

**Erarbeitung von material-
spezifischen Widerstandskenn-
werten für die
Verbundfugenbemessung von
Stahlfaserspritzbetonergänzungen
im Hinblick auf das nationale
Anwendungsdokument zu
DIN EN 14487 und DIN EN 14488**

T 3364

T 3364

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

2019

ISBN 978-3-7388-0281-8

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

www.baufachinformation.de



Technische Universität München



Ingenieurfacultät
Bau Geo Umwelt
Lehrstuhl für Massivbau

**Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Dipl.-Wirt. Ing.
Oliver Fischer**

Theresienstraße 90
Gebäude N6
80333 München
Germany

Tel +49.89.289.23039
Fax +49.89.289.23030

www.mb.bgu.tum.de
massivbau@tum.de

Schlussbericht

Erarbeitung von materialspezifischen Widerstandskennwerten für die Verbundfugenbemessung von Stahlfaserspritzbetoner-gänzungen im Hinblick auf das nationale Anwendungsdokument zu DIN EN 14487 und DIN EN 14488

Datum: September 2017

Bearbeitung: Oliver Fischer, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.
Roland Niedermeier, PD Dr.-Ing. habil.
Sebastian Schmidt, Dipl.-Ing. (FH) M.Sc.

Auftraggeber: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)
Kolonnenstraße 30 B
10829 Berlin
Germany

Geschäftszeichen: P 52-5- 7.316-1481/15

Dieser Schlussbericht umfasst insgesamt 98 Seiten, inkl. 37 Seiten Anhang.

Erarbeitung von materialspezifischen Widerstandskennwerten für die Verbundfugembemessung von Stahlfaserspritzbetoneergänzungen im Hinblick auf das nationale Anwendungsdokument zu DIN EN 14487 und DIN EN 14488

Im Rahmen der Forschungsarbeit wird die Tragfähigkeit der Verbundfuge von unbewehrten Stahlfaserspritzbetoneergänzungen experimentell sowie numerisch untersucht. Die Bewertung der Schubfestigkeit der unbewehrten Verbundfuge erfolgt durch kleinformatige Probekörper ohne Fugennormalspannung und mit Fugennormalspannung. Dabei wird der Einfluss der Oberflächenvorbehandlung, des Betonuntergrundes und des Fasergehaltes bei verschiedenen Rautiefen unter Verwendung von verschiedenen, praxisüblichen Spritzbetonmischungen untersucht. Des Weiteren werden die zwangsspannungsinduzierenden Schwindverformungen für unterschiedliche Spritzbetonmischungen ermittelt. Die statistische Auswertung der durchgeführten Kleinkörperversuche ohne Fugennormalspannung zeigt, dass bei der verwendeten Fasergeometrie mit den Bemessungsansätzen der Adhäsionstragfähigkeit nach (DIN EN 1992-1-1:2011-01) in Verbindung mit (DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04) für Bauteile, die nachträglich mit Spritzbeton bzw. unbewehrten Stahlfaserspritzbeton ergänzt werden, unter sorgfältiger Nachbehandlung ein ausreichendes Sicherheitsniveau für Fugen der Rauheitskategorie rau, verzahnt und spritzrau erreicht wird.

Elaboration of material-specific coefficients of resistivity for the assessment of interfaces of steel fibre shotcrete supplements in accordance with National Application Standards concerning DIN EN 14487 and DIN EN 14488

As part of the research project, experimental and numerical investigations will be conducted, on the load bearing characteristics of the connection of non-reinforced steel fibre sprayed concrete supplements. The assessment of the shear strength of the non-reinforced interface is performed on small format specimens without and with normal residual stress of the interfaces. This will include the investigation of the influence of the surface pretreatment methods, of the concrete base and of the fibre content for different depths of roughness by the use of different typical sprayed concrete mixtures. In addition, it will be determined what will be the restraint induced shrinkage deformation for different types of sprayed concrete. A statistical evaluation based on small format specimens without normal stress on the interface shows, following the used steel fibre geometry meeting the design regulations of the bonding load capacity in accordance with (DIN EN 1992-1-1:2011-01) in combination with (DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04), that a sufficient level of safety can be achieved for building structures subsequently supplemented by sprayed concrete or non-reinforced steel fibre sprayed concrete, provided that careful curing of the interfacing surfaces is guaranteed. This applies to interfaces with roughness categories of rough, indented or gun-finished.

Élaboration des paramètres caractéristiques de résistance spécifique des matériaux pour le dimensionnement des joints d'adhérence des ajouts de bétons projetés fibrés conformément aux annexes nationales des normes DIN EN 14487 et DIN EN 14488

Dans le cadre des travaux de cette recherche, la résistance des joints d'adhérence des ajouts non armés de bétons projetés fibrés est étudiée expérimentalement et numériquement. L'évaluation de la résistance au cisaillement des joints d'adhérence non armés est réalisée sur des éprouvettes de petites dimensions avec ou sans contrainte normale des joints. L'influence de la préparation de la surface, du support en béton et de la teneur en fibres pour des différentes rugosités des différents mélanges de béton projetés usuels, est étudiée. En outre, des retraits induits par contrainte de différents mélanges du béton projeté sont identifiés. L'évaluation statistique des essais réalisés sur éprouvettes de petites dimensions, sans contraintes normales, démontre que, suivant la géométrie des fibres utilisées, basé sur des approches de dimensionnement de la résistance à l'adhésion suivant (DIN EN 1992-1-1:2011-01) en combinaison avec (DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04) pour des structures, renforcées ultérieurement par béton projetés ou béton projeté fibré, en combinaison avec un post-traitement minutieux, un niveau de sécurité satisfaisant des joints à catégories de rugosité, rugueuse, indentée et rugosité après projection, est atteint.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Zielsetzung	2
2	Normative Regelungen	3
2.1	Nachweis des Verbundes	3
2.2	Konstruktive Regelungen	5
3	Experimentelle Untersuchungen	7
3.1	Versuchsprogramm zur Bestimmung der Verbundfestigkeit	7
3.2	Herstellung der Versuchskörper	8
3.3	Experimentelle Bestimmung des Schwindverhaltens	14
3.4	Zusammensetzung der verwendeten Betone	16
3.5	Betoneigenschaften	18
3.6	Oberflächenrauheiten	23
4	Numerische Untersuchungen	24
4.1	Inverse Analyse der Keilspaltzugversuche	24
5	Ergebnisse der Untersuchungen	28
5.1	Allgemeines	28
5.2	Einfluss der Oberflächenvorbehandlung	29
5.3	Einfluss des Betonuntergrundes	30
5.4	Einfluss des Fasergehaltes	33
5.5	Schwindverhalten von Spritzbeton	35
6	Überprüfung des Bemessungsansatzes	39
6.1	Allgemeines	39
6.2	Versuchstyp IV - Traganteil der Adhäsion	41
6.3	Versuchstyp IIc - Traganteil der Reibung	45
7	Zusammenfassung	48
	Bezeichnungen	49
	Literaturverzeichnis	53
	Anhang	61
A.1	Festbetoneigenschaften	62
A.2	Oberflächenrautiefe nach Kaufmann	67
A.3	Verbundfestigkeiten	80
A.4	Belastungsregime Keilspaltzugversuch	83
A.5	Schwindkurven	84

A.6	Umrechnung von Betonkenngrößen	95
A.6.1	Betondruckfestigkeit	95
A.6.2	Betonzugfestigkeit	97
A.6.3	Umrechnung von Festigkeitsgrößen	98