

Probekapitel

Bewertung und Verstärkung von Stahlbetontragwerken

Autor: Werner Seim

Copyright © 2007 Ernst & Sohn, Berlin

ISBN: 978-3-433-01817-0



Wilhelm Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und
technische Wissenschaften
GmbH & Co. KG
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Deutschland
www.ernst-und-sohn.de

 **Ernst & Sohn**
A Wiley Company

8.2 Nachträgliche Verstärkung von Platten und Balken

Die nachträgliche Verstärkung biegebeanspruchter Bauteile kann im Bereich der Zugzone und bzw. oder im Bereich der Druckzone erfolgen (Bild 8-3). Welches Konzept ausgewählt wird, ob anstelle einer Verstärkung mit Beton oder bewehrtem Spritzbeton eine Verstärkung mit Faserverbundwerkstoffen oder eine Kombination unterschiedlicher Verfahren die beste Lösung ist, hängt u. a. von folgenden Randbedingungen ab:

- Welches statische System liegt vor? Einfeld- oder Durchlaufträger, einachsig oder zweiachsig gespannte Platte?
- Verfügt der vorhandene Querschnitt über Tragreserven in der Druckzone?
- Ist das Bauteil besser von oben oder von unten zugänglich?
- Welche Brandschutzanforderungen sind einzuhalten?
- Wird das Bauteil durch schwingende Lasten beansprucht?
- Ist zusätzlich zur Biegeverstärkung auch eine Schubverstärkung erforderlich?

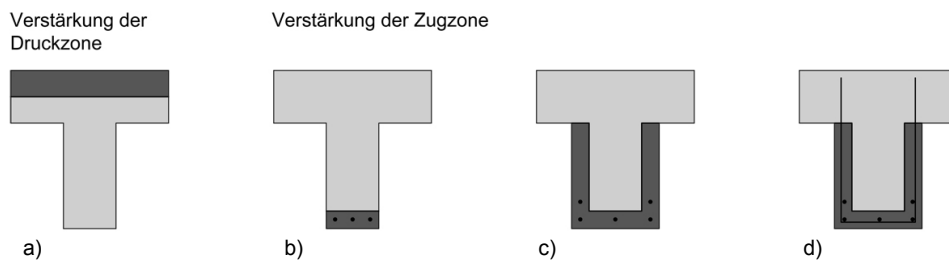


Bild 8-3 Nachträgliche Verstärkung von Plattenbalken mit Spritzbeton: a) Verstärkung der Druckzone, b) und c) Verstärkung der Zugzone, d) mit zusätzlicher Schubverstärkung

8.2.1 Grundlagen der Bemessung

Der *Verbund zwischen altem und neuem Beton* wird durch die Wirkung von

- Mikrorauigkeit (Haftung),
- Reibung

und

- Verbundbewehrung

sichergestellt.

Der Anteil der Mikrorauigkeit erreicht seinen Maximalwert bereits bei einer sehr geringen Relativverschiebung in der Fuge. Diese geringe Relativverschiebung reicht nicht

aus, um die Tragfähigkeit einer Verbundbewehrung zu aktivieren. Aus diesem Grund können die zwei folgenden Fälle unterschieden werden:

Ohne Anordnung einer Verbundbewehrung lässt sich der Bemessungswert für die in der Fuge aufnehmbare Schubkraft nach DIN 1045-1, Abschnitt 10.3.6 ermitteln:

$$v_{Rd,ct} = \left(0,042 \cdot \eta_1 \cdot \beta_{ct} \cdot f_{ck}^{1/3} - \mu \cdot \sigma_{Nd} \right) \cdot b \quad (8.1)$$

Diese Formulierung berücksichtigt den empirisch hergeleiteten Ansatz für die Kraftübertragung in Rissen, wie er auch für die Ermittlung des Bemessungswertes der Querkrafttragfähigkeit ohne Querkraftbewehrung verwendet wird,

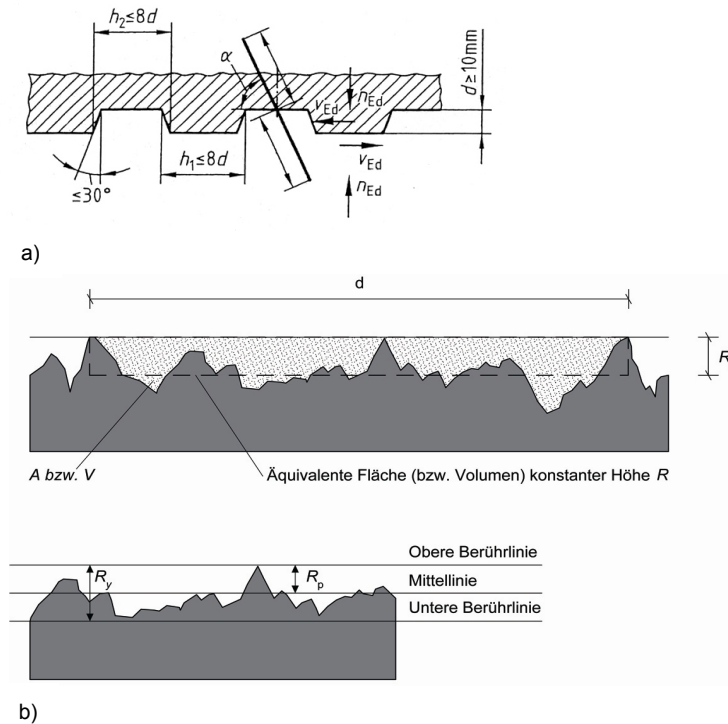
mit

- f_{ck} charakteristischer Wert der Betondruckfestigkeit der Verstärkung oder des vorhandenen Betons (der kleinere Wert ist maßgebend)
- β_{ct} Rauigkeitsbeiwert (Haftbeiwert nach Tabelle 8-1)
- μ Reibungsbeiwert (nach Tabelle 8-1)
- η_1 Abminderungsbeiwert
für Leichtbetone: $0,4 + 0,60 \rho / 2200$
für Normalbeton: 1,0
mit der Dichte ρ in kg/m^3
- σ_{Nd} Normalspannung senkrecht zur Fuge infolge äußerer Last
mit $\sigma_{Nd} \geq -0,6 \cdot f_{cd}$.

Tabelle 8-1 Rauigkeits- und Reibungsbeiwerte nach DIN 1045-1

Oberflächenbeschaffenheit	Rauigkeitsbeiwert β_{ct}	Reibungsbeiwert μ
verzahnt (vgl. Bild 8-4a)	2,4	1,0
rau ($R_t > 0,9$ mm, vgl. Bild 8-4b)	2,0 ¹⁾	0,7
glatt	1,4 ¹⁾	0,6
sehr glatt	0	0,5

¹⁾ $\beta_{ct} = 0$, falls in der Fuge aufgrund angehängter Lasten ($q_k > 0,5 \text{ N/m}^2$) Zugspannungen entstehen



b)

Bild 8-4 Definition der Oberflächenbeschaffenheit: a) Verzahnung, b) Rauigkeit

Bei einer Vorbehandlung des Untergrunds gemäß DIN 18551 [93] liegt das Korngerüst frei. Damit gilt nach DIN 1045-1 die Fuge als verzahnt.

In Fugen mit Verbundbewehrung beträgt der Bemessungswert der aufnehmbaren Schubkraft

$$v_{Rd,sy} = a_s \cdot f_{yd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha - \mu \cdot \sigma_{Nd} \cdot b \quad (8.2)$$

mit

- a_s Querschnitt der die Fuge kreuzenden Bewehrung je Längeneinheit
- f_{yd} Bemessungswert der Streckgrenze des Verbindungsmittels
- α Winkel zwischen Achse des Bauteils und Achse des Verbindungsmittels $45^\circ < \alpha < 90^\circ$
- μ, σ_{Nd} siehe Gl. (8.1)
- b Breite der Kontaktfläche nach Bild 8-9

θ Neigung der Druckstrebe, begrenzt auf

$$1,0 \leq \cot \theta \leq \frac{1,2 \cdot \mu - 1,4 \cdot \frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}}}{1 - \frac{v_{Rd,ct}}{v_{Ed}}} \leq 3,0 \quad \text{für Normalbeton } (\leq 2,0 \text{ für Leichtbeton})$$

$$\sigma_{cd} = \frac{N_{cd}}{A_c}$$

Die Addition der beiden Anteile auf die Tragfähigkeit, wie sie Gl. (8.3) zulässt, setzt voraus, dass das Fließen der Bewehrung bei intakter Reibung eintritt. Hinsichtlich des Anteils der Reibung wird ein eher konservativer Ansatz empfohlen.

Der Schubnachweis ist in jedem Fall nicht nur für die Fuge, sondern auch am Gesamtquerschnitt zu führen.

Die Bemessung einer nachträglichen Verstärkung erfolgt – wie beim monolithisch hergestellten Querschnitt – für den Grenzzustand der Tragfähigkeit. Für diesen Grenzzustand werden Fließen der Bewehrung und eine Umlagerung der Betondruckspannungen vorausgesetzt. Auf dieser Grundlage lässt sich die Schubkraft, die in der Druckzone zwischen altem und neuem Beton wirkt, auf einfache Art und Weise aus der Querkraft v_{Ed} anteilig ermitteln:

$$v_{Ed} = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \cdot \frac{V_{Ed}}{z} \quad (8.3)$$

mit

F_{cdj} Bemessungswert des über die Fuge zu übertragenden Längskraftanteils

F_{cd} Bemessungswert der Gurtlängskraft infolge Biegung.

Diese Formulierung gilt gleichermaßen für den Druck- und für den Zuggurt, wie in Bild 8-5 mit Hilfe der Fachwerkanalogie veranschaulicht wird.

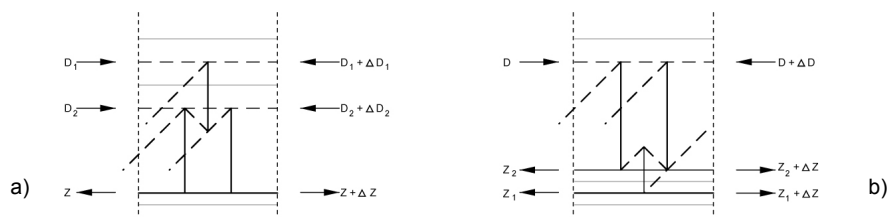


Bild 8-5 Beanspruchung der Fuge zwischen altem Beton und nachträglicher Verstärkung: a) Verstärkung der Druckzone, b) Verstärkung der Zugzone

Wenn Haft- und Reibungsfestigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit die Übertragung der Schubkräfte in der Fuge sicherstellen, kann von einem monolithischen Querschnitt ausgegangen werden. Wird zur Aufnahme der Schubkräfte eine Verbundbewehrung erforderlich, so ist – wenn keine Überdimensionierung der Verbundbewehrung vorliegt – davon auszugehen, dass im Grenzzustand der Biegetragfähigkeit auch ein Grenzzustand der Schubtragfähigkeit in der Fuge eintritt. Wörner [96] schlägt für diesen Fall eine vollplastische Betrachtungsweise vor, nach der die Verbindungsmittel für eine Gesamtschubkraft gleichmäßig über die Länge der Verbundfuge verteilt werden dürfen. Die Regelungen der DIN 1045-1 in Verbindung mit Heft 525 des DAfStb [95] orientieren sich dagegen stärker an der Elastizitätstheorie und fordern eine Verteilung entsprechend der Schubkraftdeckungslinie mit vergleichsweise kurzen zulässigen Einschnittlängen (Bild 8-6).

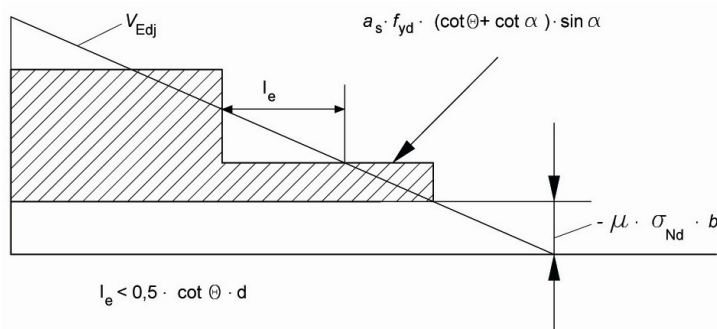


Bild 8-6 Schubkraftdeckungsdiagramm zur Verteilung der Fugenbewehrung, aus [24]

Für die Nachweise der Tragsicherheit können Beanspruchungen aus Kriechen und Schwinden üblicherweise vernachlässigt werden. Eine Überprüfung der Betondruckspannungen des vorbelasteten Altbetons für den Gebrauchszustand ist erforderlich. Die Verankerung der Verbundbewehrung der Fuge erfolgt nach den Regeln der DIN 1045-1 als Schubbewehrung oder – bei der Verwendung von Verbundankern – nach den Festlegungen der entsprechenden bauaufsichtlichen Zulassung.

Beim Nachweis der Verankerung im als Spritzbeton aufgetragenen Festbeton gelten mäßige Verbundbedingungen.

