

**Verstärkung von Biegebauteilen  
durch eine nachträglich  
aufgebrachte Aufbetonschicht**

**T 3216**

T 3216

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2009

ISBN 978-3-8167-8091-5

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

28. Mai 2009  
. Ausfertigung

## Schlussbericht

<b><u>Auftraggeber</u></b>	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. Kurfürstenstraße 129 10785 Berlin
<b><u>Förderkennzeichen</u></b>	DBV 278
<b><u>Vorhabensbezeichnung</u></b>	Verstärkung von Biegebauteilen durch eine nachträglich auf- gebrachte Aufbetonschicht
<b><u>Inhalt des Berichts</u></b>	Sachstandsbericht
<b><u>Laufzeit des Vorhabens</u></b>	01.09.2008 – 29.05.2009
<b><u>Zuwendungsempfänger</u></b>	TU Braunschweig Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz  Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Empelmann
<b><u>Bearbeiter</u></b>	Dipl.-Ing. Christoph Sender Dr.-Ing. Volker Henke  iBMB der TU Braunschweig Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig ☎ (05 31) 3 91-54 13; Fax -81 79 E-Mail: m.empelmann@ibmb.tu-bs.de

Der Bericht umfasst 99 Seiten und 8 Anlageseiten.

## Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Einleitung .....	4
2	Fragestellung .....	6
3	Ziel des Forschungsvorhabens .....	7
4	Grundlegende Annahmen und Differenzierung.....	8
5	Tragverhalten von nachträglich durch Aufbeton ergänzten Querschnitten .....	10
5.1	Allgemeines .....	10
5.2	Haftverbund / Adhäsion .....	11
5.3	Reibung .....	12
5.4	Dübel- bzw. Klemmwirkung der Verbundbewehrung .....	13
5.5	Überlagerung der einzelnen Traganteile .....	14
6	Stand der Forschung.....	17
6.1	Allgemeines .....	17
6.2	Untersuchungen zur nachträglichen Ergänzung durch Aufbeton .....	17
6.2.1	Daschner und Kupfer .....	17
6.2.2	Nissen, Daschner und Kupfer .....	20
6.2.3	Rehm, Eligehausen und Paul.....	22
6.2.4	Schäfer et. al. ....	23
6.2.5	Reinecke .....	25
6.2.6	Beushausen .....	26
6.2.7	Hegger und Görtz.....	27
6.2.8	Ackermann et. al. und Fritsche.....	27
6.2.9	Sieber .....	27
6.3	Untersuchungen zur nachträglichen Verstärkung durch Aufbeton .....	28
6.3.1	Iványi und Buschmeyer .....	28
6.3.2	Zilch und Mainz .....	28
6.3.3	Zilch, Reinecke und Bertelmann .....	30
6.3.4	Randl und Wicke .....	31
6.3.5	Randl, Münger und Wicke .....	32
6.3.6	Kernbichler, Linder und Hartl.....	33
6.3.7	Beushausen und Alexander .....	34
6.3.8	Müller.....	35
6.3.9	Glantschnigg .....	35
6.4	Untersuchungen zum Einsatz innovativer Sonderbetone als Aufbeton.....	36

6.4.1	Reinecke .....	36
6.4.2	Müller.....	37
6.4.3	Brühwiler .....	37
6.4.4	Girhammar .....	38
6.4.5	Fingerloos.....	39
6.5	Untersuchungen zu Verbindungsmitteln bei nachträglicher Verstärkung durch Aufbeton.....	40
6.5.1	Randl.....	40
6.5.2	Münger .....	40
6.5.3	Hofacker .....	41
6.5.4	Brandauer.....	41
6.5.5	Block und Dreier.....	41
6.5.6	Kunz .....	42
6.5.7	Tschegg, Ingruber und Münger .....	42
6.6	Zusammenfassung zum Stand der Forschung.....	44
7	Einflussgrößen auf das Tragverhalten .....	48
8	Normentechnische Regelungen für den Schubkraftwiderstand .....	50
8.1	Allgemeines .....	50
8.2	Normen.....	50
8.2.1	EN 1992-1-1:2004-12 mit Berichtigung 2008-01 .....	50
8.2.2	E DIN EN 1992-1-1 / Na:2008-09.....	54
8.2.3	DIN 1045-1:2008-08.....	56
8.2.4	ÖNorm B 4700:2001-06 .....	60
8.2.5	ACI 318-2 .....	63
8.3	Alternatives Bemessungskonzept für Beton-Beton-Schubfugen.....	66
8.3.1	Allgemeines.....	66
8.3.2	Wirkungsweise und Verbundmodell .....	66
8.3.3	Gleichungen zum Fugenmodell.....	69
8.3.4	Zusammenfassung zum alternativen Bemessungskonzept .....	70
8.4	Zusammenfassung und Beurteilung der bestehenden Bemessungsansätze .....	72
8.4.1	Grundmechanismen .....	72
8.4.2	Einflussfaktoren.....	73
8.4.3	Beurteilung der bestehenden Bemessungsansätze .....	76
8.5	Berechnungsbeispiel .....	77
8.5.1	E DIN EN 1992-1-1 / Na:2008-09.....	77
8.5.2	DIN 1045-1:2008-08.....	79

8.5.3	ÖNORM B4700:2001-06 .....	80
9	Verbundsicherungsmaßnahmen .....	82
9.1	Allgemeines .....	82
9.2	Vorbehandlung der Altbetonoberfläche .....	82
9.3	Flächige Haftbrücke.....	83
9.4	Punktuelle Verbindungsmittel .....	84
9.4.1	Allgemeines.....	84
9.4.2	Hilti GmbH – Schubverbinder HCC-B und HCC-K.....	85
9.4.3	Toge-Dübel Aufbetonanker / Toge Betonschraube TSM BS .....	89
9.5	Zusammenfassung.....	90
10	Zusammenfassung.....	91
10.1	Sachstand.....	91
10.2	Offene Fragen und Wissenslücken .....	92
11	Literatur .....	93
12	Unterschriften .....	99
	Anhang: Übersicht über durchgeführte Untersuchungen .....	1

## 1 Einleitung

Bauten aus Beton, Stahl- und Spannbeton können als überaus dauerhaft bezeichnet werden. Laufend steigende Beanspruchungen, Abnutzung, Änderungen in der Nutzung, Elementarerereignisse, aber auch Fehler in Planung und Ausführung führen jedoch häufig zur Notwendigkeit einer nachträglichen Verstärkung.

Zur Durchführung solcher Maßnahmen stehen dem Fachplaner verschiedene Verfahren zur Verfügung. Neben der Verstärkung mittels angeklebter Stahl- oder CFK-Lamellen und bisher insbesondere im Brückenbau gebräuchlichen nachträglich eingebauten externen Spanngliedern, ist die „Verstärkung durch Aufbeton“ eine einfache und wirtschaftliche Maßnahme zur Steifigkeits- und Traglasterhöhung des bestehenden Bauwerks. Die Verstärkung durch Aufbeton konnte sich bereits im Stahl- und Holzbau als Stahlverbundbau, bzw. Holzverbundbau etablieren und gerade beim Bauen im Bestand zu praktikablen und wirtschaftlichen Lösungen führen.

Beispiele für Verstärkungsmaßnahmen finden sich neben dem herkömmlichen Hoch- und Industriebau, auch im Brückenbau. Ein Beispiel für die aufgrund von Ausführungsmängeln erforderliche Ertüchtigung eines Brückenbauwerkes durch eine nachträgliche Aufbetonschicht stellt die Donnergrabenbrücke im Zuge der Tauernautobahn A10 dar (Bild 1-1, links).

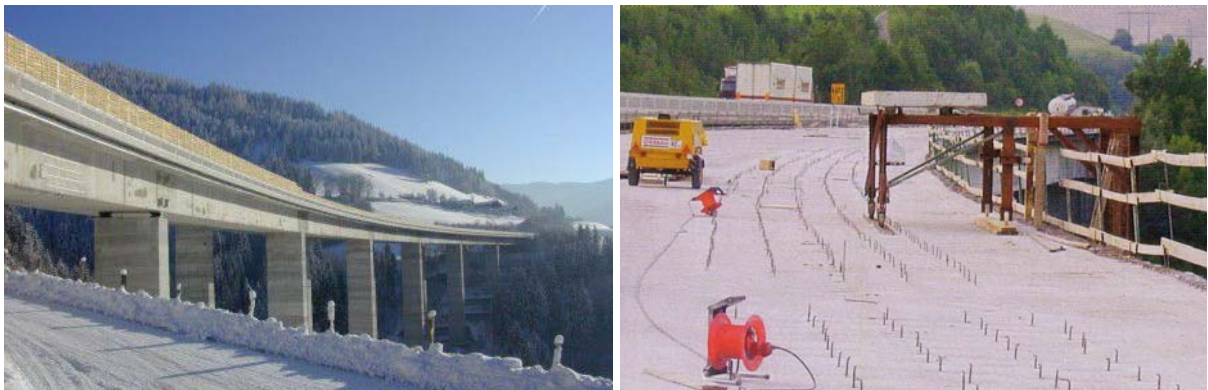


Bild 1-1: Donnergrabenbrücke [87], [13]

Die Instandsetzung der Kragplatten durch eine oberseitige Ortbetonergänzung erfolgte aufgrund einer zu geringen vorhandenen Bewehrung. Der nachträglich eingebaute Aufbeton wurde über eine aufgeraute und verdübelte Fuge an den bestehenden Querschnitt angeschlossen. Da rechnerisch eine sehr hohe Anzahl an Verbunddübeln erforderlich war, die praktisch und wirtschaftlich kaum zu realisieren gewesen wäre, sowie praktischer Erfahrung an anderen mittels Aufbeton verstärkten Brückenbauwerken, wurden im Rahmen der Baumaßnahme an der TU Graz Bauteilversuche durchgeführt, um die Anzahl der erforderlichen Verbundmittel zu reduzieren (Bild 1-1, rechts).

Wie bereits erwähnt, werden durch Nutzungsänderungen oder durch fehlerhafte Bauausführung auch im Hoch- und Industriebau Verstärkungen von Deckenplatten durch Aufbeton erforderlich, wenn die Deckenunterseite aufgrund von Installationsleitungen nicht für Sanierungen zur Verfügung steht. Bei einer Baumaßnahme in Braunschweig konnte beispielsweise mit Hilfe einer Aufbetonschicht die befahrene Deckenplatte einer Industriehalle erfolgreich saniert und für höhere Verkehrslasten ertüchtigt werden (Bild 1-2).

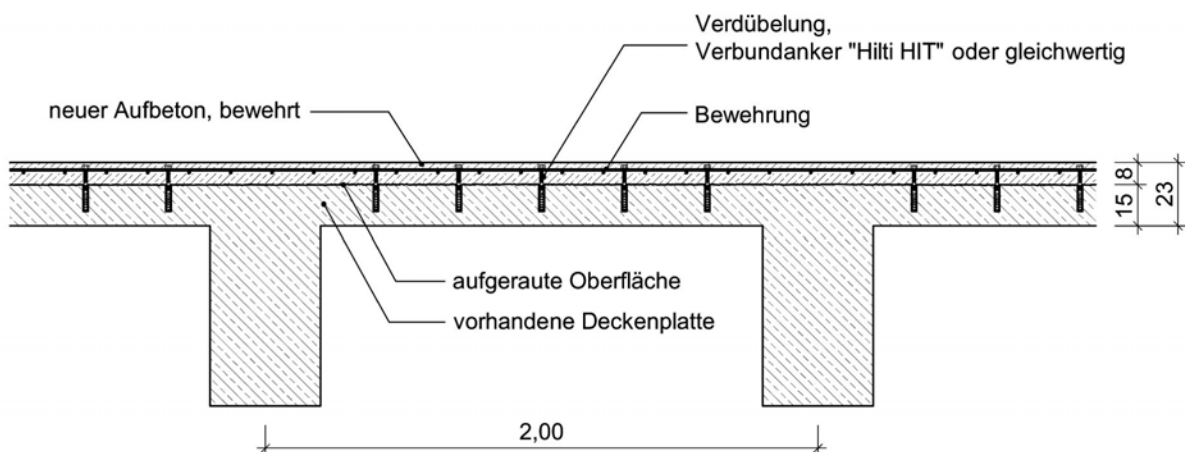


Bild 1-2: Verstärkung einer Deckenplatte durch Aufbeton [33]