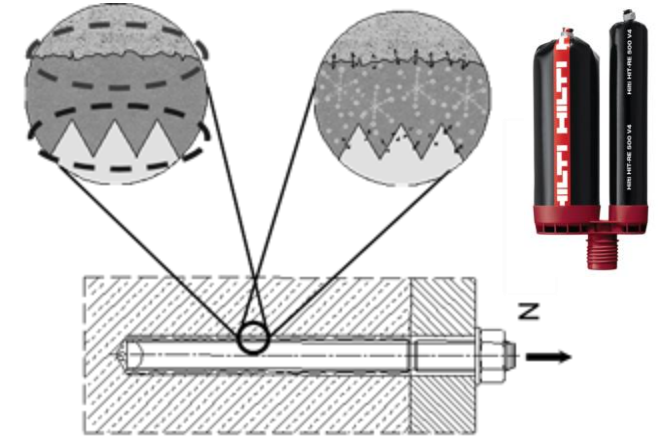
Bolzenanker Hilti HST3

- Wirkprinzip: Reibschluss
- Beim Setzen wird eine Spreizkraft erzeugt, die eine Reibkraft zwischen Sprezhülse und Bohrlochwand hervorruft
- Erste Zulassungen von Metallspreizdübeln ~ 1975



Hinterschnittanker Hilti HDA

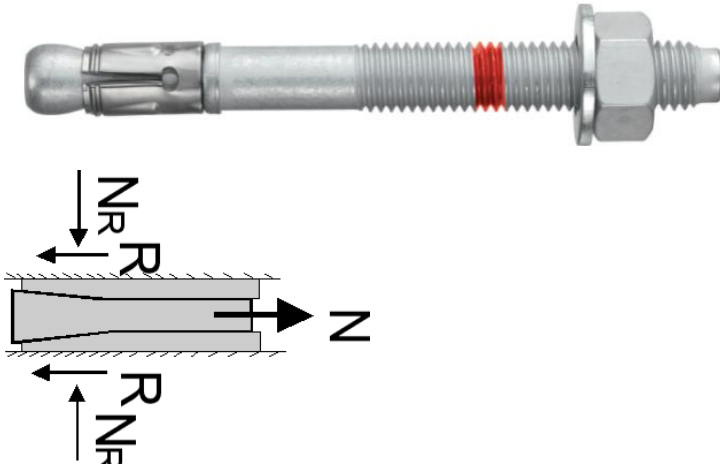
- Wirkprinzip: Formschluss
- Die Lasten werden über mechanische Verzahnung zwischen Kopf und Ankergrund übertragen
- Erste Zulassungen von Hinterschnittdübel ~ 1982



Verbunddübel / Klebeanker

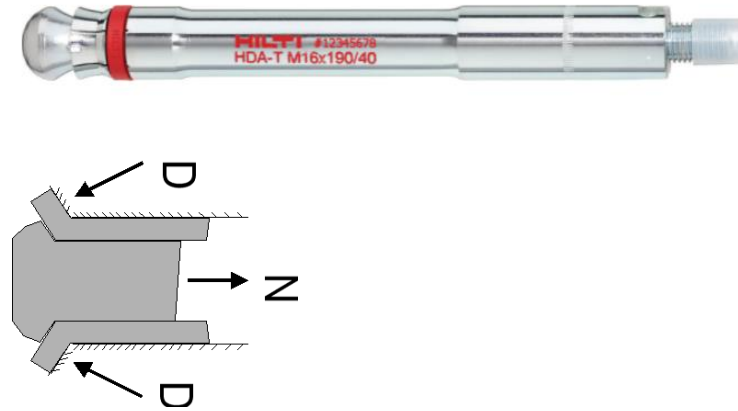
- Wirkprinzip: Stoffschluss
- Bei Stoffschluss wird die Zuglast über Verbund zwischen Mörtel und Bohrlochwand (Klebewirkung und Mikroverzahnung) in den Ankergrund eingeleitet
- Erste Zulassungen von Verbunddübeln ~ 1975

BEFESTIGUNGSSYSTEME HABE BEZOGEN AUF DIE ANFORDERUNG DER ANWENDUNG RELATIVE VORTEILE



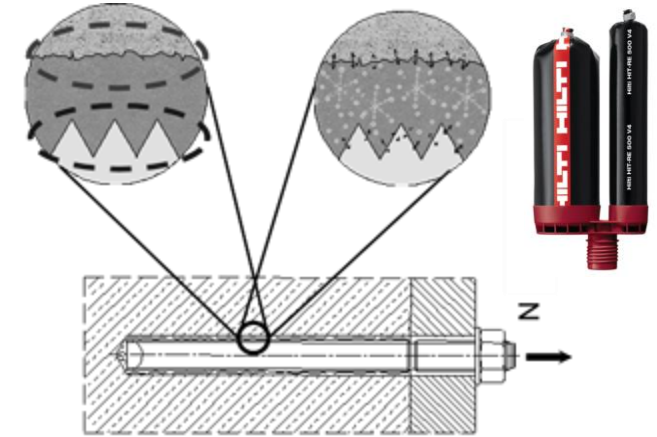
Bolzenanker Hilti HST3

- +** Sofort belastbar, Temperaturunabhängig, einfache Installation (Drehmoment)
- Ungeschütztes Bohrloch, begrenzte Untergrundmaterialien, Ankerlänge begrenzt, in der Regel nicht ausbaubar und nicht wiederverwendbar



Hinterschnittanker Hilti HDA

- +** Sofort belastbar, Temperaturunabhängig, sicheres Tragverhalte selbst bei Rissbreiten von 3mm, deckt nahezu alle Einwirkungen ab
- Ungeschütztes Bohrloch, limitierte Untergrundmaterialien, Ankerlänge begrenzt, nicht wiederverwendbar, aufwendige Installation



Verbunddübel / Klebeanker

- +** Geschütztes Bohrloch, umfangreicheres Untergrundmaterial, kleine Rand- und Achsabstände, verbessert die vorhandene Betonqualität
- Aushärtezeit, aufwendige Installation, Temperatureinfluss, in der Regel nicht ausbaubar, nicht wiederverwendbar

DIE HUS/HUS3/HUS4 BETONSCHRAUBEN VERBINDET WESENTLICHE VORTEILE DER BEKANNTESTEN BEFESTIGUNGSSYSTEME



Bolzenanker Hilti HST3

- +** Sofort belastbar, Temperaturunabhängig, einfache Installation (Drehmoment)
- Ungeschütztes Bohrloch, Begrenztes Untergrundmaterial, Flexibilität bzgl. Ankerlänge begrenzt, in der Regel nicht **ausbaubar** und nicht wiederverwendbar

Hinterschnittanker Hilti HDA

- +** Sofort belastbar, Temperaturunabhängig, sicheres Tragverhalte selbst bei Rissbreiten von 3mm, deckt nahezu alle Einwirkungen ab
- Ungeschütztes Bohrloch, begrenztes Untergrundmaterial, Ankerlänge begrenzt, nicht **wiederverwendbar**, aufwendige Installation

Verbunddübel / Klebeanker

- +** Geschütztes Bohrloch, **umfangreicheres Untergrundmaterial, kleine Rand- und Achsabstände**, verbessert die vorhandene Betonqualität
- Aushärtezeit, aufwendige Installation, Temperatureinfluss, In der Regel nicht ausbaubar, Nicht wiederverwendbar

DIE GEOMETRIE WURDE WÄHREND DER ENTWICKLUNG HINSICHTLICH TRAGLAST UND SETZBARKEIT OPTIMIERT

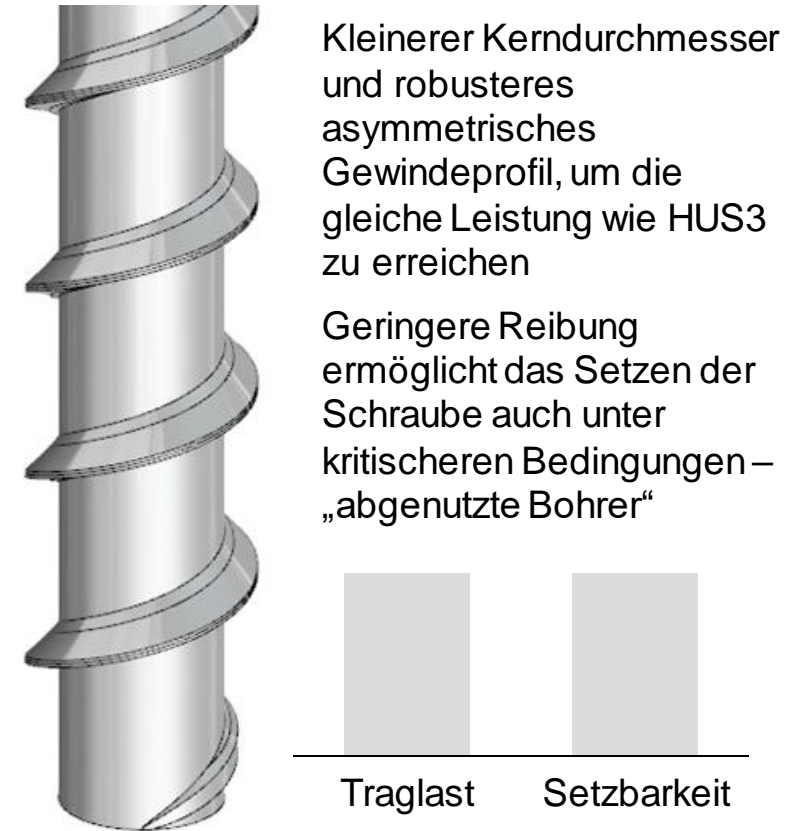
HUS-H erste Generation



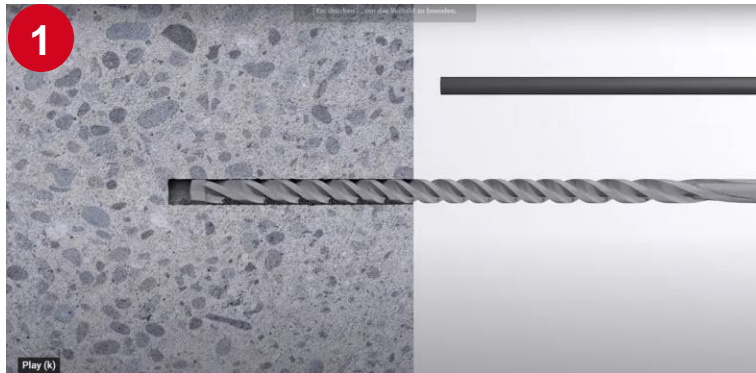
HUS3 mit "Schneidekante"



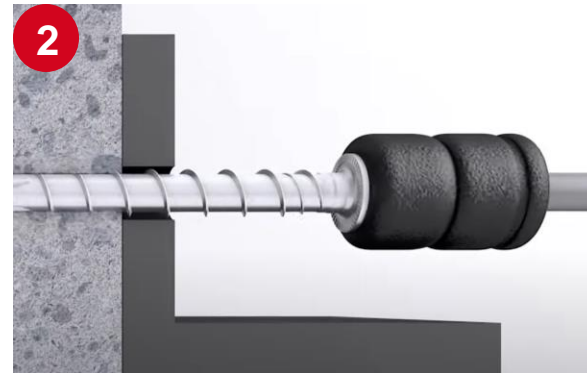
Neu: HUS4 ohne "Schneidekante"



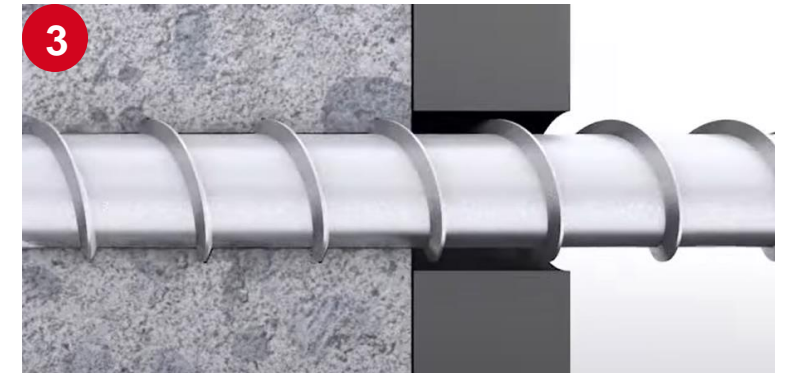
INSTALLATIONSPROZESS DER HILTI HUS BETONSCBRAUBE / SCHRAUBANKER



Bohrlocherstellung



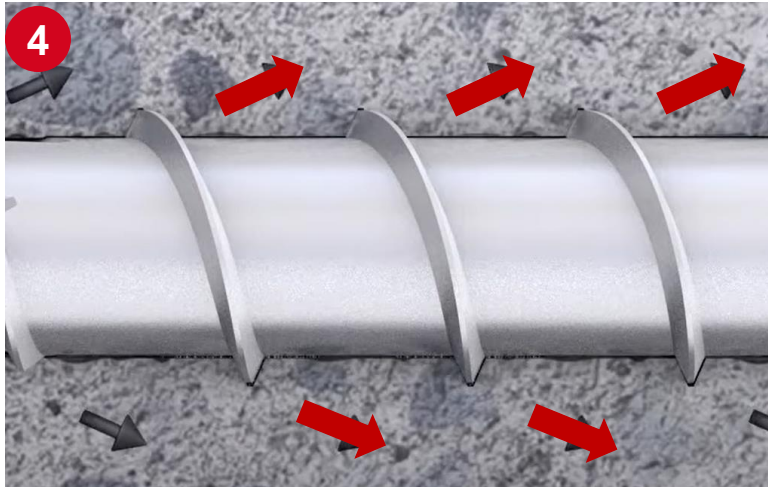
**Drehend-schlagen mit
Schlagschrauber eintreiben, kein
Drehmoment notwendig**



**Einschneiden des Gewindeganges in
den Beton**

- Kerndurchmesser kleiner als Bohrlochdurchmesser

LASTEINLEITUNGSMECHANISMUS IST VERGLEICHBAR MIT EINBETONIERTEN BEWEHRUNGSSTÄBEN

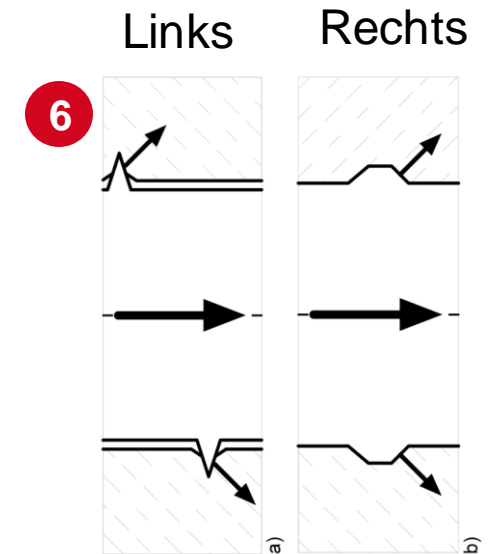


Lasteinleitungsmechanismus vergleichbar mit einbetonierten Bewehrungsstäben



Eingeschnittener Gewindegang

- Durch Zementstein und Zuschlag



Vergleich (schematisch)

- Links: Betonschraube / Schraubanker
- Rechts: Einbetonierter Bewehrungsstab
- Unterschiede: Lokale Schädigungen im Bereich des Gewindes
- Fehlender Querdruck



HILTI HUS4
SCHRAUBANKER /
BETONSCHRAUBE

QUALIFIZIERUNG UND
BEMESSUNG



SO TESTEN UND ENTWICKELN WIR

Hilti Innovationszentrum Schaan, Liechtenstein



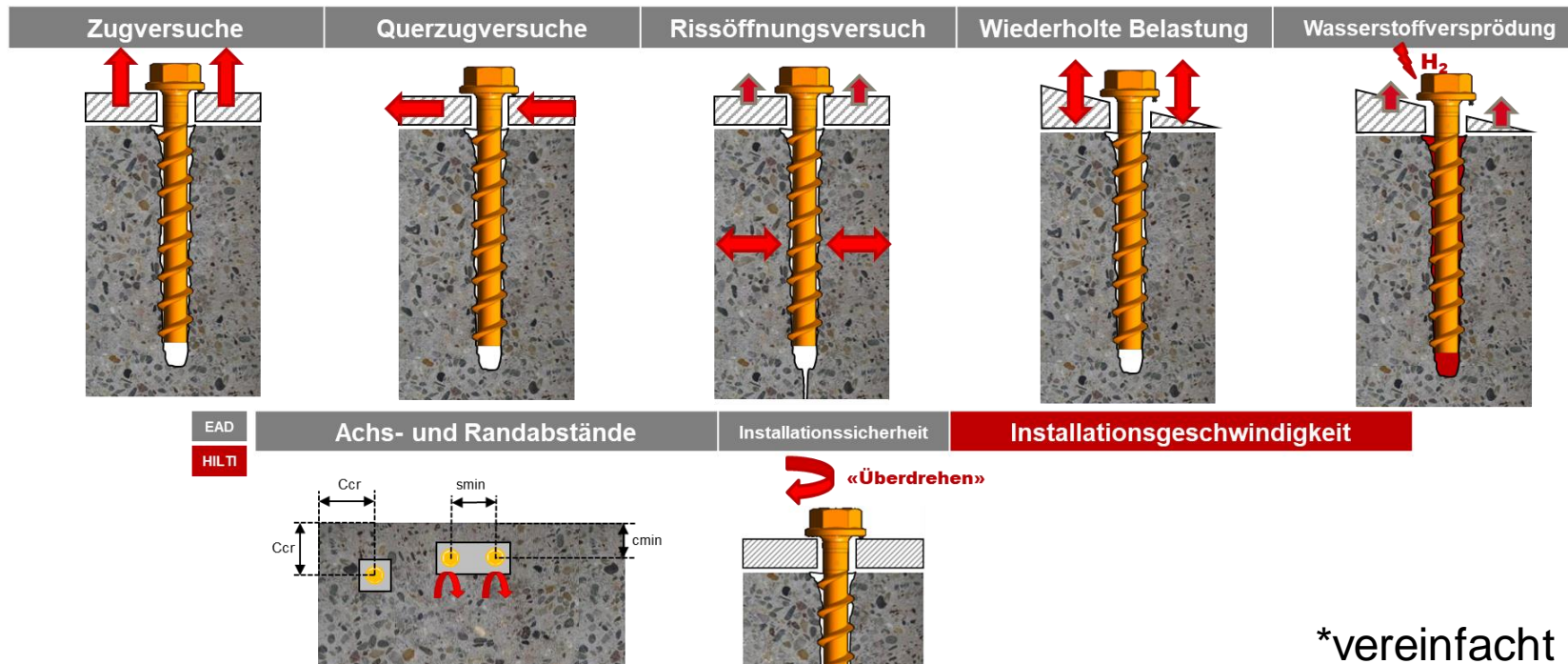
SO TESTEN UND ENTWICKELN WIR

Hilti Innovationszentrum Schaan, Liechtenstein



DIE EIGNUNG DER HILTI HUS4 SCHRAUBANKER / BETONSCHRAUBE WIRD DURCH EAD 330232-00-0601 NACHGEWIESEN, BEMESSUNG NACH EC2, TEIL 4

Ein umfangreiches Testprogramm ist erforderlich, um die Leistung von Schraubankern unter verschiedenen Bedingungen zu bewerten:



*vereinfacht



VERSUCHSPROGRAMM FÜR MECHANISCHE BEFESTIGUNGSSYSTEME, JE NACH ART SIND SYSTEMSPEZIFISCHE, ZUSÄTZLICHE VERSUCHE DURCHFÜHREN

performance of the product in relation to these essential characteristics

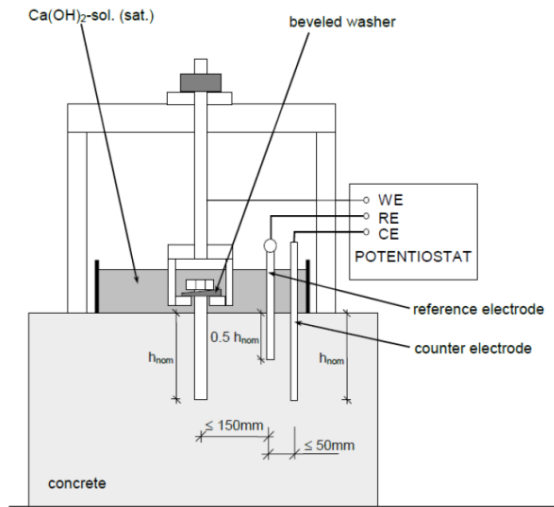
No	Essential characteristic	Assessment methods	Type of expression of product performance
Basic Works Requirement 1: Mechanical resistance and stability			
Characteristic resistance to tension load (static and quasi-static loading) Method A			
1	Resistance to steel failure	2.2.1	Level $N_{Rk,s}$ [kN] _F
2	Resistance to pull-out failure	2.2.2	Level $N_{Rk,p}$ [kN], ψ_c [-]
3	Resistance to concrete cone failure	2.2.3	Level $k_{Gr,N}$, $k_{Gr,N}$ [-], h_{ef} , $c_{Gr,N}$ [mm]
4	Robustness	2.2.4	Level γ_{inst} [-]
5	Minimum edge distance and spacing	2.2.5	Level c_{min} , s_{min} , h_{min} [mm]
6	Edge distance to prevent splitting under load	2.2.6	Level $N^0_{Rk,sp}$ [kN], $c_{Gr,sp}$ [mm]
Characteristic resistance to shear load (static and quasi-static loading)			
7	Resistance to steel failure under shear load	2.2.7	Level $V^0_{Rk,s}$ [kN], $M^0_{Rk,s}$ [Nm], k_T [-]
8	Resistance to pry-out failure	2.2.8	Level k_B [-]
Characteristic resistance for simplified design			
9	Method B	2.2.9.1	Level F^0_{Rk} [kN], $M^0_{Rk,s}$ [Nm], ψ_c [-], c_{Gr} , s_{Gr} , s_{min} , c_{min} , h_{min} [mm]
10	Method C	2.2.9.2	Level F_{Rk} [kN], $M^0_{Rk,s}$ [Nm], c_{Gr} , s_{Gr} , h_{min} [mm]
Displacements			
11	Displacements under static and quasi-static loading	2.2.10	Level δ_{ND} , $\delta_{N=}$, δ_{VD} , $\delta_{V=}$ [mm]
Characteristic resistance and displacements for seismic performance categories C1 and C2			
12	Resistance to tension load, displacements	C1	2.2.11 Level $N_{Rk,s,C1}$, $N_{Rk,p,C1}$ [kN]
		C2	2.2.12 Level $N_{Rk,s,C2}$, $N_{Rk,p,C2}$ [kN], $\delta_{N,C2F}$ [mm]
13	Resistance to shear load, displacements	C1	2.2.13 Level $V_{Rk,s,C1}$ [kN]

No	Essential characteristic	Assessment methods	Type of expression of product performance
		C2	2.2.14 Level $V_{Rk,s,C2F}$ [kN], $\delta_{V,C2}$ [mm]
14	Factor for annular gap	2.2.15	Level α_{gap} [-]
Basic Works Requirement 2: Safety in case of fire			
15	Reaction to fire	2.2.16	Class (A1)
Resistance to fire			
16	Fire resistance to steel failure (tension load)	2.2.17	Level $N_{Rk,s,R}$ [kN]
17	Fire resistance to pull-out failure (tension load)	2.2.18	Level $N_{Rk,p,R}$ [kN]
18	Fire resistance to steel failure (shear load)	2.2.19	Level $V_{Rk,s,R}$ [kN], $M^0_{Rk,s,R}$ [Nm]
Aspects of durability			
19	Durability	2.2.20	Description

WASSERSTOFFVERSPRÖDUNG



SCHRAUBEN MIT HOHER FESTIGKEIT KÖNNEN AUFGRUND VON WASSERSTOFFVERSPRÖDUNG, SPRÖDE WERDEN



Wasserstoffversprödung

- durch den Produktionsprozess verursacht
- durch Korrosion bei (auch kurzzeitiger) Einwirkung von Feuchtigkeit



	Ungerissener Beton	Gerissener Beton
C50/60	(hydrogen, 4° wedge)	-

Versuchsdurchführung

- Bohren, Reinigung des Bohrlochs, Beschädigung der Zn-Beschichtung unterhalb des Kopfes, Einbau des Dübels mit 4° Schrägscheibe
- Aufbringen einer Dauerlast, Anlegen eines Potentials zur Erzeugung von Wasserstoff (-1164mV mit Ag/AgCl Referenzelektrode) an der Oberfläche des Dübels, 100h Versuchsdauer, Restauszug

SETZBARKEIT BEI BEWEHRUNGSTREFFERN?

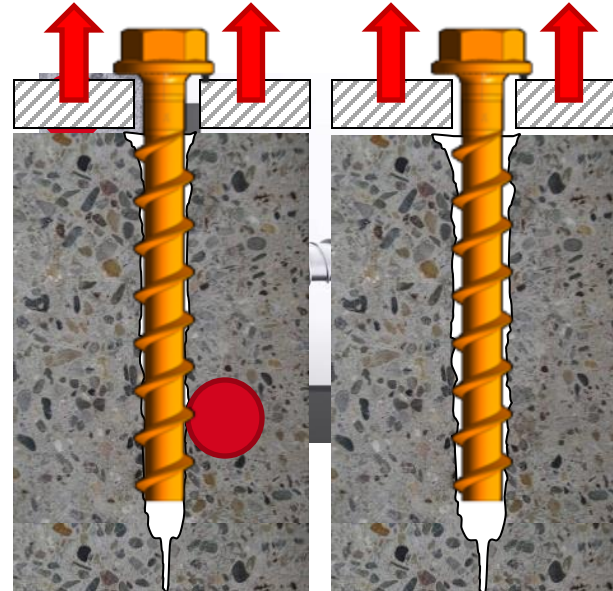
EAD 33023-00-0601, ABSCHNITT 2.2.4.2
ROBUSTHEIT BEI KONTAKT MIT DER BEWEHRUNG

IST MEINE BEMESSUNG NOCH SICHER, WENN BEWEHRUNG GETROFFEN WIRD?



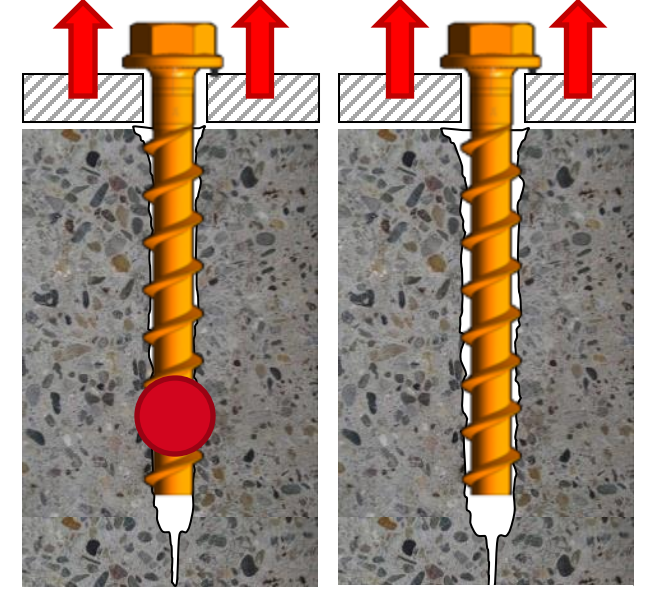
Robustheit bei Kontakt mit der Bewehrung (EAD 33023-00-0601, Abschnitt 2.2.4.2)

Diese Tests werden durchgeführt, um den korrekten Einbau und die Leistung von Betonschrauben zu bewerten, die in der Nähe der Bewehrung angebracht sind.



F10	Ungerissener Beton	Gerissener Beton
C20/25	-	F10 (Bewehrungstreffer)

EAD Anforderung



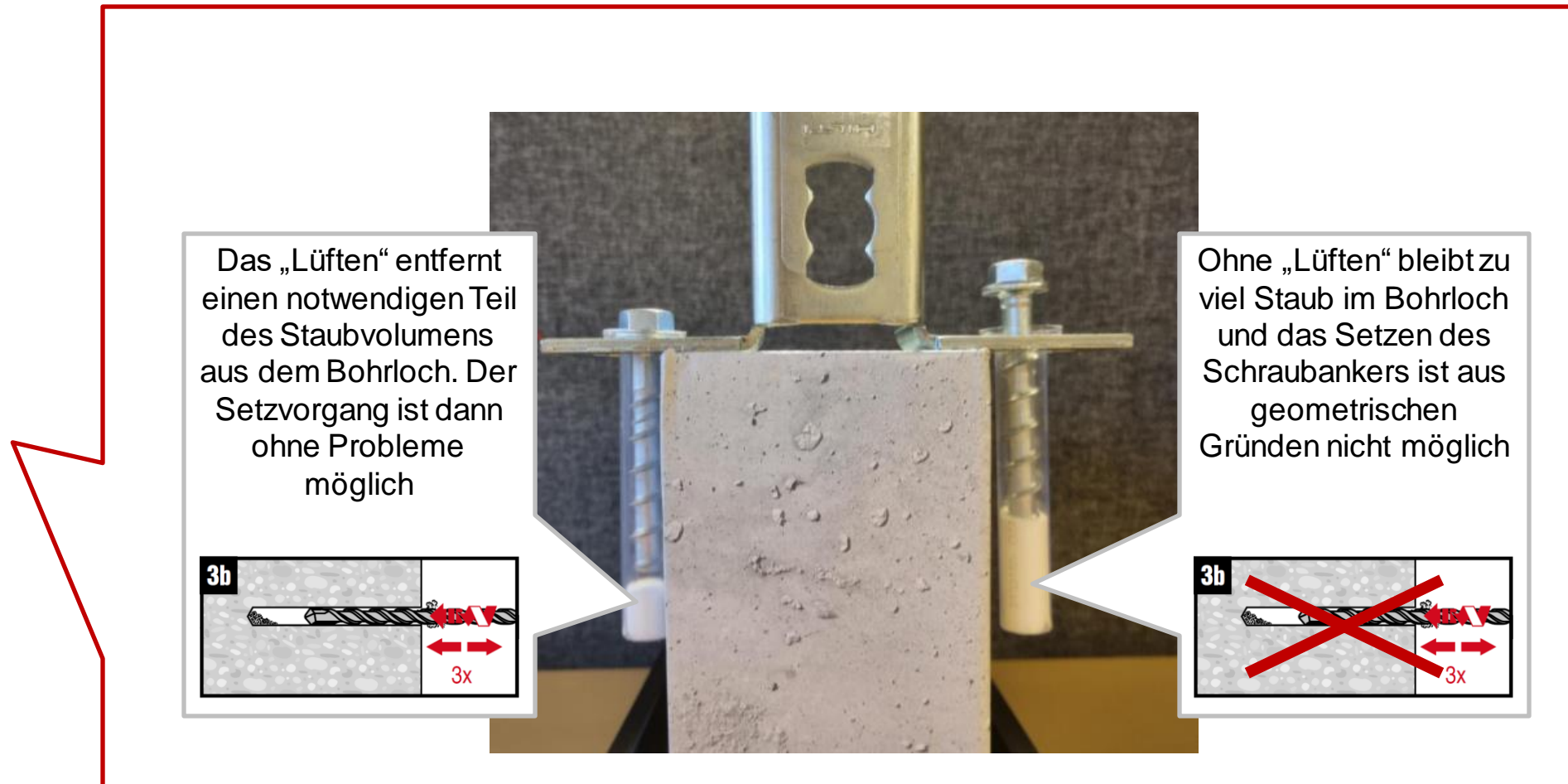
F10	Ungerissener Beton	Gerissener Beton
C20/25	-	Hilti

Hilti Anforderung

REINIGUNG DE BOHRLOCHS NOTWENDIG?



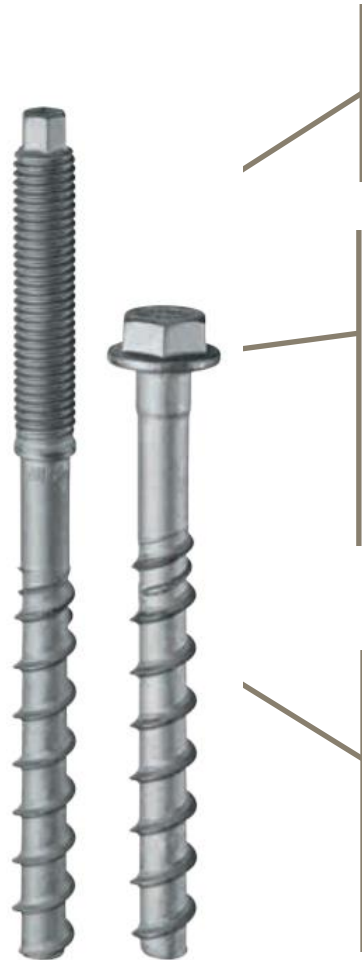
KEINE REINIGUNG DES BOHRLOCHS NOTWENDIG (HINTERSCHNITT), LÜFTEN MITTELS BOHRER REICHT AUS



KORROSIONSKLASSEN



HUS4 F-BESCHICHTUNG: KORROSIONSBESTÄNDIGE ALTERNATIVE AUCH FÜR ANWENDUNGEN IM AUßENBEREICH



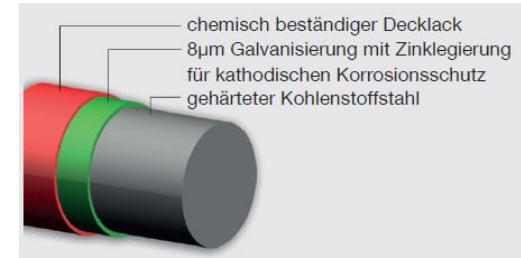
F- Beschichtung: Mehrstufiger Schutz

Hochmoderner Doppelschichtschutz, der maximale Korrosionsbeständigkeit mit hoher Robustheit vereint

Die F-Beschichtungen zeigt im neutralen Salzsprühnebel eine deutlich höhere Korrosionsbeständigkeit als feuerverzinkte (HDG) Systeme mit 40 µm Schichtdicke

Geeignet für Außenanwendungen (25 Jahre)

Geeignet für den Einsatz in C3 korrosiven Umgebungen basierend auf Hilti internen technischen Daten



Korrosionstest am HUS4-HF



Korrosionstest an feuerverzinkten Bolzenankern



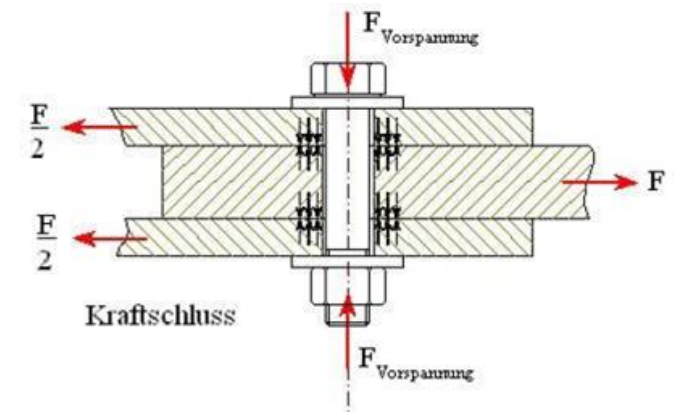
Portfolio der korrosionsbeständigen Schraubanker HUS	HUS4-H/C HUS3-H/P//A 6	HUS4-HF HUS4-AF	HUS4-HF HUS4-AF	HUS-HR HUS-CR
Zulassung Umgebungsbedingungen	ETA-20/0867 ETA-13/1038 50 Jahre	ETA-20/0867 50 Jahre	Hilti Empfehlung* 25 Jahre	ETA-08/307 50 Jahre
Trockene Innenbereiche	■	■	■	■
Innenbereiche mit temporärer Kondensation	-	-	■	■
Außenbereiche mit geringer Verschmutzung	-	-	■	■

UM IHRE FRAGEN ZU
BEANTWORTEN GEHEN WIR
AUCH GERNE ÜBER DIE EAD
HINAUS



EINIGE PLANER STELLEN DIE FRAGE, OB SCHRAUBDÜBEL DAS RISIKO EINER "SELBSTLOCKERUNG" AUFWEISEN UND SICH Z. B. BEI VIBRATIONEN „HERAUSDREHEN“ KÖNNEN.

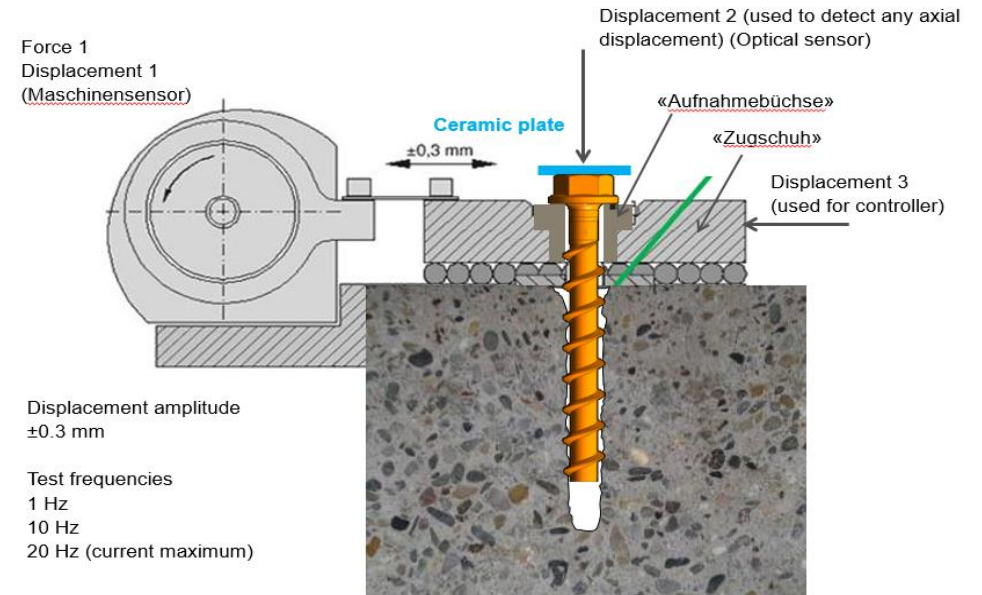
- Diese Bedenken beziehen sich im Allgemeinen auf "Schraubverbindungen", die im Stahlbau üblich sind und bei denen eine Vorspannung für die Verbindung unerlässlich ist.
- Die Stahl-Stahl-Verbindung sollte so konstruiert sein, dass die Vorspannkraft niemals durch die äußeren Zugkräfte überwunden wird.
- Überwinden die äußeren Zugkräfte die Vorspannkraft (Schraubenvorspannung), trennen sich die eingespannten Verbindungselemente, so dass eine Relativbewegung der Komponenten möglich wird.
- Bei einer solchen Verbindung muss das "Lösen" der Schraube im Zusammenhang mit dem "Lösen ihrer Vorspannung" und folglich einem Versagen der Verbindung gesehen werden.
- **Im Gegensatz dazu benötigen Verankerungen in Beton nicht unbedingt eine Vorspannung für die "Integrität der Verbindung".**



Beispiel: Zugverbindung (Stahl-Stahl-Verbindung)

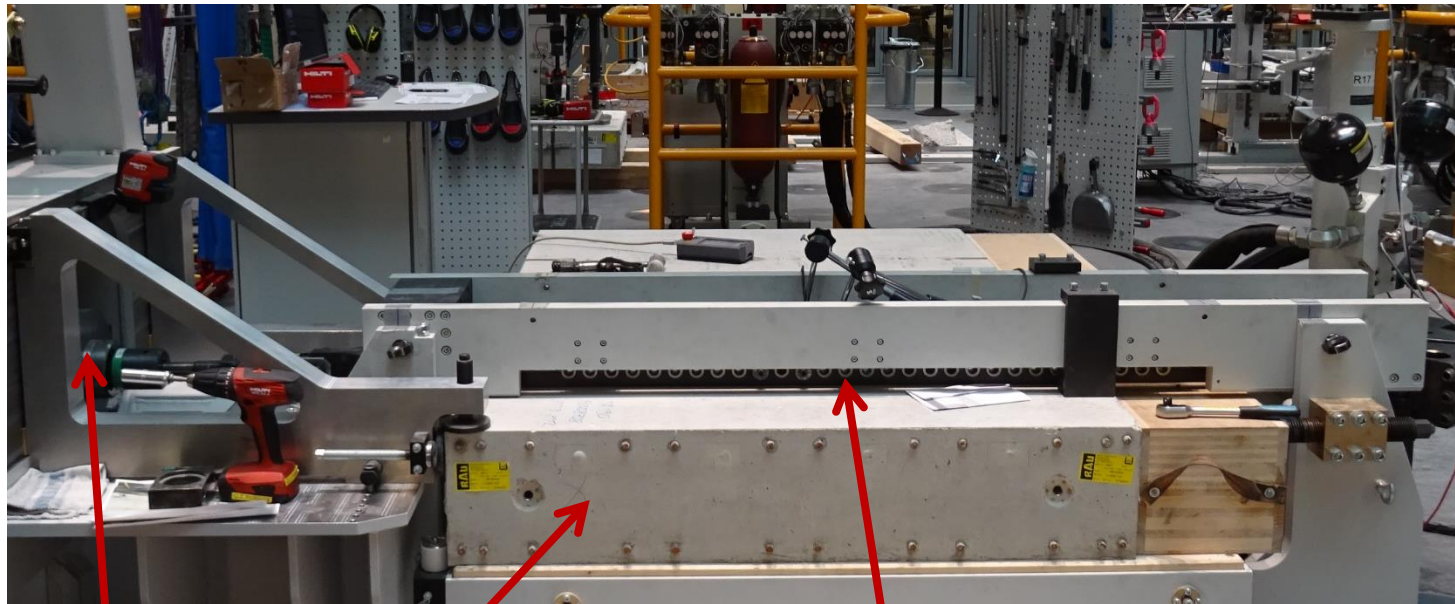
WIR WÄREN JEDOCH NICHT HILTI, WENN WIR NICHT "SICHERER" ALS "SICHERER" WÄREN, INSBESONDERE BEI FRAGEN VON PLANERN

- Deshalb hat Hilti einen neuen Testaufbau entwickelt, der auf der Philosophie des Junker-Tests basiert und die DIN 65151 berücksichtigt, aber an die Bedingungen in Verankerungen in Beton angepasst wurde..
- Die Hilti HUS4-Betonschraube wurden mit einer bestimmten Verschiebungsamplitude und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Testfrequenzen getestet.
- Die Grundplatte wurde auf einem Betonblock installiert und in einem 90°-Winkel zur Hilti HUS4 Betonschraube simulierten Vibrationen ausgesetzt.
- Um eine eventuelle Drehung des Systems zu messen, wurde der Kopf/die Mutter markiert.



KOMPLETTER VERSUCHSAUFBAU

Übersicht

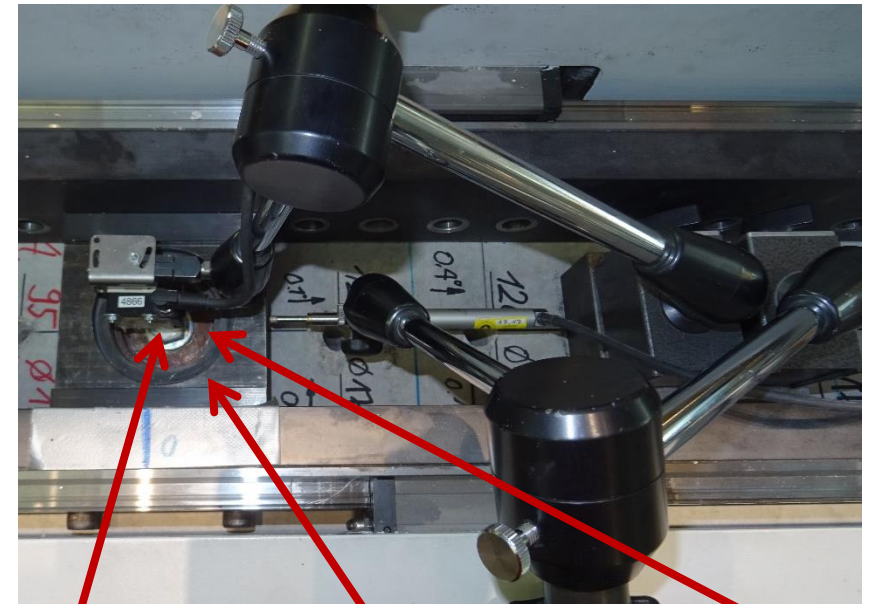


Excitation

Betonkörper

«Zugschuh»

„Detail“



HUS4

«Zugschuh»

Verbindung

HILTI HUS4 SCREW MIT IHRER GEWINDEGEOMETRIE IST GEGEN EIN HERAUSDREHEN GEPRÜFT



start



5min



10min



15min

No signs of unscrewing
or torsional displacement

Selbst nach 15 Minuten wurden keine Anzeichen für ein Losschrauben festgestellt, was sicherstellt, dass Hilti HUS4 Betonschrauben aufgrund einer komplexen Reihe von Konstruktionsparametern, die die Eigenschaften des Gewindes einbeziehen, gegen ein Losschrauben optimiert sind.

STÄRKERE ZULASSUNG UND TECHNISCHE DATEN



VON BETON ÜBER MAUERWERK BIS ZU HOHLKAMMERDECKEN

	HUS3	HUS4	Remarks
ETA Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Hammerbohren, Hohlbohrer • Keine Reinigung bei $3x d_0$ Zusatzbohrungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hammerbohren, Hohlbohrer, Diamantkernbohrung • Keine Reinigung bei $2x d_0$ Zusatzbohrungen • Kleinere Randabstände (35mm bei Größe 8, 40mm bei Größe 10) 	
ABG Für die Verwendung in frischem Beton zur vorübergehenden Befestigung	<ul style="list-style-type: none"> • Größe 10 und 14 • Frischbetonfestigkeit (10 N/mm² bis 20 N/mm²) 	<ul style="list-style-type: none"> • Größe 8, 10, 12, 14, 16 • Frischbetonfestigkeit (10 N/mm² bis 25 N/mm²) • Zugelassen für größere Durchgangslöcher (22 mm für Schraube Größe 14) 	
Technische Daten	<p>MAUERWERK Technische Daten für 3 Arten von Mauerwerk (Vollstein)</p> <p>HOHLKAMMERDECKEN Einzelpunktbefestigung Größe 8 und 10</p>	<p>MAUERWERK</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Daten für 5 Arten von Mauerwerk (Vollstein), Porenbeton und Leichtbetonblock LECA 5 • Erhöhte Widerstandswerte <p>HOHLKAMMERDECKEN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einzelpunktbefestigung Größe 8, 10 und 12 mit erhöhten Bemessungswerten • Technische Daten für 10/12/14; Wiederverwendbar 	 