

Lars Meyer, Serdar Bilgin, Sebastian Filusch
Thomas Freimann, Ulli Heinlein, Knut Herrmann

Bauwerksabdichtung mit Frischbetonverbundfolie – Grundlagen zur Erstellung eines Regelwerks für eine innovative Bauart

F 3183

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. 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.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

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

© by Fraunhofer IRB Verlag

2020

ISBN 978-3-7388-0465-2

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

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

**Bauwerksabdichtung mit Frischbetonverbundfolie –
Grundlagen zur Erstellung eines Regelwerks für eine innovative Bauart**
Az.: SWD-10.08.18.7-17.44, Zuwendungsbescheid vom 20.07.2017

ENDBERICHT

Projektzeitraum: 24. Juli 2017 bis 31. Oktober 2019

Berichtszeitraum: Juli 2017 bis Oktober 2019

Fachliche Betreuung: Fabian Brodbeck, M. Sc. (Fraunhofer IRB)

Forschende Stellen: Folgende Institutionen unterstützen die Umsetzung der Arbeiten im Rahmen des Forschungsvorhabens durch Personalgestellung, experimentellen Untersuchungen bzw. der Mitarbeit im Begleitgremium:

DBV: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin

THN: Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Nürnberg

MPA BS: Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA BS), Braunschweig

Aufgestellt am: 21. Oktober 2019

Projektleiter: Dr.-Ing. Lars Meyer (DBV)

Autoren: Serdar Bilgin M. Sc. (DBV), Dipl.-Ing.(FH) Sebastian Filusch (DBV), Prof. Dr. Thomas Freimann (THN), Ulli Heinlein M. Eng. (THN), Dr.-Ing. Knut Herrmann (MPA)

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

Der Bericht umfasst 128 Seiten und zwei Anhänge.

Kurzzusammenfassung

Frischbetonverbundsysteme (FBVS) werden in Deutschland i. d. R. als zusätzliche wasserseitige Abdichtungsebene auf wasserundurchlässigen Stahlbetonkonstruktionen (WU-Betonkonstruktion) angeordnet. Sie sollen das Zuverlässigkeitsniveau von Kellerbauwerken hinsichtlich der Wasserundurchlässigkeit verbessern – gerade bei schwierigen Bauwerksrandbedingungen oder hohen Nutzungsanforderungen der Innenräume. FBVS werden im Gegensatz zu ‚klassischen‘ hautförmigen Abdichtungen vor dem Betoneinbau verlegt und gehen mit dem später aufgetragenen Frischbeton einen zügelfesten sowie wasserundurchlässigen (hinterlaufsicheren) Verbund ein. Letzterer verhindert u. a. seitliche Wasserbewegungen in der Verbundschicht, wenn es zu Beschädigungen der Dichtschicht kommen sollte.

Diese Form der Bauwerksabdichtung wird in Deutschland vermehrt seit 2012 eingesetzt und ist als neue Bauart bisher keinen Regelwerken zuzuordnen. Zum einen werden die FBVS i. d. R. nicht als eigenständige Abdichtung nach DIN 18533 angesehen, zum anderen werden sie derzeit nicht in der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ behandelt. Der Verwendbarkeitsnachweis wurde bisher über allgemein bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP) erbracht, der allerdings nicht auf einheitlichen Prüfgrundsätzen beruhte. Wesentliche Merkmale verschiedener Produkte können daher nur schwer miteinander verglichen werden. Neben diesen Unklarheiten zur Vergleichbarkeit von Produkten sind am Markt nach wie vor zahlreiche Planungs- und Anwendungsfragen zur Bauart vorhanden.

Aus den genannten Gründen wurde vom Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (DBV) im Jahr 2017 ein Arbeitskreis HABA-FBV gegründet, der zunächst einen Sachstandbericht (DBV-Heft 44) verfasste und zurzeit ein Merkblatt zu FBVS erarbeitet. Um die Bauweise darin fundiert behandeln zu können, waren noch grundlegende Fragestellungen zu den FBVS zu klären, die z. T. in diesem Forschungsvorhaben behandelt wurden. Unter anderem war die Regelwerkssituation zu analysieren, wesentliche Produkteigenschaften und zugehörige Prüfverfahren zu identifizieren, Merkmale der Bauweise in Laboruntersuchungen zu ermitteln und Empfehlungen für die Praxis auszuarbeiten.

Das Forschungsvorhaben sah dazu zehn Arbeitspakete vor, die nachfolgend kurz vorgestellt werden.

Zu Beginn sollte das Vorhaben die unklare Regelwerkssituation um die neuartige Bauweise klären. Dazu sollten bestehende Regelwerke sowie rechtliche Grundlagen recherchiert und die FBVS hinsichtlich ihrer bisherigen Verwendung in Deutschland bauordnungsrechtlich eingeordnet werden. Diese Einstufung konnte bereits in die Gremienarbeit des DBV-Arbeitskreises HABA-FBV miteinfließen und wurde im DBV-Heft 44 Ende 2018 veröffentlicht.

Um im späteren DBV-Merkblatt praxisnah auf die Anforderungen bzw. den Informationsbedarf der Beteiligten aus Planung und Bauausführung eingehen zu können, ist die derzeitige Praxiserfahrung in Form einer Umfrage evaluiert worden. Darauf aufbauend konnten zu Ende des Vorhabens die Untersuchungsergebnisse in Empfehlungen zur Anwendung und zu Maßnahmen der Qualitätssicherung ausgearbeitet werden.

Der dritte Teil des Vorhabens beschäftigte sich mit FBV-Produkteigenschaften und geeigneten Prüfverfahren für diese Systeme. Ziel davon war es, in einem späteren DBV-Merkblatt Prüfverfahren formulieren zu können, die die wesentlichen Produkteigenschaften der FBVS einheitlich prüfen und so übergreifend vergleichbar machen. Dazu wurden zuerst Produkteigenschaften von deutschen sowie ausländischen Produkten zusammengetragen, davon für die Bauweise wichtige Eigenschaften identifiziert und anschließend hierzu geeignete Prüfverfahren zugeordnet. Teilweise konnten Prüfnormen von anderen Abdichtungsbauarten übernommen werden, stellenweise wurden auch bestehende Prüfungen angepasst oder neue Prüfungen formuliert.

Weiterhin sollten bereits einige wesentliche Eigenschaften der FBVS in Laboruntersuchungen stichprobenartig geprüft werden. Von zehn im Projekt beteiligten Industriepartnern wurde jeweils ein FBVS-Produkt auf ausgewählte Eigenschaften hin geprüft. Es wurden vor allem Einflüsse auf den wasserundurchlässigen Verbund, der Einfluss der FBVS auf die angrenzenden Festbetoneigenschaften, der Wärmeausdehnungskoeffizient, der Haftverbund zum Beton sowie die Scherfestigkeit und Verbundfestigkeit verschiedener Bahnennähte überprüft. Die Ergebnisse dienen auch als Basis zur Formulierung von einheitlichen Prüfbedingungen.

Abstract

In Germany, pre-applied bonded membranes are usually installed as an additional sealing layer on the water-side of the water-impermeable reinforced concrete structures. They are supposed to improve the reliability of basement structures with regards to their water impermeability, especially in the case of difficult building constraints or high interior usage requirements. In contrast to 'classic' below-grade waterproofing, pre-applied bonded membranes are installed before concrete is poured and form a tear-resistant and water-impermeable bond with the fresh concrete (cf. attached blindside membrane). This also prevents lateral water movements in the composite layer if the sealing layer is damaged.

This form of sealing has been used in Germany increasingly since 2012, but there are still no regulations that can be applied to it. These membranes are considered neither as independent waterproofing membranes regulated by DIN 18533, nor they are being dealt with in the DAfStb guideline "Water impermeable concrete structures". So far, the proof of usability has been provided through general appraisal certificates, which, however, are not based on uniform test principles and thus essential characteristics could hardly be compared between the products. In addition to these ambiguities regarding the comparability of products, there are also further questions concerning design and application of these sealings.

For these reasons, in 2017, the German Society of Concrete and Construction Technology (DBV) founded a working group HABA-FBV, who first wrote a progress report (DBV-Heft 44) and is currently working on a leaflet on the pre-applied bonded membranes. In order to be able to deal with this technology in a well-founded manner, fundamental questions regarding the membranes still had to be clarified. These fundamentals were partly dealt with in this research project. Among

other things, the regulatory situation had to be analysed, essential product properties and associated test procedures had to be identified, characteristics of the technology to be determined in laboratory tests and practical recommendations had to be elaborated.

The research project included ten work packages, which are briefly presented below.

The aim of the first part of the project was to clarify the unclear regulatory situation for this technology. For this purpose, existing rules, regulations and legal foundations were analysed and the membranes were classified in terms of their use in Germany, with regard to the building regulations. This classification was integrated into the work of the DBV working group HABA-FBV and was published in the DBV-Heft 44 in 2018.

In order to be able to respond practically to the information requirements of the parties involved in the design and construction in the planned DBV-leaflet, the current practical experience was evaluated in a survey. Based on the survey results, the application recommendations and quality assurance measures were elaborated at the end of the project.

The third part of the project dealt with product properties and suitable test methods for the pre-applied bonded membranes. The aim was to define in the DBV leaflet the test methods that uniformly check the essential product characteristics of the FBVS and thus make them comparable across the board. First, product properties of German and foreign products were compiled, properties important for this building technology were identified and suitable test methods were identified. In some cases, test standards for other types of waterproofing could be adopted, in some cases existing tests were adapted or new tests formulated.

Furthermore, some essential properties of the FBVS were examined in laboratory tests. The selected properties of ten membrane types, which were provided by project industrial partners, were tested. The influences of various parameters on the water impermeable bond, the influence of the membrane on the adjacent hardened concrete properties, the coefficient of thermal expansion, the bond to the concrete as well as the shear strength and bond strength of different membrane seams were tested. The results of the tests also serve as a basis for the formulation of standardised test descriptions.

Inhaltsverzeichnis

0	Einführung	7
0.1	Motivation	7
0.2	Ziel	7
0.3	Forschungsansatz, Methodik und Bearbeiter	7
1	Stand der Forschung und Technik	9
1.1	Frischbetonverbundsysteme	9
1.2	Regelwerkssituation	11
1.3	Einordnung in Regelwerksstrukturen	12
1.3.1	Einordnung gegenüber bisher üblichen Bauarten und als Zusatzmaßnahme bei WU-Betonkonstruktionen	12
1.3.2	FBV-Systeme als Zusatzmaßnahme bei WU-Betonkonstruktionen	14
1.3.3	Europäische Einordnung über ETA auf Grundlage eines EAD	15
1.4	Bekannte Produkteigenschaften	15
2	Untersuchungen und Ergebnisse	18
2.1	Evaluierung von Prüfverfahren zu Produkteigenschaften	18
2.2	Evaluierung von Praxiserfahrungen	29
2.2.1	Umfrage zur Planung und Ausführung von FBV-Systemen	29
2.2.2	Umfrage zur Schwachstellen- und Schadensanalyse	33
2.2.3	Praxisnahe Baustellenversuche	35
2.3	Empfehlungen zur Anwendung	37
2.4	Maßnahmen zur Qualitätssicherung (DBV+MPA+THN)	40
2.5	AP E1-3: Laboruntersuchungen an FBVS – Allgemeines	40
2.6	AP E1: Laboruntersuchungen zur lateralen Wassermigration an FBVS	43
2.6.1	Übersicht über das Versuchsprogramm und Prüfregime	43
2.6.2	Ergebnisse des AP E1	46
2.7	AP E2: Verbunduntersuchungen an FBVS (MPA Braunschweig)	55
2.7.1	Untersuchungen zum Verbundverhalten zwischen Beton und FBVS	55
2.7.2	Untersuchungen zu Scherverhalten und Dichtigkeit der Fügenähte	79
2.8	AP E3: Untersuchungen zum Wassertransportmodell	96
2.8.1	AP E3: Probekörper für Wassertransportmodell und Porosität	96
2.8.2	Ergebnisse der Austrocknungsversuche des AP E3	99
2.8.3	Orientierende Vorversuche zur Messung der Luftpermeabilität und Kapillarporosität	111
2.8.4	Ergebnisse der Festbetonprüfungen des AP E3	114
3	Diskussion der Ergebnisse	120
3.1	Prüfverfahren	120
3.2	Laboruntersuchungen	121
4	Zusammenfassung und Ausblick	121
5	Weiterer Forschungsbedarf	123

Ergebnistransfer	124
Transfermaßnahmen während der Projektlaufzeit.....	124
Geplante Transfermaßnahmen nach Abschluss des Vorhabens.....	124
Danksagung	125
Schrifttum	126
Normen und Regelwerke	126
Weitere Literatur	127
Anhang A: Laboruntersuchungen	129
Anhang A1: Mikroskopische Schnitte.....	129
Anhang A2: Einzelergebnisse der Wassermigrationsprüfungen.....	130
Anhang A3: Einzelergebnisse der Porositätsuntersuchungen.....	133
Anhang A4: Einzelergebnisse der Feuchteuntersuchungen.....	141
Anhang A5: Prüfung der lateralen Wassermigration an FBV-Systemen.....	144
Anhang A6: Einzelergebnisse der Untersuchungen zum Verbundverhaltenwerte – Haftzugwerte und Versagensbilder.....	147
Anhang A7: Einzelergebnisse der Untersuchungen zum Wärmeausdehnungs- koeffizienten der FBV-Systeme	183
Anhang A8: Einzelergebnisse der Untersuchungen zu Scherverhalten und Dichtigkeit der Fügenähte.....	187
Anhang B: Evaluierung von Praxiserfahrungen	214
Anhang B1: Einzelergebnisse zur Umfrage zur Planung und Ausführung mit FBV- Systemen	214
Anhang B2: Einzelergebnisse zur Umfrage zur Schwachstellen-/Schadensanalyse	235