

# Verstärkung mit geklebter Bewehrung – aktuelle Entwicklungen in Deutschland und Europa

<https://doi.org/10.14459/2023.1724792.mbs27.03>

*Wolfgang Finckh, Roland Niedermeier*



**Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Finckh**

2003-08 Studium Bauingenieurwesen, TUM  
2008-12 Lehrstuhl für Massivbau, TUM  
2012 Promotion, TUM  
2012-15 Wayss & Freytag Ingenieurbau AG  
2015-21 Konstruktionsgruppe Bauen AG  
Seit 2021: Professor für Stahlbetonbau und  
Spannbetonbau, OTH Regensburg  
Seit 2021: Khoch3 GmbH



**PD Dr.-Ing. habil. Roland Niedermeier**

1987-93 Studium Bauingenieurwesen, TUM  
2001 Promotion, TUM  
2012 Habilitation, TUM  
seit 1993 Lehrstuhl für Massivbau, MPA  
BAU, TUM

**Das Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung ist dank des Engagements von Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Konrad Zilch in Forschung und Normung in Deutschland ein gängiges und sicheres Verfahren beim Bauen im Bestand. In Europa wurden im Rahmen der Überarbeitung der Eurocodes in den letzten Jahren ebenfalls Regelung für diese Bauweise geschaffen, welche größtenteils auf den Deutschen Ansätzen beruhen. Aufgrund der neuen Eurocodes werden auch in Deutschland die Regelung für das Verstärken von Betonbauteilen nun überarbeitet und für weitere Verstärkungsfahren wie den Carbonbeton erweitert.**

**As a result of the engagement of Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Konrad Zilch in research and standardisation, strengthening of concrete structures with adhesively bonded reinforcement is a standard and safe method for building in existing structures. In Europe, regulations for this strengthening method have also been created in recent years as part of the revision of the Eurocodes, which are largely based on the German approaches. Due to the new Eurocodes, the regulations for the strengthening of concrete structures are now also being revised in Germany and extended for further reinforcement methods such as carbon concrete.**

## **Aktueller Stand in Deutschland**

Das Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung ist ein gängiges Verfahren beim Bauen im Bestand wird in Deutschland schon seit vielen Jahrzehnten erfolgreich ausgeführt. Auf Basis der von Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Konrad Zilch initiierten umfangreichen Forschung am Lehrstuhl für Massivbau (vgl. [1]) wurde unter seiner Leitung eine erste Richtlinie für das Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung [2] erarbeitet und im Jahre 2012 veröffentlicht.

Nach der Umstellung der Bauartgenehmigungen hat sich diese Richtlinie nun seit 10 Jahren in Deutschland bewährt und ist dank zahlreicher Erläuterungen und Beispielen (vgl. z.B. [3],[4]) auch bei den Planenden und Ausführenden gut angenommen. Dank der Übersetzung der Richtlinie so-

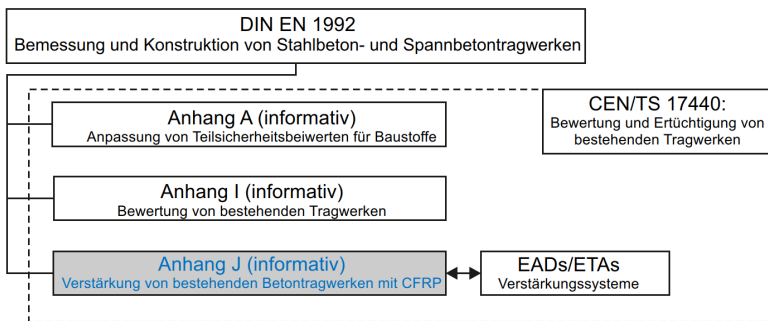
wie der maßgebenden Erläuterungen [5] sind die Ansätze auch international bekannt und wurden auch aufgrund deren mechanischen Hintergrundes z.B. auch vollständig in das fib-bulletin 90 [6] aufgenommen.

## Entwicklungen in Europa

Derzeit werden die Eurocodes vom CEN/TC 250 überarbeitet. Im Betonbau hat der entsprechende Entwurf der Neufassungen des Eurocodes 2 [7] bereits ein Einspruchsverfahren passiert und liegt derzeit im finalisierten Entwurf [8] vor. Im Rahmen der Überarbeitung beschäftigte sich unter Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Konrad Zilch die Arbeitsgruppe „CEN/TC 250/SC 2/WG 1/TG 1: Eurocode 2: Strengthening and reinforcing with fibre reinforced polymers“ mit der Erstellung eines informativen Anhang J für die Verstärkung mit aufgeklebten Faserverbundwerkstoffen.

Für die am häufigsten vorkommende Biegeverstärkungen mit aufgeklebter und eingeschlitzter Bewehrung wurden die wesentlichen Bemessungsansätze aus Deutschland übernommen, jedoch aufgrund der Seitenvorgaben teilweise stark gekürzt.

Neben den Anhang J sind für das Bauen im Bestand auch noch besonders die Anhänge A und I relevant sowie die Technische Spezifikation CEN/TS 17440 [9]. (vgl. Abb. 1). Alle Regelungen zum Bauen im Bestand haben in Europa jedoch nur informativen Charakter und es bleibt somit den einzelnen Nationen überlassen, welche Regelungen sie übernehmen werden.



**Abb. 1:** Überblick Regelungen zum Verstärken und Bauen im Bestand in Europa

## **Ausblick auf die zukünftige Situation in Deutschland**

Beim Anhang J des zukünftigen Eurocodes 2 handelt es sich um einen informativen Anhang, der nur einen Teil der in Deutschland gängigen Verstärkungsverfahren regelt. So fehlen dort die Stahllaschen und auch neue Verfahren wie die Verstärkung mit Carbonbeton. Des Weiteren sind im Anhang J die bewährten, in Deutschland etablierten genaueren und damit auch wirtschaftlicheren Bemessungsansätze nicht enthalten, so dass einzelne Verstärkungsmaßnahmen nur mit höherem Aufwand oder gegebenenfalls auch gar nicht ausgeführt werden können. Auch Regelung zu Produkten, Konformitätsprüfungen und zur Ausführung fehlen in diesem Anhang vollständig, so dass umfangreiche Forschungsergebnisse nicht (mehr) angemessen in die Praxis umgesetzt werden könnten.

Da somit per se zusätzliche nationale Regelungen erforderlich sind, ist vorgesehen, den informativen Anhang J durch eine Neuauflage der DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung“ zu ersetzen, um weiterhin eine durchgehende Regelung für das Verstärken von Betonbauteilen zu erhalten. Derzeit wird intensiv an dieser Neuauflage gearbeitet, die bis Mitte 2024 fertiggestellt werden soll. Neben den Anpassungen, welche aufgrund des neuen Eurocodes erforderlich sind, wird auch versucht, die Berechnungsverfahren zu vereinfachen, zu verbessern und sich dabei auf Verstärkungsverfahren und Anwendungsbereiche zu konzentrieren, deren wirtschaftliche Bedeutung sich in aktuell gültigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen bzw. allgemeinen Bauartgenehmigungen ausdrückt. Insofern wird in die Neuauflage der Richtlinie auch die Verstärkung mit Carbonbeton aufgenommen, deren Anwendung seit einigen Jahren auf der Grundlage einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bzw. einer allgemeinen Bauartgenehmigung möglich ist. Folgende Gliederung der neuen Richtlinie ist derzeit angedacht:

- Teil 1: Bemessung und Konstruktion
  - Teil 1-1: Allgemeine Regeln für die Verstärkung von Betonbauteilen
  - Teil 1-2: Spezifische Regeln für die aufgeklebte Bewehrung (CFK-Lamellen, CF-Gelege und Stahllaschen)
  - Teil 1-3: Spezifische Regeln für die Verstärkung mit in Schlitzten verklebten CFK-Lamellen

- Teil 1-4: Spezifische Regeln für die Verstärkung mit Carbonbeton
- Teil 1-5: Heißbemessung
- Teil 2: Produkte und Systeme für das Verstärken
- Teil 3: Ausführung
- Teil 4: Prüfverfahren

Durch die Untergliederung des Teils 1 für Bemessung und Konstruktionen einzelne Abschnitte für die verschiedenen Verstärkungsverfahren wird eine bessere Anwendbarkeit angestrebt. Zusätzlich bietet diese Untergliederung die Möglichkeit, künftig auch ohne eine vollständige Überarbeitung weitere Verstärkungsverfahren aufzunehmen.

Neben der Richtlinie für das Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung sind für das Bauen im Bestand derzeit weitere Richtlinie in Bearbeitung, welche die informativen Anhänge A und I ersetzen sollen. Damit soll in Zukunft ein durchgängiges Regelwerk für das Bauen im Bestand im Bereich des Betonbaus geschaffen werden.

## **Fazit**

Das Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung ist ein seit vielen Jahren bewährtes Verfahren, um Bauwerke im Bestand weiter nutzen zu können. Seit circa 10 Jahren existiert hierfür in Deutschland mit der Richtlinie des DAfStb ein durchgängiges, fundiertes und international anerkanntes Regelwerk in dem vor allem nationale aber auch internationale Forschungsergebnissen noch vor einer europäischen Normung bereits in die Praxis umgesetzt wurden. Im Zuge der nun erfolgten Überarbeitung der Eurocodes wurden zwar große Teile dieser Richtlinie in den informativen Anhang J des Eurocode 2 übernommen, der jedoch nicht alle in Deutschland gebräuchlichen Verfahren regelt und auch keine Vorgaben zu den Produkten und Prüfverfahren sowie zur Ausführung enthält. In Deutschland soll der Informativ Anhang J deshalb durch eine Neuauflage der DAfStb Richtlinie ersetzt werden, die künftig auch neuere Verstärkungsverfahren wie den Carbonbeton regeln wird.

## Literatur

- [1] Niedermeier, R.: Münchener Beiträge zur Entwicklung der geklebten Bewehrung, Tagungsband 18. Münchener Massivbau Seminar, München, 2014
- [2] DAfStb: Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung“. Berlin: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, 2012
- [3] DAfStb (Hrsg.): Erläuterungen und Beispiele zur DAfStb-Richtlinie: „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung“; DAfStb Heft 595. Berlin: Beuth, 2013
- [4] Zilch K., Niedermeier R., Finckh W.: Geklebte Verstärkung mit CFK-Lamellen und Stahllaschen. In: Beton-Kalender 2021 (S. 1008-1105). Berlin: Ernst & Sohn, 2020
- [5] Zilch K., Niedermeier R., Finckh W.: Strengthening of Concrete Structures with Adhesively Bonded Reinforcement – Design and Dimensioning of CFRP Laminates and Steel Plates; Ernst & Sohn, Berlin, 2014
- [6] fédération internationale du béton (pub.): Externally applied FRP reinforcement for concrete structures, fib buelltin 90. Lausanne, 2019
- [7] DIN prEN 1992-1-1. (2021). Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Regeln - Regeln für Hochbauten, Brücken und Ingenieurbauwerke; Deutsche und Englische Fassung prEN 1992-1-1:2021. Berlin: Deutsches Institut für Normung.
- [8] FprEN 1992-1-1. (2023). Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules - Rules for buildings, bridges and civil engineering structures. Brüssel: CEN/TC 250/SC 2.
- [9] DIN CEN/TS 17440 (2020): Bewertung und Ertüchtigung von bestehenden Tragwerken, Deutsche Fassung CEN/TS 17440:2020. Berlin: Deutsches Institut für Normung