

Bewehrungsanschlüsse mit nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben

G. Feistel

1 Einleitung

Anschlüsse an bestehende Stahlbetonbauteile durch nachträglich eingemörtelte Bewehrungsstäbe kommen immer mehr zum Einsatz. Solche Bewehrungsanschlüsse können durch geeignete Injektionssysteme realisiert werden, wenn eine fachgerechte Verarbeitung auf der Baustelle erfolgt. Da für diese Anschlüsse keine allgemein anerkannten Bemessungsregeln in den Betonnormen DIN 1045 bzw. Eurocode 2 vorliegen, schreiben die Landesbauordnungen vor, dass die Anwendung über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall zu regeln ist.

Dieser Artikel informiert über die Grundlagen bei der Verwendung nachträglich eingemörtelter Bewehrungsstäbe.

Es wird über die bestehenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für diesen Bereich berichtet und die erforderlichen Maßnahmen zur Qualifikation des Baustellenfachpersonals und der ausführenden Betriebe werden vorgestellt.

Die Besonderheiten bei der Anwendung von solchen Systemen mit europäischer technischer Zulassung (ETA) werden dargestellt und es werden die Anwendungsregeln bei der Verwendung von Mörteln nach der europäischen Norm EN 1504-6 zur Verankerung von Bewehrungsstäben erläutert.

2 Grundlagen

2.1 Injektionssysteme

Alle nachträglich eingebrachten Injektionssysteme zeichnen sich dadurch aus, dass ein Bohrloch in das vorhandene Betonbauteil gebohrt werden muss und nach der gründlichen Reinigung des Bohrlochs ein geeigneter Mörtel injiziert wird. Der Bewehrungsstab wird dann in das verfüllte Bohrloch eingeführt und nach dem Aushärten des Injektionsmörtels kann das anzuschließende neue Bauteil anbetoniert werden.

Die bekannten Injektionsmörtel bestehen aus Zement, Kunstharz oder einer Mischung der beiden einschließlich Füllstoffen und/oder Zusätzen. Für nachträgliche Bewehrungsanschlüsse wird der Injektionsmörtel in Mörtelkartuschen angeboten, wobei der Mischvorgang beim Auspressen in einer speziellen Mischwendel an der Spitze der Kartuschenverlängerung vorgenommen wird (vgl. DIBt Mitteilung Nr. 3, 2002, Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Verbunddübel [1]).

Da es sich bei Bewehrungsanschlüssen oft um große Verankerungstiefen handelt, ist ein besonderes Augenmerk auf die gesamte Montage und die Qualifizierung der Monteure zu legen. Es müssen entsprechende Geräte bereitgestellt werden, um eine einwandfreie Montage (inklusive Bohrung,

Reinigung des Bohrlochs, Einbringen des Mörtels und des Bewehrungsstabes) zu gewährleisten. Im Abschnitt 3.4 wird darauf detailliert eingegangen.

2.2 Lasteinleitung

Eingemörtelte Bewehrungsstäbe ohne Anschlussbewehrung verhalten sich im Beton wie übliche Verankerungen mit Verbundmörtel (sog. Verbundanker oder Verbunddübel). Die äußeren Lasten werden durch die eingebetteten Stahlteile über den Verbundmörtel in den Beton eingeleitet, wobei ein genügend großes Betonvolumen vorhanden sein muss, um die äußeren Lasten in den Beton übertragen zu können. Diese Verankerungsart ist umfangreich untersucht [2] und es gibt allgemeine Bemessungsregeln und zahlreiche zugelassene Systeme nach der ETAG 001, Teil 5 [3].

Bei nachträglichen Bewehrungsanschlüssen wird die eingeleitete Zugkraft direkt in eine vorhandene einbetonierte Anschlussbewehrung übertragen. Dieser Übergreifungsstoß ist nach den Regeln des Betonbaus zu beurteilen, wobei die auftretenden Querkraftkräfte durch eine vorgeschriebene Querbewehrung aufgenommen werden müssen. Das Bild 2.1 zeigt schematisch den Unterschied bei der Einleitung von äußeren Lasten bei einer üblichen Verankerung nach ETAG 001 [3] und nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben mit Anschlussbewehrung.

Wird ein Betonausbruch durch vorhandene Druckkräfte senkrecht zur Betonoberfläche verhindert, kann der Bewehrungsanschluss auch nach den Regeln des Betonbaus beurteilt werden. Ein typischer Anwendungsfall ist die nachträgliche Bewehrung am Endauflager von Platten oder Balken vgl. Bild 3.3.

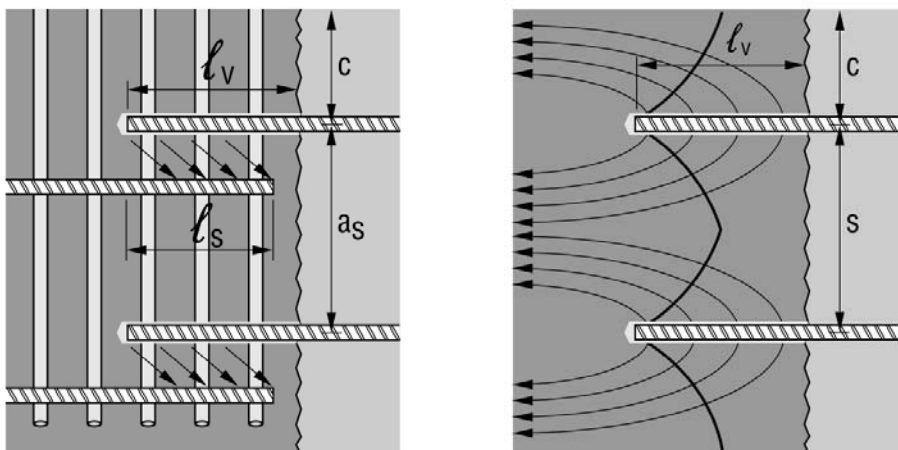


Bild 2.1: Unterschied zwischen eingemörtelten Bewehrungsstäben mit und ohne Anschlussbewehrung

2.3 Untersuchungen

Das Verhalten von nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben wurde systematisch in den Jahren 1997/1998 am Institut für Werkstoffe im Bauwesen der Universität Stuttgart untersucht. Das Ziel war, die Vergleichbarkeit von eingemörtelten und einbetonierten Bewehrungsstäben aufzuzeigen. Alle

relevanten Einflüsse auf das Tragverhalten von eingemörtelten Bewehrungsanschlüssen wurden dabei berücksichtigt. Es wurden Auszugversuche mit eingemörtelten und einbetonierten Bewehrungsstäben unter gleichen Randbedingungen durchgeführt, um das Last-Verschiebungsverhalten vergleichen zu können; die Einflüsse der verschiedenen Injektionssysteme mit unterschiedlichen Verbundfestigkeiten, das Verhalten unter erhöhter Temperatur sowie mögliche Einflüsse bei der Bohrlochreinigung im feuchten und trockenen Beton wurden dabei untersucht. Weiterhin mussten die Fragen der Dauerhaftigkeit bestimmter Injektionsmörtel im alkalischen Milieu geklärt werden und es muss gewährleistet werden, dass der Injektionsmörtel die eingemörtelte Bewehrung vor Korrosion schützt.

Die Ergebnisse der umfangreichen Untersuchungen sind in den Heften Beton- und Stahlbetonbau von 1999 [4] und 2002 [5] nachzulesen. Es wird darin bestätigt, dass sich nachträglich eingemörtelte gerippte Bewehrungsstäbe wie einbetonierte Bewehrungsstäbe verhalten, wenn geeignete Injektionssysteme verwendet werden und von einer einwandfreien Montage ausgegangen werden kann.

3 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen

3.1 Allgemeines

Nachdem die im Abschnitt 2 beschriebenen Grundlagen für das Verhalten von eingemörtelten Bewehrungsstäben vorlagen, wurde in den Jahren 1998 und 1999 intensiv im zuständigen Sachverständigenausschuss des Deutschen Instituts für Bautechnik über Zulassungsanträge für Injektionssysteme für diesen Anwendungsbereich beraten. Im Jahr 2000 konnten dann die beiden ersten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen [6, 7] für nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse erteilt werden. Diese Zulassungen wurden in den letzten Jahren dem neuesten Stand der Technik angepasst und es wurden zwei weitere Zulassungen für andere Mörtelsysteme bzw. Bohrverfahren erteilt [8, 9].

3.2 Anwendungsbereich

Generell ist der im Abschnitt 1.2 der Besonderen Bestimmungen der Zulassung beschriebene Anwendungsbereich maßgebend. Gegenstand der Zulassung ist der nachträglich hergestellte Anschluss von Betonstabstahl BSt 500 S mit dem in der Zulassung aufgeführten Injektionsmörtel in Beton C12/15 bis C50/60 nach DIN EN 206-1 [10] bzw. in Beton B15 bis B55 nach DIN 1045:1988-07 [11]. Es dürfen nur Bewehrungsanschlüsse ausgeführt werden, die auch mit einbetonierten geraden Betonstählen möglich sind. Die erlaubten Anwendungsfälle sind in der Zulassung bildlich dargestellt und nachfolgend sind die wichtigsten Fälle in den Bildern 3.1 bis 3.3 wiedergegeben. Die Begrenzungen der Temperatur im Bereich der Vermörtelung sind zu beachten.

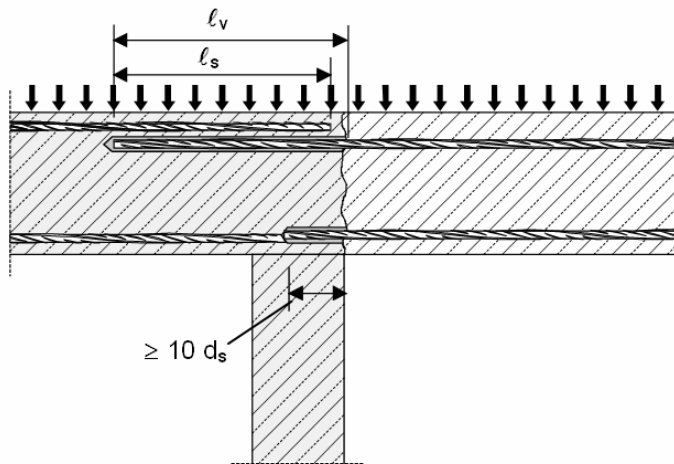


Bild 3.1: Übergreifungsstoß für Bewehrungsanschlüsse von Platten und Balken

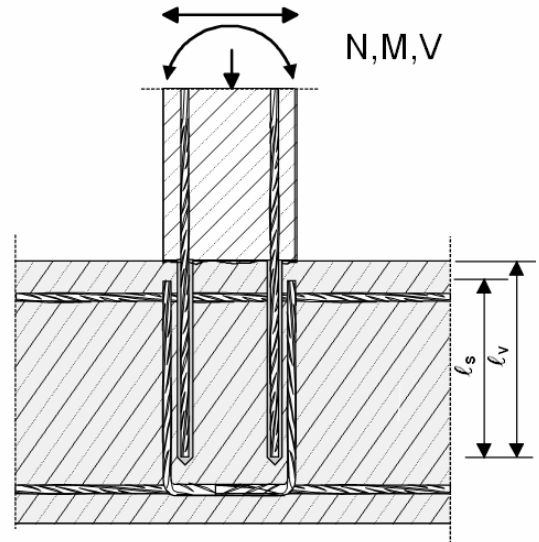


Bild 3.2: Übergreifungsstoß einer biegebeanspruchten Stütze oder Wand mit einem Fundament

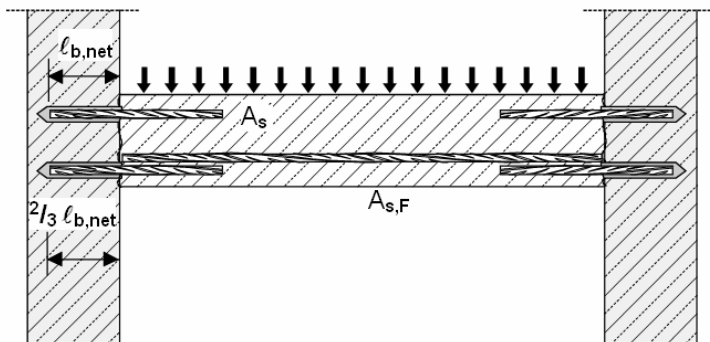


Bild 3.3: Endverankerung von Platten oder Balken

Die erforderliche Querbewehrung nach DIN 1045 ist in den Bildern nicht dargestellt

3.3 Bemessungsregeln

Die Bewehrungsanschlüsse sind ingenieurmäßig zu planen. Das bedeutet, dass für die nachträglich eingemörtelten Bewehrungsanschlüsse im Rahmen der Tragwerksplanung prüffähige Berechnungen und Konstruktionszeichnungen angefertigt werden müssen. Die tatsächliche Lage der Bewehrung im vorhandenen Bauteil ist auf der Grundlage der Baudokumentation festzustellen und beim Entwurf zu berücksichtigen.

Die Bemessung der Bewehrungsanschlüsse und die Ermittlung der in der Kontaktfuge zu übertragenden Schnittkräfte erfolgt nach DIN 1045-1:2001-07 [12].

Die erforderlichen Verbundlängen für Verankerungen und Übergreifungsstöße sind nach DIN 1045-1 [12] zu ermitteln, der anzusetzende Verbundbereich richtet sich nach der einbetonierten Bewehrung. Die notwendige Querbewehrung muss vorhanden sein. Die in den Zulassungen angegebenen zusätzlichen Bemessungsregeln für das jeweilige Injektionssystem sind unbedingt zu beachten. Dies betrifft insbesondere die Einhaltung der Mindestabstände zwischen eingemörtelten Bewehrungsstäben und der erforderlichen Betondeckung, die in Abhängigkeit vom Bohrverfahren und von der Bohrtoleranz angegeben ist. Die auf den Stabdurchmesser bezogenen Mindestsetztiefen

bzw. Mindestübergreifungslängen können von den Regeln nach DIN 1045-1 [12] abweichen und sind zu beachten.

Die Kontaktfuge zwischen bestehendem Bauteil und anzuschließendem Bauteil ist so aufzurauen, dass vorhandene Querkräfte übertragen werden können. Karbonatisierter Beton um die Anschlussbewehrung muss entfernt werden, detaillierte Angaben sind der jeweiligen Zulassung zu entnehmen.

Da die Verbundfestigkeit von Injektionsmörtel aus Kunstharz mit steigender Temperatur stark abnehmen kann, wurde das Verhalten der Bewehrungsanschlüsse auch unter Brandbeanspruchung untersucht. Die Zulassungen enthalten maximale Stabkräfte von Bewehrungsanschlüssen, die senkrecht zur brandbeanspruchten Bauteiloberfläche liegen. Bei Bewehrungsanschlüssen die parallel zur brandbeanspruchten Oberfläche in Platten und Wänden liegen, werden maximale Verbundspannungen in Abhängigkeit von der vorhandenen Betondeckung zur Einordnung in Feuerwiderstandsklassen angegeben. Die genannten Randbedingungen sind einzuhalten, wenn brandschutztechnische Anforderungen an die Bewehrungsanschlüsse bestehen.

3.4 Bestimmungen für die Ausführung

Bereits bei den ersten Diskussionen über nachträglich eingemörtelte Bewehrungsstäbe im Sachverständigenausschuss des Deutschen Instituts für Bautechnik wurde eindeutig empfohlen, dass wegen der schwierigen Montage (Bohren, Reinigung, Vermörtelung) strengere Auflagen für die Monteure bei der Ausführung erforderlich sind, als bei den bisher üblichen Systemen in der Befestigungstechnik.

Im Zulassungsverfahren wird geprüft, ob die vom Antragsteller zur Verfügung gestellten Montagegeräte einschließlich der Montagebeschreibung ausreichend sind, um einen sicheren Bewehrungsanschluss zu gewährleisten. Es kann daher nur von einem ausreichenden Tragverhalten des Bewehrungsanschlusses ausgegangen werden, wenn die Bohrung und Bohrlochreinigung exakt mit den vorgesehenen Montagegeräten durchgeführt wurden und ebenfalls die Vermörtelung und Einbringung des Bewehrungsstabes ohne Abweichungen nach den Montagebestimmungen erfolgte. In den Zulassungen wird im Einzelnen vorgeschrieben, welche Anforderungen an Betriebe gestellt werden, die Bewehrungsanschlüsse mit nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben erstellen wollen.

Der Betrieb muss über

- eine qualifizierte Führungskraft,
- einen verantwortlichen Bauleiter,
- Baustellenfachpersonal, das für die Ausführung des Bewehrungsanschlusses besonders ausgebildet ist und
- die notwendige Ausrüstung

verfügen und hierüber einen gültigen Eignungsnachweis besitzen.

Die Ausbildung des Baustellenfachpersonals erfolgt durch den Antragsteller unter Aufsicht einer vom Deutschen Institut für Bautechnik bestimmten Stelle.

Hat diese Stelle festgestellt, dass die Schulung mit Erfolg durchgeführt wurde, so stellt sie dem Baustellenfachpersonal einen Schein über die Eignung zur Herstellung des Bewehrungsanschlusses aus.

Hat diese Stelle weiterhin festgestellt, dass die in der Zulassung festgelegten Anforderungen an den Betrieb zur Herstellung von nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben erfüllt sind, so stellt sie hierüber einen Eignungsnachweis aus.

Dieses für die Verankerungstechnik neue Verfahren zur Sicherstellung der Montage über entsprechende Schulungen und Bescheinigungen der ausführenden Betriebe und des Baustellenfachpersonals hat sich bewährt. In der Zwischenzeit haben zahlreiche Betriebe solche Bescheinigungen erworben, die Zulassungsinhaber stellen die entsprechenden Montagegeräte zur Verfügung und jeder ausgeführte Bewehrungsanschluss ist über das vorgeschriebene einheitliche Montageprotokoll kontrollierbar.

4 Europäische technische Zulassungen

4.1 Allgemeines

Europäische technische Zulassungen (ETA) für nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse können nach dem Technical Report 023 (TR 023) [13] erteilt werden, der über EOTA veröffentlicht ist. In der ergänzten Fassung der ETAG 001, Teil 5 für Verbunddübel wird auf den TR 023 für die Beurteilung von Bewehrungsanschlüssen hingewiesen. Wegen der allgemeinen Punkte zur ETAG 001, Teil 5 und zu Technical Reports wird auf die DIBt-Mitteilungen [1, 14] verwiesen.

4.2 Inhalt des TR 023

Der TR 023 enthält alle erforderlichen Schritte zur Beurteilung nachträglich eingemörtelter Bewehrungsanschlüsse. Der Anwendungsbereich ist klar beschrieben, die erforderlichen Prüfungen, Prüfrandbedingungen und Auswertungen sind angegeben. Das Prüfprogramm umfasst die Ermittlung des Verbundverhaltens unter Normalbedingungen, unter Montagebedingungen im trockenen und nassen Beton, unter Dauerlasten, Frost/Tau-Bedingungen und verschiedenen Montagerichtungen. Weiterhin wird die einwandfreie Montage einschließlich vollständiger Vermörtelung mit dem vom Antragsteller bereitgestellten Montagegeräten überprüft.

Die Beurteilung der Dauerhaftigkeit des Injektionsmörtels und der Korrosionsschutz für den eingemörtelten Bewehrungsstab werden ebenfalls berücksichtigt. Die ermittelten Verbundfestigkeiten werden dann mit den erforderlichen Bemessungswerten der Verbundspannungen nach Eurocode 2 verglichen, um die verschiedenen Injektionssysteme entsprechend einstufen zu können.

Der TR 023 enthält auch zusätzliche Bemessungsregeln, u. a. für die Ermittlung der Mindestabstände zwischen eingemörtelten Bewehrungsstäben und Angaben zu Mindestsetztiefen und Mindestübergreifungslängen. Es ist auch ein Hinweis vorhanden, dass die Montage von geeigneten, geschulten Monteuren und unter einer Kontrolle auf der Baustelle durchgeführt werden muss. Die Bedingungen, unter denen Monteure bzw. Betriebe als geeignet angesehen werden, obliegen den Mitgliedsstaaten, in denen die Bewehrungsanschlüsse ausgeführt werden.

Der technische Inhalt des TR 023 entspricht im Wesentlichen den bisherigen Vorgaben zur Erlangung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung wie im Abschnitt 3 beschrieben.

4.3 Inhalt der ETA

Liegen die Untersuchungen nach dem TR 023 für ein Injektionssystem vor, kann eine entsprechende ETA erteilt werden. Hinsichtlich der allgemeinen Punkte zur ETA wird auf [15] verwiesen. Der Inhalt der ETA unterscheidet sich kaum von den unter 3 beschriebenen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, da die gleichen technischen Grundlagen für die Beurteilung verwendet werden. Der Anwendungsbereich und die Bemessungsregeln sind vergleichbar, wobei hier auf die Bemessung nach Eurocode 2 verwiesen wird.

Allerdings enthält die ETA keine Angaben zum Brandverhalten der nachträglich hergestellten Bewehrungsanschlüsse sowie zu nicht vorwiegend ruhender Belastung. Diese Bereiche konnten noch nicht auf europäischer Ebene abgeschlossen werden.

Wie im Abschnitt 4.2 dargestellt, enthält die ETA auch keine besonderen Anforderungen an die Qualifizierung der ausführenden Betriebe und des Baustellenfachpersonals.

4.4 Verwendung der ETA

Liegt eine ETA für nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse vor, für die Anforderungen an die Standsicherheit gestellt werden, so ist für die Verwendung in Deutschland eine zusätzliche allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich, die folgende Punkte regelt:

- Bemessung nach DIN 1045-1:2001-07 [12]:
Da in Deutschland Beton- und Stahlbetonbauteile nach DIN 1045-1 [12] zu bemessen sind, sind die Bemessungsregeln der ETA, die nach Eurocode 2 ausgelegt sind, entsprechend anzupassen. Im Bereich der hier relevanten Werte für die Bewehrungsstöße liegen die gleichen Grundlagen vor, der Unterschied betrifft hier nur die Bezeichnungen der einzelnen Werte.
- Angaben zur Feuerwiderstandsfähigkeit des Bauteils mit den Bewehrungsanschlüssen:
Angaben zur Feuerwiderstandsfähigkeit werden aufgrund von Untersuchungen für das jeweilige Injektionssystem in die zusätzliche allgemeine bauaufsichtliche Zulassung aufgenommen, da die ETA zurzeit noch keine Angaben zur Feuerwiderstandsfähigkeit enthält.

- Qualifikation des Baustellenfachpersonals:

In der ETA sind die Bedingungen nicht angegeben, unter denen Monteure und Betriebe als geeignet angesehen werden, um nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse auszuführen.

Die Bestimmungen für die Ausführung, die in den bisherigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen vorgesehen sind (vgl. Abschnitt 3.4) sollen auch für die Bewehrungsanschlüsse nach ETA vorgeschrieben werden, da es sich hier um die gleiche Thematik handelt und ein sicherer Bewehrungsanschluss nur gewährleistet werden kann, wenn die Monteure und Betriebe entsprechend qualifiziert sind.

In der Praxis bedeutet dies, dass bei allen Bewehrungsanschlüssen mit nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben in Deutschland die Anforderungen an die Betriebe nach Abschnitt 3.4 einzuhalten sind. Die entsprechenden Hinweise für Produkte mit ETA werden in der oben genannten zusätzlichen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung aufgenommen.

Die Regelung für die Erteilung zusätzlicher bauaufsichtlicher Zulassungen für Bewehrungsanschlüsse mit ETA nach dem TR 023 der ETAG 001, Teil 5, ist im Teil II der Liste der Technischen Baubestimmungen [16] unter der laufenden Nr. 1.3, Anlage 1/4 entsprechend umgesetzt. Anlage 1/4 enthält die folgende Anwendungsregelung für die hier angesprochenen Bauprodukte:

Anlage 1/4

Für die Verwendung nachträglich eingemörtelter Bewehrungsanschlüsse nach ETAG 001 Teil 5, an die Anforderungen an die Standsicherheit gestellt werden, ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich, die die Bemessung nach DIN 1045-1:2001-07 und die Feuerwiderstandsfähigkeit des Bauteils sowie die Qualifikation des Baustellenfachpersonals regelt.

5 Europäische Norm EN 1504-6

Die EN 1504-6 ist Teil einer Reihe von Europäischen Normen über Produkte für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken, die unter einem Mandat der Europäischen Kommission im Rahmen der EG-Bauproduktenrichtlinie [18] erarbeitet wurde. EN 1504-6 ist in Deutschland umgesetzt durch DIN EN 1504-6 [17].

Der Teil 6 legt Anforderungen an Produkte (z. B. Injektionsmörtel) fest, die zur Verankerung von Bewehrungsstahl verwendet werden. Da diese Norm nur die Eigenschaften des Mörtels in Verbindung mit einem Bewehrungsstahl für die Anwendung bei der Instandsetzung von Betontragwerken regelt, können nachträgliche Bewehrungsanschlüsse, an die Anforderungen an die Standsicherheit gestellt werden, nach dieser Norm nicht beurteilt werden. Die Verwendung solcher Bewehrungsanschlüsse muss wie in den vorher genannten Abschnitten nach den Regeln des Stahlbetonbaus beurteilt und festgelegt werden.

Soll nun ein Mörtel, der nach EN 1504-6 beurteilt wurde, für statisch relevante Bewehrungsanschlüsse verwendet werden, so ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung entsprechend Abschnitt 3 erforderlich.

Nach Abstimmung mit den zuständigen Gremien der Bauaufsicht wurde dieser Sachverhalt in der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen Teil I unter 2.3.11 - Instandsetzungsrichtlinie - in der Anlage 2.3/24 E aufgenommen.

Anlage 2.3/24 E

Die Verwendung von Produkten nach der Normenreihe EN 1504 in Verbindung mit der Instandsetzungsrichtlinie nach der gültigen Fassung ist nicht möglich.

Bei der Verwendung von Produkten nach der Normenreihe EN 1504 ist daher Folgendes zu beachten:

5 Zu EN 1504-6:2006-08⁵⁾

Die Verwendung von Mörtel nach EN 1504-6 zur Verankerung von Bewehrungsstäben in Betonbauteilen, an die Anforderungen an die Standsicherheit gestellt werden, ist nicht geregelt und bedarf daher einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

⁵⁾ in Deutschland umgesetzt durch DIN EN 1504-6:2006-11

6 Zusammenfassung

Anschlüsse eines neuen Betonbauteils durch nachträglich eingemörtelte Bewehrungsstäbe sind mit geeigneten Injektionssystemen realisierbar. Diese Systeme müssen bei statisch relevanten Anschlüssen immer über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung geregelt werden.

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst die Bemessungsregeln der Bewehrungsanschlüsse, die sich weitestgehend nach DIN 1045-1 orientieren.

Bei Bewehrungsanschlüssen mit eingemörtelten Bewehrungsstäben werden Anforderungen an die Eignung der ausführenden Betriebe gestellt, um Fehler bei der Ausführung zu vermeiden. Es darf daher nur Baustellenfachpersonal eingesetzt werden, das für die Ausführung des Bewehrungsanschlusses besonders ausgebildet ist und hierfür eine gültige Bescheinigung einer vom Deutschen Institut für Bautechnik bestimmten Stelle nachweist. Der ausführende Betrieb muss zusätzlich einen entsprechenden Eignungsnachweis vorlegen.

Literatur

- [1] Feistel, G.: Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Verbunddübel; DIBt-Mitteilungen Heft 3/2002; Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [2] Eligehausen, R.; Mallée, R.: Befestigungstechnik im Beton- und Mauerwerkbau; Bauingenieur-Praxis; Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2000
- [3] ETAG 001 - Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Metalldübel zur Verankerung im Beton; Teile 1 bis 3: veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 95a vom 26. Mai 1998 und Sonderheft Nr. 16 vom 31. Dezember 1997 der Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik; Teil 4: veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 105a vom 11. Juni 1999; Teil 5: veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 49a vom 12. März 2003; Teil 6: veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 167a vom 4. September 2004
- [4] Eligehausen, R.; Spieth, H.; Sippel, T.: Eingemörtelte Bewehrungsstäbe, Tragverhalten und Bemessung; Beton- und Stahlbetonbau 94, Heft 12; Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1999

- [5] Spieth, H.; Eligehausen, R.: Bewehrungsanschlüsse mit nachträglich eingemörtelten Bewehrungsstäben; Beton- und Stahlbetonbau 97, Heft 9; Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2002
- [6] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: Bewehrungsanschluss mit UPAT-Verbundmörtel UPM 44, Zulassungs-Nr. Z-21.8-1647 vom 9.8.2005.
- [7] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: Bewehrungsanschluss mit Hilti-Injektionsmörtel HIT-HY 150, Zulassungs-Nr. Z-21.8-1648 vom 19.9.2007.
- [8] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: Bewehrungsanschluss mit fischer-Verbundmörtel FIS-V, Zulassungs-Nr. Z-21.8-1783 vom 11.4.2007.
- [9] Deutsches Institut für Bautechnik: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: Bewehrungsanschluss mit Hilti-Injektionsmörtel HIT-RE 500, Zulassungs-Nr. Z-21.8-1790 vom 24.10.2005.
- [10] DIN EN 206-1:2001-7: Beton, Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [11] DIN 1045:1988-07: Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung
- [12] DIN 1045-1:2001-07: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [13] EOTA Technical Report TR 023 – Assessment of post-installed rebar connections; Ausgabe November 2006; veröffentlicht von www.eota.eu
- [14] Feistel, G.: Feuerwiderstandsfähigkeit von Metalldübeln - EOTA Technical Report TR 020 - DIBt-Mitteilungen Heft 6/2005; Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [15] Laternser K.: Europäische Regelungen für Befestigungssysteme; BetonKalender 2007, Abschnitt XIII; Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [16] Deutsches Institut für Bautechnik: Musterliste der Technischen Baubestimmungen, Teil II; Änderungen Februar 2007, Berlin
- [17] DIN EN 1504-6:2006-11: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 6: Verankerung von Bewehrungsstäben
- [18] Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte, geändert durch die Richtlinie 93/68/EWG vom 22. Juli 1993, veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 40 vom 11.2.1989
- [19] Deutsches Institut für Bautechnik: Musterliste der Technischen Baubestimmungen, Teil I; Änderungen Februar 2007, Berlin