

Bauen im Bestand

B+B

Bautenschutz+Bausanierung

www.bautenschutz-bausanierung.de

Sonderdruck aus Heft 6/02

Keine bohrenden Fragen mehr offen

Nachträgliches Verankern von Bewehrungsstäben in Beton mit Injektionsmörtel

*Martin Reuter, Thomas Greppmeir
Hilti Deutschland GmbH, Kaufering*

Keine bohrenden Fragen mehr offen

Nachträgliches Verankern von Bewehrungsstäben in Beton mit Injektionsmörtel



Lehrgang fürs Montieren nachträglich eingemörtelter Bewehrungsstäbe, hier: Hammerbohren mit Bohrhilfe

Abb.: Hilti

Nachträgliche Bewehrungsanschlüsse sind gang und gäbe bei Sanierungen, Anschlüssen von neuen Bauteilen an bestehende Gebäude und Verstärkungen von Stahlbetonkonstruktionen.

Dank der ersten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse mit Injektionsmörtel besteht nun eine wirtschaftliche Alternative zu den bestehenden Verfahren. Dieser Beitrag erläutert die Regelungen der Zulassung für den nachträglichen Bewehrungsanschluss mit Injektionsmörtel und die Anforderungen für Planer und Baustellenfachleute.

Bei nachträglichen Bewehrungsanschlüssen erfordern Einlegeteile eine sorgfältige Vorplanung vor dem Betonieren: Muffenstöße, Bewehrungsschraubanschlüsse [1, 2, 3, 4]. Dabei waren die Bemessung von nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben einschließlich Achs- und Randabständen sowie deren Montage (Bohrlochreinigung und -verfüllung) bislang ausschließlich und in unterschiedlicher Qualität nach Herstellerangaben geregelt, obwohl es sich

in vielen Fällen um bauaufsichtlich relevante Anschlüsse handelt.

Das hat sich nun grundsätzlich geändert durch die Erteilung der ersten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse mit Injektionsmörtel [5, 6].

Diese Zulassung Z-21.8-1648 regelt erstmals die Bemessung für nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse, und zwar mit dem Injektionsmörtel Hilti HIT-HY 150.

Die Zulassung Z-21.8-1648 verlässt somit den Bereich der Dübeltheorie, die nach wie vor für Befestigungslösungen mit Injektionstechnik angewandt wird. Sie wendet sich nun mit großen Übergreifungslängen und Verankerungstiefen dem klassischen Stahlbetonbau zu und regelt über die gültigen Stahlbetonnormen [7, 8, 9] hinaus im Besonderen die einzuhaltende minimale Betondeckung, die minimalen Stababstände, die minimalen und maximalen Setztiefen und den Brandschutz.

Dipl.-Ing. Martin Reuter
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Greppmeir
Hilti Deutschland GmbH
Kaufering

Geltende Regelungen

Es gelten die Regelungen der »alten« Stahlbetonnorm DIN 1045:1988-07 [7] bzw. der neuen Normengeneration DIN V ENV 1992-1-1:1992-06 [8] und DIN 1045:2001-07 [9, 10]

Näheres zum Tragverhalten von eingemörtelten Bewehrungsstäben wurde in [11, 12, 13] veröffentlicht. Verankert wird Betonstahl BSt 500S nach DIN 488-1:1984-09 [14], $d_s = 8-5$ mm sowie allgemein bauaufsichtlich zugelassener Betonstahl, z. B. nichtrostender Bewehrungsstahl [15, 16] oder Bewehrungsstäbe mit Innengewindeanschlüssen [2, 4].

Bohrverfahren	min c mit Bohrhilfe	min c ohne Bohrhilfe
Hammerbohren	$30\text{mm} + 0,02 \ell_v$ $\geq 2 d_s$	$30\text{mm} + 0,06 \ell_v$ $\geq 2 d_s$
Pressluftbohren	$50\text{mm} + 0,02 \ell_v$ $\geq 2 d_s$	$50\text{mm} + 0,08 \ell_v$ $\geq 2 d_s$

Abb. 2: Minimale Betondeckung

Minimale Betondeckung und Bohrlochherstellung

Der planende Ingenieur bemisst die nachträglich eingemörtelten Bewehrungsanschlüsse wie einbetonierte Bewehrungsstäbe nach den gültigen Stahlbetonnormen. Die Zulassung regelt darüber hinaus die minimalen Betondeckungen.

Diese Betondeckung ist notwendig zum Korrosionsschutz der Bewehrung, zur Aufnahme der Verbundspannungen, die sich aus dem Kräftespiel an den Rippen des Bewehrungsstabes ergeben sowie zum Schutz der Bewehrung gegen Hitzeeinwirkung im Brandfall.

Weiter gewährleistet die in dieser Zulassung geregelte Mindestbetondeckung, dass Abplatzungen durch Erschütterungen bei der Erstellung der Bohrlöcher vermieden werden.

Grundsätzlich regelt die Zulassung die Bohrverfahren Hammerbohren und Pressluftbohren zur Erstellung der Bohrlöcher.

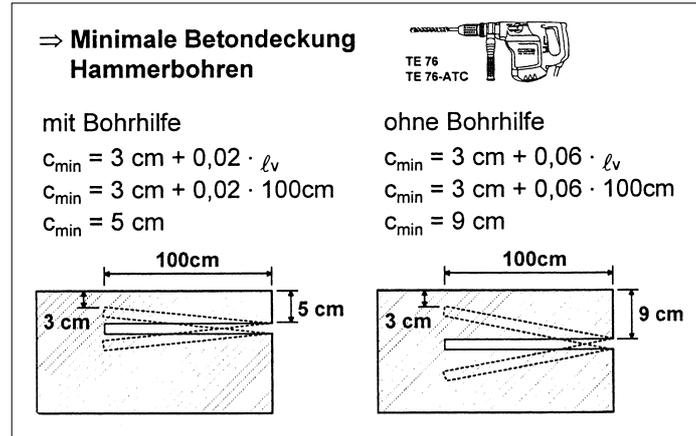


Abb. 3: Vorhaltemaß in Abhängigkeit von verwendeter Bohrhilfe

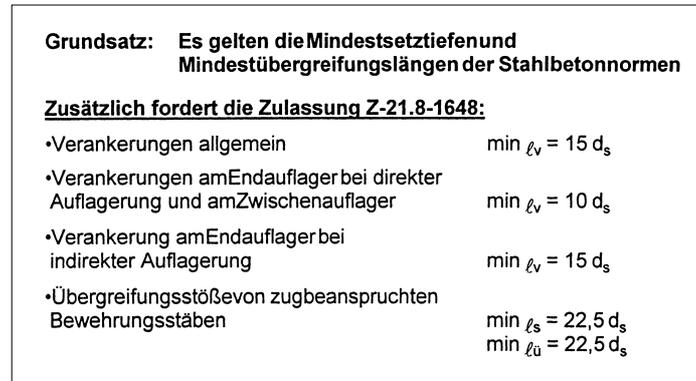


Abb. 4: Durchmesserbezogene Mindestsetztiefen

Stabdurchmesser	mm	8	10	12	14	16	20	25
Verbundbereich I; C20/25								
Normalfall ¹⁾	cm	12	15	18	21	24	30	38
Verankerung direktes End- bzw. Zwischenaufleger ²⁾	cm	11	14	17	20	23	29	35

¹⁾ $\min \ell_v = \min \{15d_s; 0,3\ell_b\}$
²⁾ $\min \ell_v = \min \{10d_s; 0,3\ell_b; 10\text{cm}\}$

Abb. 5: Mindestsetztiefen in C20/25 nach Z-21.8-1648 und [8, 9]

Abbildung 2 zeigt die erforderlichen minimalen Betondeckungen für diese Bohrverfahren. Naturgemäß entstehen durch die verschiedenen Bohrverfahren unterschiedlich starke Erschütterungen. Daraus ergeben sich die Grundmaße

der minimalen Betondeckung für das Hammerbohren 30 mm und für Pressluftbohren mit 50 mm.

Um auch am Ende des Bohrloches die geforderte Betondeckung einzuhalten, wird ein Vorhaltemaß bestimmt, das

je nach Bohrverfahren 6 % bzw. 8 % der Bohrtiefe beträgt. Bei Verwendung einer Bohrhilfe darf dieses Vorhaltemaß bei beiden Bohrverfahren auf 2 % der Bohrtiefe vermindert werden (vgl. Abb. 2). Die Bohrhilfe ist eine Vorrichtung, mit der

Stabdurchmesser	Bohrlochdurchmesser	max. Setztiefe ℓ_v		
		MD2000 P3000HY	BD2000	P5000HY
mm	mm	cm	cm	cm
8	12	70	100	
10	14		100	
12	16		115	
14	18		130	
16	20		150	
20	28		50	200
25	32	50	200	

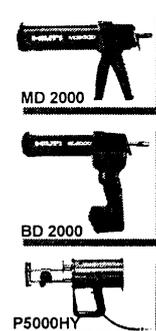


Abb. 6: Maximale Setztiefen entsprechend [5]

die Erstellung des Bohrloches parallel zur Bauteiloberfläche bzw. -kante gewährleistet werden soll.

Das bedeutet für ein 1,0 m tiefes, hammergebohrtes Bohrloch eine minimale Betondeckung von 9 cm am Bohrlochmund. Bei Verwendung der Bohrhilfe verringert sich dieser Wert auf 5 cm (Abb. 3).

Minimale Stababstände und Setztiefen

Der Abstand zwischen eingemörtelten Stäben muss lt. [5] größer sein als $5 d_s$ und mindestens 50 mm betragen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass sich Bohrlöcher überschneiden und damit bei der Injektion Mörtelmasse in ein anderes Bohrloch abwandert.

Die minimalen Setztiefen werden grundsätzlich durch die gültigen Stahlbetonnormen geregelt.

Die durchmesserbezogenen Mindestwerte dieser Normen werden darüber hinaus mit dem Faktor 1,5 multipliziert, wie in [5] angegeben (Abb. 4).

Unter Berücksichtigung der Anforderungen der aktuellen Stahlbetonnormen [8, 9] ergeben sich Mindestsetztiefen, die weit größer sind als die Setztiefen von Metalldübeln (Abb. 5).

Maximale Setztiefen

Die maximalen Setztiefen werden durch die Auspressgeräte begrenzt (Abb. 6). Zur Verarbeitung des Injektionsmörtels stehen lt. [5] drei Auspressgeräte zur Verfügung: Manuelles Auspressgerät (MD2000), akkubetriebenes Auspressgerät (BD2000) und pneumatisches Auspressgerät (P5000HY).

Entsprechend deren Auspressleistung sind in [5] die maximalen Setztiefen festgelegt.

Es wird bei praktischen Anwendungen schnell klar, dass man mit dem Handauspressgerät MD2000 sehr schnell an Grenzen stößt.

Das mit einem 9,6-Volt-Akku betriebene Auspressgerät ist für diese Anwendung wesentlich besser geeignet, da es unabhängig von Druck-

luft und Stromkabel eine zügige Mörtelausbringung ohne Kraftaufwand gewährleistet und dabei, auch nach Arbeitsunterbrechungen, für konstante Mörtelqualität sorgt.

Die damit zu verarbeitenden 330-ml-Folienkartuschen bieten den Vorteil, dass nach dem Auspressen im Gegensatz zu Hartkartuschen ein wesentlich geringeres Müllvolumen verbleibt.

Serienanwendungen und sehr große Setztiefen machen die Verwendung des pneumatischen Auspressgerätes und der 1100-ml-Großkartuschen sinnvoll.

Erfüllen von Brandschutz-Anforderungen

In der Zulassung [5] sind bei Anschlüssen senkrecht zur brandbeanspruchten Oberfläche maximale Stabkräfte $F_{S,T}$ in Abhängigkeit von der geforderten Feuerwiderstandsdauer, der Setztiefe und des Stabdurchmessers tabelliert.

Bemessungssoftware

Die Planung von Bewehrungsanschlüssen im Rahmen der Zulassung unterstützt eine spezielle Software die Bemessungsarbeit für Stäbe $d_s = 8 - 25$ mm.

Sie setzt für Verankerungen und Übergreifungsstöße die Regelungen der Stahlbetonnormen und der Zulassung [5] in die Planungspraxis des Stahlbetonbaus um. Abb. 7 zeigt beispielhaft die Ergebnismaske des angesprochenen Bemessungsprogramms.

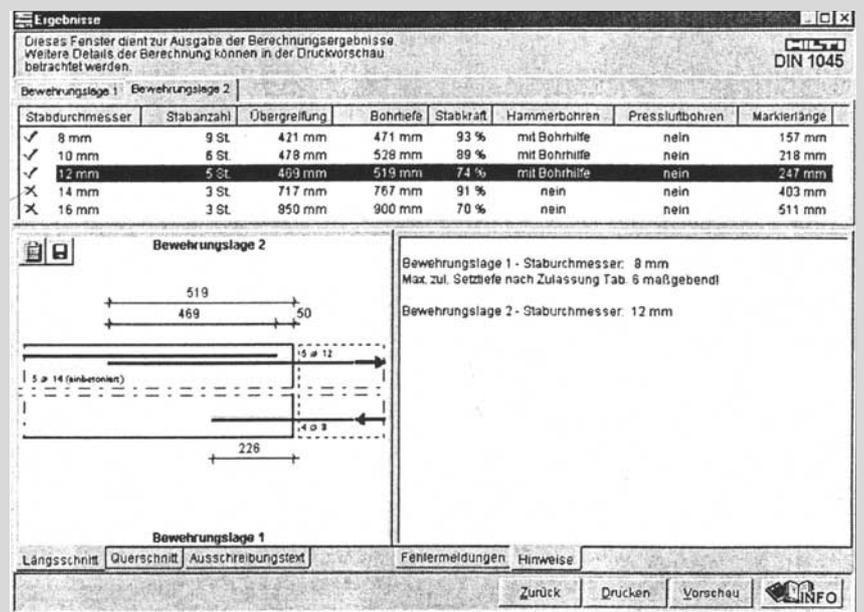


Abb. 7: Beispiel Ergebnismaske

Kein Verbund ohne Reinigung

Deshalb kommt der Reinigung des gesamten Bohrloches und der blasenfreien Injektion essentielle Bedeutung zu. In den Schulungen für das Baustellenfachpersonal wird intensiv auf die Bohrlochreinigung eingegangen. Wird sie »vergessen« – was als grob fahrlässig anzusehen ist (!) – entsteht nach der Injektion und Aushärtung des Mörtels im Bohrloch der gleiche Effekt, der beim Backen durch das Ausstreuen von Mehl auf das Backblech bewusst erzeugt wird: Es entsteht kein Verbund!

Bohrlochreinigung

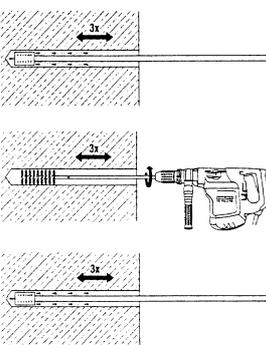


Abb. 8: Bohrlochreinigung

3x Bohrloch ausblasen

Mit Düsenlanze vom Bohrlochgrund her ölfreie Druckluft ≥ 6 bar

3x Bohrloch ausbürsten

mit Rundbürste RB mit Spindeln RBS

3x Kontrollblasen

Mit Düsenlanze vom Bohrlochgrund her ölfreie Druckluft ≥ 6 bar

lochwandung und Injektionsmörtel.

Abbildung 9 zeigt die Reinigung eines Bohrloches mit Druckluftdüsenlanze. Dabei ist deutlich die erhebliche Menge Bohrmehl zu erkennen, die aus dem Bohrloch herausbefördert wird.

In das gereinigte Bohrloch wird im nachfolgenden Arbeitsgang der Injektionsmörtel ohne Luft einschüsse vom Bohrlochgrund her verfüllt, und zwar unter Verwendung eines speziell dafür entwickelten Stauzapfens.

Durch den Staudruck, der bei der Injektion an der Stirnseite des Stauzapfens entsteht, wird das Injektionsrohr sanft, aber fühlbar aus dem Bohrloch gedrückt.

Vor der Injektion wird eine Verfüllmarkierung angebracht, um sicherzustellen, dass genügend Mörtel in das Bohrloch injiziert wird.

Unmittelbar nach ausreichender Injektion wird der Bewehrungsstab in das Bohrloch geschoben. Nach Ablauf der maximalen Verarbeitungszeit (Abb. 10) beginnt der Injektionsmörtel vom Bohrlochgrund her auszuhärten. Es ist

Bei Anschlüssen parallel zur brandbeanspruchten Bauteiloberfläche regelt diese Zulassung maximale Verbundspannungen τ_T in Abhängigkeit von der geforderten Feuerwiderstandsdauer und der

Betondeckung. Dabei besteht die Möglichkeit, die erforderliche Betondeckung durch Anordnung geeigneter Putzblekledungen zu verringern oder durch andere Bekledungen, deren Eignung durch ein alle-

meines bauaufsichtliches Prüfzeugnis bestätigt ist (z.B. Mineralfaserdämmplatten der Baustoffklasse A mit einem Schmelzpunkt von mehr als 1000 °C und einer Rohdichte von mehr als 150 kg/m³ sowie Calciumsilikat- oder Vermiculiteplatten).

Hinweise zur Montage eingemörtelter Bewehrungsstäbe

Eine wesentliche Voraussetzung für die Funktion von Injektionsmörtel besteht in der Ausbildung eines Mikroformschlusses zwischen Bohr-

Abb. 9: Bohrlochreinigung mit Druckluftdüsenlanze auf Baustelle



unmöglich, den Bewehrungsstab in bereits teilweise ausgehärteten Mörtel einzutreiben. Es empfiehlt sich deshalb, besonders bei hohen Temperaturen, die Injektionsarbeiten mit zwei Personen auszuführen, um einen reibungslosen Ablauf zu garantieren. So wird im Rahmen der angesprochenen Monteurschulungen die Injektion unter Zeitdruck geübt, mit einem Kartuschenwechsel während der Injektion.

Die Kriterien für einen ordnungsgemäß gesetzten Stab: Die Setztiefenmarkierung, die vorher am Bewehrungsstab angebracht wird, muss am Bohrlochmund anstehen, und am Bohrlochmund selbst muss etwas Mörtel austreten (Abb. 11).

Auftrag nur bei Eignung: Qualifizierung und Zertifizierung nötig

Für die Montage der nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäbe fordert die Zulassung zertifizierte Betriebe. Diese verfügen über das geschulte Baustellenfachpersonal und die notwendige Ausrüstung für die Herstellung nachträglich eingemörtelter Bewehrungsstäbe.

Den Eignungsnachweis (Betriebszertifikat) stellt eine vom DIBt beauftragte, unabhängige Prüfstelle aus. Voraussetzung dazu: eine erfolgreiche Schulung. Eintägige Lehrgänge (Abb. 12) mit theoretischer und praktischer Prüfung werden bundesweit vom Hersteller des Injektionsmörtels angeboten und durchgeführt [17]. Die erfolgreiche Teilnahme bestätigt eine Bescheinigung mit unbegrenzter Geltungsdauer.

Seit Erteilung der Zulassungen [5, 6] sind nur noch zertifizierte Betriebe mit geschultem Personal Ansprechpartner, wenn es um nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse mit bauaufsichtlicher Relevanz geht.

Insgesamt besteht das benötigte HIT-HY 150-Rebar-System aus einem Bewehrungssuchgerät (FS10), einer Bemessungssoftware (HIT-Rebar), Kombihämmern und passenden Bohrern, dem Rebar-Koffer (Abb. 13), Kar-

Untergrundtemperatur	maximal zulässige Verarbeitungszeit
+5 °C bis +10 °C	8 Minuten
+10 °C bis +15 °C	5 Minuten
+15 °C bis +20 °C	3 Minuten
+20 °C bis +25 °C	2,5 Minuten
+25 °C bis +30 °C	2 Minuten
+30 °C bis +40 °C	2 Minuten ¹⁾

¹⁾ Kartuschen auf +15 bis +20 °C gekühlt

Abb. 10: Maximale Verarbeitungszeit [nach 5]

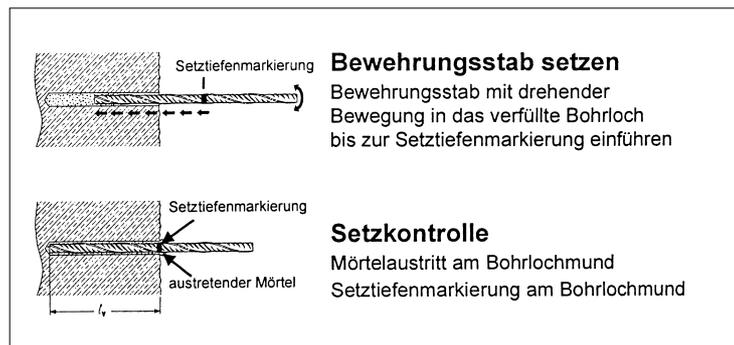


Abb. 11: Setzen des Bewehrungsstabes und Setzkontrolle

tuschen sowie den dazugehörigen Auspressgeräten.

Fallbeispiel: Umsetzung der Zulassung bei Parkhaus-Sanierung

Beispiel für die Umsetzung dieser Pionierleistung im Stahlbetonbau ist die Sanierung eines Parkhauses in Nürnberg. Dabei wurde das oberste Parkdeck mit einer Stahlkonstruktion überdacht. Diese Konstruktion ruht auf insgesamt 35 Stahlbeton-Rundstützen, die mithilfe von nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben in bestehende Unterzüge verankert wurden.

Fazit

Mit der zunehmenden Instandsetzung bestehender Gebäude wächst auch das Einsatzspektrum der Verankerung von Bewehrungsstäben. Mit den Zulassungen [5, 6] ist sie nun sicher und in Einklang mit der Bauaufsicht möglich.



Abb. 12: Monteur-Schulung: Injektion in Plexiglasröhren

Dokumentierte Ausföhrung per Protokoll

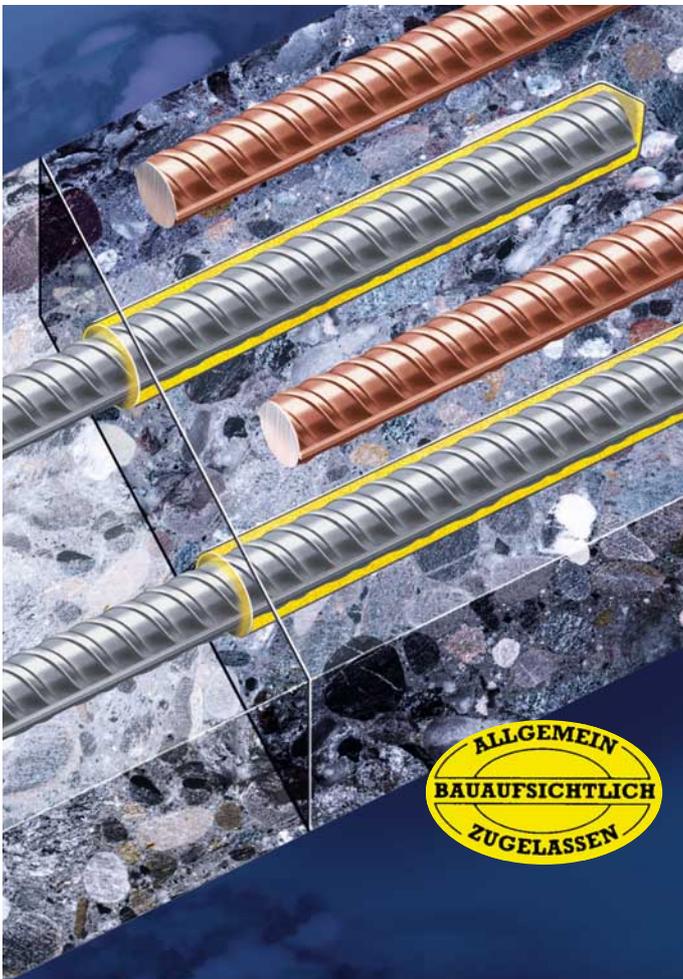
Die Montageschritte werden vom Baustellenfachpersonal in einem Montageprotokoll aufgezeichnet, das vom Bauleiter gegengezeichnet wird. Der verantwortliche Planer kann damit die Ausföhrung der Anschlüsse nachvollziehen. Durch die Ablage des Montageprotokolls zu den Bauakten haben alle Verantwortlichen einen Nachweis in der Hand, der die zulassungskonforme Ausföhrung der nachträglich eingemörtelten Bewehrungsanschlüsse dokumentiert.



Abb. 13: Ein Ausschnitt der System-Palette: Im Koffer sind die zur Montage und Injektion notwendigen Werkzeuge mit der Bohrhilfe zusammengefasst.

Literatur

- [1] DIBt-Zulassung Z-1.5-81, erteilt am 25.03.1997, gültig bis 30.04.2002: Muffenverbindung von Betonstahl BSt 500S Nenndurchmesser: 12,0 bis 28,0 mm »Bewehrungsanschluss PH«
- [2] DIBt-Zulassung Z-1.5-103, erteilt am 01.08.1997, gültig bis 31.07.2002: Mechanische Verbindung von Betonstahl BSt 500S Nenndurchmesser: 12 bis 28 mm, mittels Gewindemuffen »Bewehrungs-Schraubanschluß HBS«
- [3] DIBt-Zulassung Z-1.5-76, erteilt am 24.04.1997, gültig bis 30.04.2002: Geschraubte Muffenstöße und Verankerungen von Betonstahl mit Gewinderippen BSt 500S-GEWI Durchmesser: 12,0 bis 32,0 mm
- [4] DIBt-Zulassung Z-1.5-96, erteilt am 26.01.1998, gültig bis 31.01.2003: Mechanische Verbindung von Betonstahl BSt 500S mittels Gewindehülsen und Koppelbolzen Durchmesser: 8 bis 32 mm »PFEIFER-Bewehrungsschraubanschluss PH«
- [5] DIBt-Zulassung Z-21.8-1648, erteilt am 07.02.2000 sowie am 22.11.2000, gültig bis 28.02.2005: Bewehrungsanschluss mit Hilti-Injektionsmörtel HIT-HY 150
- [6] DIBt-Zulassung Z-16.8-1647, erteilt am 17.08.2000, gültig bis 31.08.2005: Bewehrungsanschluss mit UPAT-Verbundmörtel UPM 44
- [7] DIN 1045:1988-07, Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
- [8] DIN V ENV 1992-1-1:1992-06, Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
- [9] DIN 1045-1:2001-07, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [10] Schreiben DIBt I22 vom 15.01.2002 (nicht veröffentlicht)
- [11] *Eligehausen, R.; Spieth, H.; Sippel, T.*: Eingemörtelte Bewehrungsstäbe, Tragverhalten und Bemessung. Beton- und Stahlbetonbau 94 (1999), Heft 12, Seite 512–23, Ernst & Sohn Verlag
- [12] *Eligehausen, R.; Spieth, H.*: Eingemörtelte Bewehrungsstäbe, Tragverhalten und Bemessung. Der Prüflingenieur 04/2000, Seite 14–28, Bundesvereinigung der Prüflingenieure für Bautechnik e.V., 20095 Hamburg
- [13] *Reuter, M.; Greppmeir, T.; Münger, F.*: Rebar Anchorage In Concrete With Injections Adhesive. International Symposium on Connections between Steel and Concrete, Stuttgart 10-12 September 2001 RILEM Publications, p. 433–441
- [14] DIN 488-1:1984-09, Betonstahl – Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
- [15] DIBt-Zulassung Z-1.6-IV NR1: Nichtrostender, kaltverformter Betonrippenstahl in Ringen BSt 500 NR (IV NR) Nenndurchmesser: 6,0-8,0-10,0-12,0-14,0 mm
- [16] DIBt-Zulassung Z-1.4-80, erteilt am 05.06.1997, gültig bis 30.06.2002: Nichtrostender, kaltverformter, gerippter Betonstahl BSt 500 NR Nenndurchmesser: 6, 8, 10, 12, und 14 mm
- [17] *Lieberum, K.H.; Trägler, K.-D.*: Beurteilungsbericht Nr. 127.3.00 vom 20.04.2000 über die Monteurs-Schulung am 18.04.2000 in München (nicht veröffentlicht)



Jetzt anmelden.

Die Hilti HIT-Rebar Schulung.

Hilti bietet das erste zugelassene Gesamtsystem für den nachträglichen Bewehrungsanschluss. Durch Hilti Beratungsingenieure erfahren Sie alles, um Bewehrungsstäbe mit HIT-HY 150 Injektionstechnik nachträglich kompetent und sicher einzumörteln. Die Termine für die Schulungen finden Sie unter www.hilti.de

Gebührenfreie Informationen:
Telefon 0800-888 55 22, Fax 0800-888 55 23



Hilti Deutschland GmbH, Hiltistraße 2, 86916 Kaufering, www.hilti.de