

# INFO

## BEWERTUNG UND BEMESSUNG VON DÜBELN IN STAHLFASERBETON IN EUROPA

### Historischer Überblick

Vor mittlerweile mehr als 25 Jahren wurde mit Einführung der ETAG 001 ([1]; Bewertungsverfahren in den Teilen 1 – 5 und Bemessungsverfahren in Anhang C) erstmalig die Bewertung und Bemessung von Befestigungen in Beton (Einzelbefestigung) europaweit geregelt, was einen Meilenstein im Bestreben zur Vereinheitlichung von Bewertungsmethoden für Bauprodukte darstellte, die nicht von harmonisierten Europäischen Normen (hEN) abgedeckt sind. Herausgeber ist die „European Organisation for Technical Assessment“ (EOTA), welche sich aus von allen Mitgliedsstaaten nominierten technischen Bewertungsstellen zusammensetzt. Die entsprechende erste Europäisch Technische Bewertung (ETA) wurde folglich im Jahr 1998 für einen Metallspreizdübel erteilt. Der Bezug zum Untergrund Beton wurde stets über die Referenz zu EN 206 [8] bzw. Vorentwürfen dazu hergestellt. Seitdem wurden hunderte ETAs auf dem Gebiet der Befestigungstechnik für unterschiedliche Typen von Befestigungsmitteln erteilt, was die breite Akzeptanz und Relevanz dieses Weges aufzeigt.

Ab August 2009 wurde die Bemessung von Befestigungsmitteln über die Europäische Spezifikation in CEN/TS 1992-4 ([2]; Teile 1 bis 5) geregelt, welche weiterhin den Verweis auf Befestigungsmittel-spezifische Werte aus der jeweiligen ETA beinhaltet.

Mit der Einführung der Bauproduktenverordnung (BauPVO) [9] 2013 änderten sich die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die Grundlagen der Bewertung von Bauprodukten wurden – sofern vorhanden – von den bisherigen ETAGs in Europäische Bewertungsdokumente (EAD – European Assessment Documents) überführt bzw. neue EADs erstellt. Seither ist die Bewertung für Einzelbefestigungen in Beton für mechanische Befestigungsmittel in EAD 330232 [5] und für Verbunddübel in EAD 330499 [7] geregelt. Der Bezug zum Beton erfolgt weiterhin über EN 206 [8], in welche mit der Änderung A2 im Jahr 2007 das Beimischen von Fasern im Beton aufgenommen wurde.

Seit 2018 ist die Bemessung von Befestigungsmitteln über Teil 4 des Eurocode 2 (EN 1992-4, [4]) geregelt, ergänzt um von der EOTA erstellte Technical Reports (TR), welche Aspekte abdecken, die bisher nicht in der EN geregelt sind.

### Grundlagen der Bewertung von Befestigungen

Befestigungsmittel leiten ihre Kräfte punktuell in den Beton ein und nutzen dabei die lokale Betonzugfestigkeit aus. In der Bewertung wird ein Befestigungsmittel unter verschiedenen Rahmenbedingungen geprüft, z. B. gerissener/ungerissener Beton, unterschiedliche Betonfestigkeiten, Einfluss von Achs- und Randabstände [5]; [7]. Eine ausführliche Beschreibung des Tragverhaltens von

Befestigungen in Beton mit den relevanten Einflüssen für die Bewertung und Bemessung findet sich z. B. in [10] und [11].

Die Versuchsprogramme für Befestigungsmittel gemäß EAD 330232 [5] und EAD 330499 [7] unterscheiden gerissenen und ungerissenen Beton und beinhalten verschiedene Versuchsserien, die unterschiedliche Einflüsse berücksichtigen. In den Referenzversuchen wird die Tragfähigkeit in Normalbeton sowohl mit einer niedrigen Betondruckfestigkeitsklasse C20/25 als auch einer hohen Betondruckfestigkeitsklasse C50/60, in ungerissenem Zustand sowie in gerissenem Beton mit Rissweiten von 0,3 mm (Rissbreite auf Gebrauchstauglichkeitsniveau nach [3]; GZG) untersucht. In den Eignungsversuchen wird unter anderem das Verhalten der Befestigung unter sich öffnendem und schließendem Riss getestet (0,1 – 0,3 mm Rissweite). Um eventuell größere Rissweiten unter Höchstlast zu berücksichtigen (Grenzzustand der Tragfähigkeit – GZT), werden Versuche mit 0,5 mm Rissweite durchgeführt, sowie weitere Montageeinflüsse betrachtet, z. B. (neue) Bohrer mit großem Schneideneckmaß und (abgenutzte) Bohrer mit kleinem Schneideneckmaß. Auch unter diesen ungünstigen Bedingungen ist die Funktionsfähigkeit des Befestigungsmittels nachzuweisen. Weiterhin werden bei der optionalen Qualifizierung für Erdbebeneinwirkungen Versuche mit Rissweiten bis 0,8 mm durchgeführt.

**Bei allen Versuchen werden die Betonkörper in Bezug auf die Bewehrungsführung so ausgelegt, dass sie im Versagensbereich der Befestigungen unbewehrt sind und damit die Bewehrung keinen Einfluss auf das Tragverhalten hat.**

In den bisher gültigen Versionen „01“ der oben genannten EADs wurde faserverstärkter Beton noch nicht berücksichtigt. Folglich wurde Faserbeton nach seiner Aufnahme in EN 206 [8] in den ETAs für Befestigungsmittel ausdrücklich ausgeschlossen, da eben kein entsprechendes Bewertungsprogramm in den EADs vorhanden war. Die etablierten Bewertungs- und Bemessungsmethoden für Befestigungen in Betonen nach EN 206 mit Druckfestigkeiten von C20/25 bis C50/60 basieren auf zahlreichen Dissertationen und Forschungen der letzten fünf Jahrzehnte. Außerhalb dieses Feldes liegen bisher nur wenige Untersuchungen und Veröffentlichungen mit Befestigungsmitteln vor.

#### **Aktueller Stand der Bemessung nach Eurocode 2**

EN 1992-1-1 [3] deckt bisher Betone gemäß EN 206 [8] ohne Fasern der Festigkeitsklassen C12/15 bis C90/105 ab, sowie Leichtbeton der Festigkeitsklassen LC12/13 bis LC80/88. In einigen Mitgliedsstaaten der EU gibt es ergänzende Regelungen zum Stahlfaserbeton, z. B. in Deutschland die bauaufsichtlich eingeführte DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton [13], welche die DIN EN 1992-1-1 hinsichtlich der Bemessung und Konstruktion von Stahlfaserbeton ergänzt. Maßgebend für die Bemessung von Befestigungen in Beton ist hingegen EN 1992-4:2018 [4], welche lediglich Betone der Festigkeitsklassen C12/15 bis C90/105 ohne Fasern umfasst, in Zusammenhang mit den aktuell gültigen ETAs, die aufgrund der zugrunde liegende EADs bisher auf Anwendungen in Beton der Festigkeitsklassen C20/25 bis C50/60 ohne Fasern eingeschränkt sind. Demgegenüber regelt die Werkstoffnorm für die Herstellung und Spezifizierung von Beton EN 206 [8] seit 2013 ausdrücklich die Zugabe von Fasern.

### Aktueller Stand zur Qualifizierung von Befestigungen in Stahlfaserbeton

Um die aktuellen Entwicklungen bei der Bewertung von Befestigungsmitteln zu erfassen, wurde mittlerweile in der EOTA Expert Group Fixings (EGF) darauf hingearbeitet, in den EADs das Anwendungsfeld für Stahlfaserbeton zu erschließen sowie den Gültigkeitsbereich der Betonfestigkeiten auf die Betonfestigkeitsklassen C12/15 – C90/105 gemäß EN 1992-4:2018 [4] zu erweitern. Beides wurde bereits von der EOTA EGF in EAD 330499-02-0601 [7] für Verbunddübel und in der Variante EAD 330232-01-0601-v05 [6] für Metaldübel umgesetzt und beschlossen. Die neue Version der EAD 330499-02-0601 wurde mittlerweile von der Europäischen Kommission angenommen und der Entwurf der EAD 330232-01-0601-v05 befindet sich aktuell in der Abstimmung innerhalb der EOTA sowie mit der Europäischen Kommission. Mit den jeweiligen Versuchsprogrammen kann der Nachweis erbracht werden, dass ein Befestigungsmittel ohne Beeinträchtigung auch in Stahlfaserbeton eingesetzt werden kann und gleichwertig zur Befestigung im Beton ohne Fasern ist. Folglich soll für die Bemessung auf die Regeln in EN 1992-4 [4] verwiesen werden. Eventuelle Vorteile durch eine mögliche höhere Zugfestigkeit und die rissüberbrückende Wirkung des Faserbetons werden nicht berücksichtigt, um auf der sicheren Seite zu bleiben. Die Erweiterung ist eingeschränkt auf die Zugabe von Stahlfasern nach EN 14889-1 [12] bis maximal 80 kg/m<sup>3</sup>, was die obere Grenze des baupraktischen Anwendungsbereichs abdeckt. Bisher beschränkt sich die Qualifizierung auf Anwendungen unter statischer und quasi statischer Beanspruchung. Eine Erweiterung um ein Versuchsprogramm für Erdbebeneinwirkungen wird gerade diskutiert und in einem weiteren Schritt sollen Ermüdungsbeanspruchungen berücksichtigt werden.

### Ausblick

Die Veröffentlichung von EAD 330499-02-0601 [7] im Amtsblatt der Europäischen Union wird demnächst erwartet und auch die endgültige Annahme der EAD 330232-01-0601-v05 [6] durch die Europäischen Kommission dürfte in nächster Zeit erfolgen, so dass mit den ersten ETAs noch im Laufe dieses Jahres gerechnet werden kann. Um diese Lücke bis dahin zu schließen, bleibt für die Anwendung in Deutschland die Möglichkeit der nationalen Qualifizierung auf Basis einer allgemeinen Bauartgenehmigung.

Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen der laufenden Überarbeitung der Eurocodes im Nachfolgedokument von EN 1992-1-1 [3] die Bemessung von Stahlfaserbeton in einem neuen informativen Anhang behandelt werden wird.

*Dr. Georg Welz, Hilti Entwicklungsgesellschaft mbH*

*Peter Schillinger, fischerwerke GmbH & Co. KG*

### Literatur:

1. ETAG 001-Edition 1997: Guideline for European Technical Approval of Metal Injection Anchors for use in Concrete; EOTA, Brussels.
2. CEN/TS 1992-4, parts 1-5. Design of Fastenings for Use in Concrete. Edition 2009. CEN, Brussels, 2009.
3. EN 1992-1-1:2004-12+AC:2010-11: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.
4. EN 1992-4:2018, Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 4: Design of fastenings for use in concrete.
5. EAD 330232-01-0601: Mechanical fasteners for use in concrete. EOTA, Brussels, Belgium.
6. EAD 330232-01-0601-v05: Mechanical fasteners for use in concrete C12/15 to C90/105 and in steel fibre reinforced concrete. EOTA, Brussels, Belgium, draft version – not yet published.
7. EAD 330499-02-0601: Bonded fasteners for use in concrete. EOTA, Brussels, Belgium, August 2022.
8. EN 206:2013+A2:2021, Concrete – Specification, performance, production and conformity.
9. Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC.
10. Eligehausen, R.; Mallée. R.: Befestigungstechnik im Beton- und Mauerwerksbau. Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2000.
11. Eligehausen, R.; Mallée. R.; Silva, J. F.: Anchorage in concrete construction. Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2006.
12. EN 14889-1:2006, Fibres for concrete – Part 1: Steel fibres – Definitions, specifications and conformity.
13. DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton, Ausgabe Juni 2021.

### Kontakt:

#### Construction Fixings Europe

A sub-association of European Tool Committee | CEO | [cfe@construction-fixings.eu](mailto:cfe@construction-fixings.eu) | [www.construction-fixings.eu](http://www.construction-fixings.eu)

#### Association Steel Fibre Technology e. V. (AST)

Römerstraße 42 | 59075 Hamm | Germany | E-Mail: [info@ast-ev.com](mailto:info@ast-ev.com) | Internet: [www.ast-ev.com](http://www.ast-ev.com)