

Kombi-Fugenbänder zur Abdichtung in wasserundurchlässigen Konstruktionen aus Beton

Projektleiter
Prof. Dr.-Ing.
Rainer Hohmann

Förderung
Fachhochschule
Dortmund
Forschungsbudget

Kontakt
Prof. Dr.-Ing.
Rainer Hohmann
Fachbereich Architektur
Fachhochschule
Dortmund
Emil-Figge-Straße 40
44227 Dortmund
Tel.: (0231) 755-4414
E-Mail: rainer.hohmann
@fh-dortmund.de

1 Einleitung und Problemstellung

Für die Abdichtung von Fugen bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton stehen unterschiedliche Systeme zur Verfügung [1 – 3]. Neben klassischen Fugenbändern werden neuerdings auch Kombifugenbänder eingesetzt. Dabei handelt es sich um thermoplastische Fugenbänder mit integriertem Quellprofil, die im Vergleich zu den klassischen Fugenbändern, lediglich mit einer z. T. deutlich reduzierten Einbindetiefe in den Beton einbinden. Die reduzierte Einbindetiefe soll durch die quellfähigen Elemente am Kombifugenband kompensiert werden, die bei Wasserzutritt über den Quelldruck abdichten. In dem Versuchsprogramm wurde das Verhalten verschiedener Kombi-Fugenbänder untersucht. Dabei wurden sowohl Materialuntersuchungen als auch Funktionsprüfungen an in größeren Probekörpern einbetonierten Fugenbandringen durchgeführt.

2 Kombifugenbänder und Profilgeometrie

In die Untersuchungen von Kombi-Fugenbändern wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Profile einbezogen. Bei dem untersuchten KAB 125 (Bild 1) handelt es sich um ein ca. 130 mm hohes und ca. 6 mm dickes Fugenband. Der obere Teil ist geriffelt und ca. 75 mm lang. Der untere ist nur 30 mm lang, wovon er 15 mm geriffelt ist. Der verbleibende Rest besteht aus einer nach unten offenen nutenförmigen Aufnahmevorrichtung für ein Quellgummirundprofil (\varnothing ca. 5 mm). Beide Teile sind optisch durch einen glatten, ungeriffelten Markierungsstreifen getrennt. Dieser legt die Einbauhöhe fest. Die Abdichtung durch das KAB 125 basiert auf verschiedenen Funktionsprinzipien. Oberhalb der Arbeitsfuge besitzt das KAB 125 eine Einbindetiefe von ca. 90 mm. Die Funktion beruht auf dem Labyrinthdichtprinzip. Der Wasserumlaufweg ist vergrößert, wobei dieser Effekt durch die Riffelstruktur an der Profilloberfläche verstärkt wird. Unterhalb der Arbeitsfuge ist das KAB 125 ca. 30 mm tief eingebunden, wobei die Profilloberfläche ebenfalls eine Riffelstruktur aufweist. Zur Kompensation des kürzeren Wasserumlaufweges ist am unteren Ende des KAB 125 ein Quellgummirundprofil in eine nach unten offene Nut eingelassen. Das Quellgummirundprofil quillt bei Wasserkontakt und dichtet durch den Quelldruck Umläufigkeiten nach dem Anpressprinzip an der Unterkante des KAB 125 ab.

Neben dem KAB 125 wurden zwei weitere Kombi-Fugenbänder untersucht, das Flex Q 15 NB (Bild 2) und A Q 15 NB. Dabei handelt es sich um Arbeitsfugenbänder mit einer Breite von 150 mm aus PVC-P NB, bei denen an einem Dichtschenkel die

quellfähige Fugeneinlage aufgebracht ist. Diese hat eine Breite von 20 mm und eine Dicke von 3 mm. Bei dem Flex Q 15 NB handelt es sich um ein mit Federstahl innenverstärktes Arbeitsfugenband.

Profilbezeichnung	Profilgeometrie
KAB 125	
Flex Q 15 NB	
A Q 15 NB	

Tabelle 1: Kombi-Fugenbänder im Forschungsvorhaben



Bild 1: Kombi-Arbeitsfugenband KAB 125



Bild 2: Kombi-Arbeitsfugenband Flex Q 15 NB

2 Funktionsprüfungen an einbetonierten Fugenbandringen bei variablem Wasserdruck

Für die Funktionsprüfung der Kombi-Fugenbänder wurden zweiteilige Prüfkörper aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand eingesetzt, deren Gesamtabmessungen 1 m x 1 m x 0,60 m betragen. Die Arbeitsfuge zwischen dem unteren Teil des Prüfkörpers und dem oberen Teil wurde durch einen ringförmig einbetonierten Fugenbandring gegen Wasserdurchtritt abgedichtet. Die Arbeitsfuge zwischen der Bodenplatte und der Wandung des oberen Prüfkörperteils hat eine Gesamtlänge von ca. 2,4 Metern. Um eine definierte Arbeitsfuge sicherzustellen, wurde die Arbeitsfuge vor Versuchsbeginn mit Hilfe einer einbetonierten Spreizvorrichtung auf 0,25 mm aufgebrochen. Dadurch kann drückendes Wasser, das den Hohlraum in der Mitte des oberen Prüfkörperteils füllt, über die Arbeitsfuge bis an die Fugenabdichtung gelangen. Durch eine feste gegenseitige Vorspannung mit vier Traversenpaaren wird verhindert, dass eine durch den Wasserdruck injizierte Fugenbewegung in der Arbeitsfuge zu Undichtigkeiten führt. Der Hohlraum in der oberen Prüfkörperhälfte wird von oben durch eine Stahlplatte verschlossen. Zur Abdichtung der Fuge zwischen der Stahlplatte und dem Prüfkörper wurde eine Rollringdichtung eingebaut. An die Stahlplatte sind Leitungen zum Befüllen des Hohlraums mit Wasser und zur Regelung des Wasserüberdrucks sowie ein Manometer zur Erfassung des Innendruckes im geschlossenen Behälter angeschlossen. Kommt es zu einer Umläufigkeit der Fugenabdichtung und zu einem Wasseraustritt aus der Arbeitsfuge an der Außenseite des Prüfkörpers, so erfüllt die Fugenabdichtung nicht die Anforderungen an die Funktionsdichtigkeit. Tritt kein Wasser aus, so ist die Funktionstauglichkeit der Fugenabdichtung gegeben. Die Funktionsprüfung wurde nach den Prüfgrundsätzen „Fugenabdichtungen in Bauteilen aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand gegen drückendes und nicht drückendes Wasser und gegen Bodenfeuchtigkeit

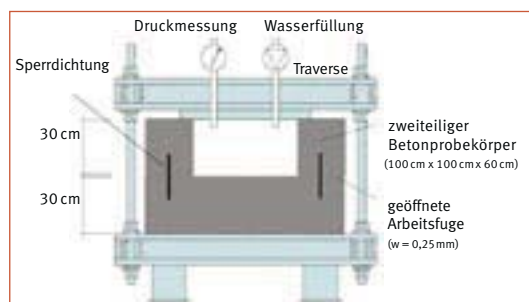


Bild 3: Versuchsaufbau für die Funktionsprüfung (Schnitt)

- Teil 1: Abdichtungen für Arbeitsfugen und Sollrisquerschnitte“ durchgeführt [4]. Der Versuchsaufbau ist in Bild 3 – 6 dargestellt.

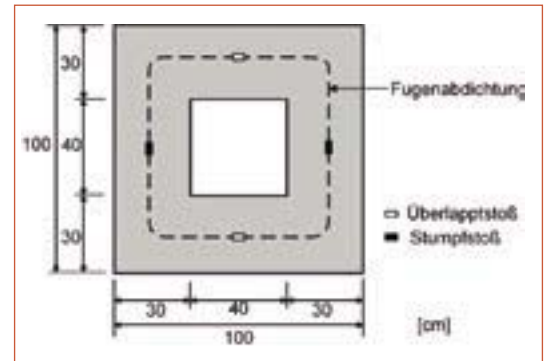


Bild 4: Versuchsaufbau für die Funktionsprüfung beim Flex 15 Q NB bzw. A 15 Q NB (Grundriss)

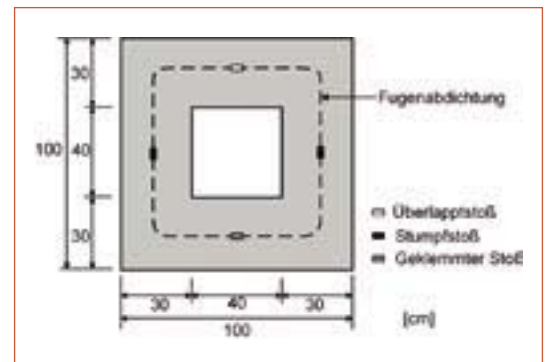


Bild 5: Versuchsaufbau für die Funktionsprüfung beim KAB 125 (Grundriss)



Bild 6: Prüfkörper in der Funktionsprüfung

Die Bilder 7 – 9 zeigen die unterschiedlichen Stoßausbildungen und beispielhaft den Fugenbandring bestehend aus einem Flex Q 15 NB (grün) und einem A Q 15 NB (schwarz) nach dem Betonieren der Bodenplatte (Bild 9) .



*Bild 7:
Geklemmter Stoß
beim KAB 125
(vor Abschneiden
der überstehenden
Enden)*

Während des Prüfzyklus, wurden in den ersten fünf Tagen Drucksteigerungen von jeweils 0,2 bar täglich bis zum Erreichen von 1 bar Wasserdruck durchgeführt. Im Anschluss daran war täglich eine Wasserdruckerhöhung in 1 bar Schritten bis zum maximalen Prüfdruck von 4 bar bzw. 5 bar vorgesehen. An Wochenenden wurde der zum Prüfzeitpunkt Freitag erreichte Prüfdruck bis jeweils Montag konstant gehalten. Der maximale Prüfdruck wurde über mehrere Tage konstant gehalten, siehe Bild 10.

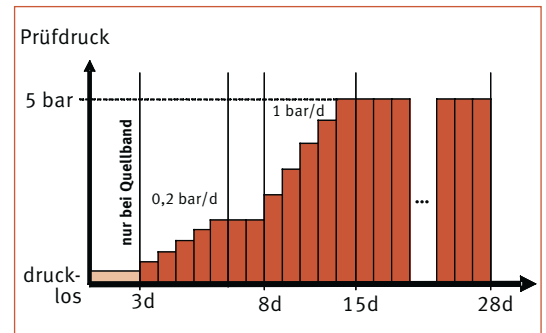


*Bild 8: Stoßstellen
des Arbeitsfugen-
bandes Flex Q 15
NB mit einem A Q
15 NB*

Während des Prüfzyklus, gemäß o. g. Prüfgrundsätze wurde bis zu dem maximalen Prüfdruck von 4,0 bar kein Wasseraustritt oder mattfeuchte Betonoberflächen im Bauteilfugenbereich festgestellt. Bild 11 zeigt beispielhaft die Arbeitsfuge des Prüfbehälters zum Ende der Prüfung beim maximalen Prüfdruck von 4,0 bar beim Flex 15 Q NB. Das Ergebnis der Prüfung ist in Tabelle 2 beispielhaft für das Flex 15 Q NB bzw A 15 Q dargestellt. Die Ergebnisse mit dem KAB 125, bei dem ein Enddruck von 5 bar versuchstechnisch gefahren wurde, zeigten vergleichbare Dichtigkeitserfolge.



Bild 9: Montierter Arbeitsfugenbandring bestehend aus einem Flex Q 15 NB (grün) und einem A Q 15 NB (schwarz) nach dem Betonieren der Bodenplatte



*Bild 10:
Druckstufen während der Versuchsdurchführung*

Versuchsdurchführung

Der Wasserdruck zur Beanspruchung des Fugenbandes wurde mit einer Einkolbenpumpe aufgebracht. Die Kontrolle des Wasserdrucks erfolgte über ein Druckmanometer. Während des Versuchs wurde der Wasserdruck stufenförmig erhöht.



Bild 11: Seitenflächen des Prüfbehälters zum Ende der Prüfung beim maximalen Prüfdruck von 4,0 bar beim Flex 15 Q NB

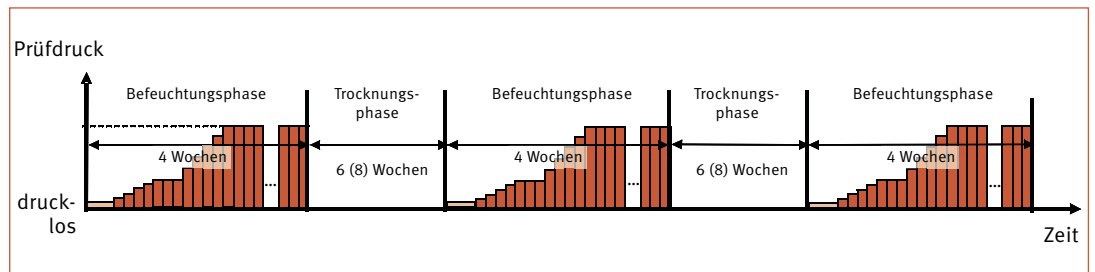


Bild 12: Druckstufen während der Versuchsdurchführung bei zyklischer Beanspruchung

In einer Fortführung der Messungen werden zukünftig die in Tabelle 1 angegebenen Kombi-Fugenbänder mit einem verbesserten Versuchsaufbau der in Bild 12 dargestellten zyklischen Beanspruchung unterzogen, um das Verhalten bei Wasserwechselbeanspruchung weiter zu untersuchen.

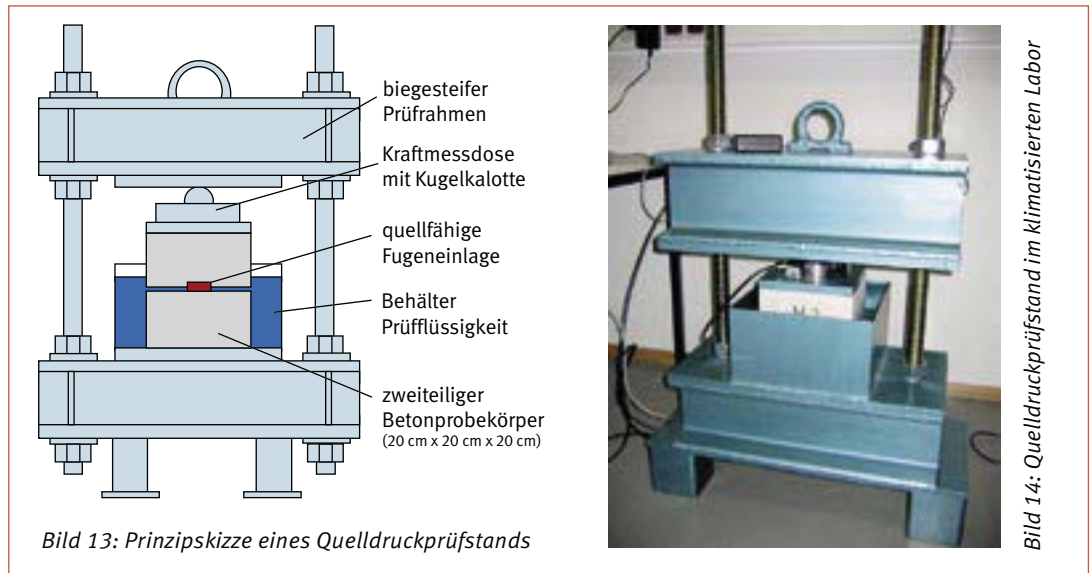
3 Quelldruckmessungen an den quellfähigen Elementen der untersuchten Kombi-Fugenbänder

Im Rahmen der Untersuchungen wurden auch Quellmessungen bei Wasserwechsellagerung sowie Quelldruckmessungen an den quellfähigen Elementen der untersuchten Kombi-Fugenbänder durchgeführt. Den Versuchsaufbau für die Quelldruckmessungen zeigen die Bilder 13 – 14. Zur Messung des Quelldrucks wurden zweiteilige Betonprüfkörper aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand mit Abmessungen von 20 cm x 20 cm x 20 cm hergestellt. Die untere 10 cm hohe Hälfte des Prüfkörpers wurde sofort nach dem Ausschalen bis zur Prüfung in Wasser bei Raumklima gelagert. Die Lagerungsdauer betrug 28 Tage. Auf der unteren Hälfte der Prüfkörper wurde vor dem Betonieren des Oberteils ein 10 cm langer Abschnitt des zu prüfenden Materials zentrisch entsprechend Herstellervorgaben befestigt. Anschließend

wurde die obere 10 cm hohe Hälfte des Prüfkörpers betoniert. Zwei Tage nach Fertigstellung des Prüfkörpers (Betonieren der oberen Hälfte) wurde die Arbeitsfuge auf 0,25 mm aufgeweitet, damit die Prüfflüssigkeit an die innenliegende quellfähige Fugeneinlage gelangen konnte. Durch das Einlegen von Stahlstreifen wurde die Fugenöffnung von 0,25 mm über den gesamten Versuchszeitraum gewährleistet. Anschließend erfolgte sofort der Einbau des Prüfkörpers in einen verformungsarmen steifen Rahmen mit Kraftmesseinrichtung sowie das Aufbringen einer Vorlast. Um das Spiel zwischen den einzelnen Teilen der Prüfeinrichtung auszuschließen und kontrollierte Anfangsbedingungen für den Versuch herzustellen, wurde eine Vorlast von 2,0 kN aufgebracht. Der Flüssigkeitsstand wurde so gewählt, dass sich der untere Prüfkörperteil und die Arbeitsfuge während der gesamten Prüfungsdauer in der Prüfflüssigkeit befanden. Die Füllhöhe des Wassers wurde regelmäßig kontrolliert und aufgefüllt. Als Prüfflüssigkeit wurde destilliertes Wasser verwendet. Die Prüfung wurde an insgesamt drei Prüfkörpern durchgeführt. Die Prüfkörper verblieben jeweils ca. 3 – 4 Monate in der Prüfeinrichtung, wobei die Werte des Quelldrucks über die gesamte Prüfdauer messtechnisch erfasst wurden.

Prüfdauer	Vorgang	aufgebrachter Wasserdruck	augenscheinlicher Befund des außenseitigen Fugenbereichs
1d bis 5d	Befüllen der Prüfvorrichtung und Erhöhen des Wasserdrucks um jeweils 0,2 bar pro Tag auf 1,0 bar	0,2 bar bis 1,0 bar	kein Wasserdurchtritt, keine sichtbaren Feuchtestellen an der Betonoberfläche
5d bis 8d	Wochenende	1,0 bar	kein Wasserdurchtritt, keine sichtbaren Feuchtestellen an der Betonoberfläche
8d bis 12d	Schrittweises Erhöhen des Wasserdrucks um ca. 1 bar pro Tag auf 4 bar	1,0 bar bis 4,0 bar	kein Wasserdurchtritt, keine sichtbaren Feuchtestellen an der Betonoberfläche
12d bis 26d	Halten des Wasserdrucks bei 4 bar	4,0 bar	kein Wasserdurchtritt, keine sichtbaren Feuchtestellen an der Betonoberfläche

Tabelle 2: Ergebnisse der Funktionsprüfung des Flex 15 Q NB bzw A 15 Q



Die Ergebnisse der Quelldruckmessung sind beispielhaft für das beim Flex 15 Q NB bzw. A 15 Q NB verwendete quellfähige Element in Bild 15 dargestellt. Der in den Prüfgrundsätzen geforderte Mindestquelldruck von 0,5 N/mm² wurde von der quellfähigen Fugeneinlage erreicht. Der maximal gemessene Quelldruck bei Einlagerung der Probekörper in destilliertem Wasser betrug 1,83 N/mm².

Nach Beendigung der Prüfung wurde die Fuge der Prüfkörper geöffnet und die quellfähige Fugeneinlage visuell begutachtet. Auffälligkeiten wie Zersetzungs- oder Auflösungserscheinungen wurden nicht festgestellt.

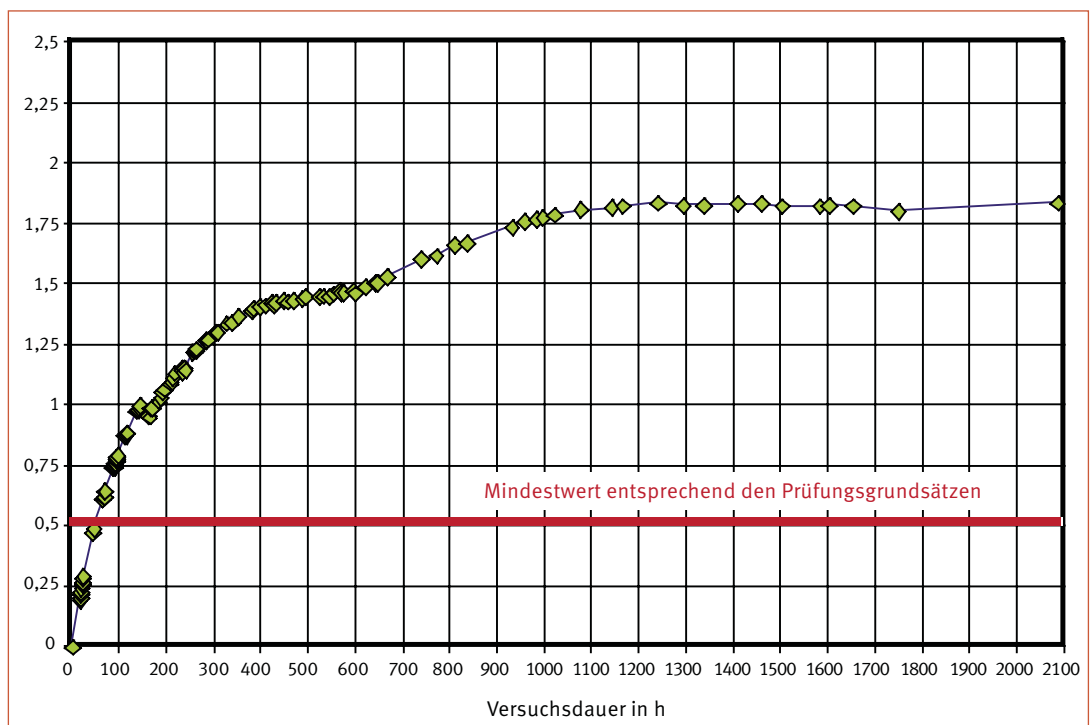


Bild 15: Quelldruckdruckentwicklung für das beim Flex 15 Q NB bzw. A 15 Q NB verwendete quellfähige Element

4 Zusammenfassung

Aufgrund der durchgeführten Prüfung an den Kombi-Fugenbändern, die auch bei einem Wasserdruck von 4 bar bzw. 5 bar die Arbeitsfuge sicher abdichteten, kann unter Ansatz eines Sicherheitsfaktors $\gamma = 2,5$ bei fachgerechtem Einbau und Betonieren von einer Funktionsfähigkeit der getesteten Kombi-Fugenbänder bis zu einem Wasserdruck von max. 1,6 bar bzw. 2,0 bar ausgegangen werden. Der Quelldruck der bei den untersuchten Kombi-Fugenbändern verwendeten quellfähigen Elemente liegt deutlich über den geforderten $0,5 \text{ N/mm}^2$. Bei den Quellversuchen unter Wasserwechselbeanspruchung zeigten die untersuchten quellfähigen Elemente auch bei zyklischer Beanspruchung ein reversibles Quellen. Sowohl die Untersuchungen der einzelnen Materialien als auch die Untersuchungen an einbetonierten Fugenbandringen werden fortgeführt. Hierzu wurde insbesondere der Prüfstand für die Funktionsprüfung modifiziert und deutlich verbessert, sodass u. a. zukünftig gleichzeitig zwei Prüfkörper untersucht werden können. Dabei sollen der Einfluss einer zyklischen Beanspruchung auf die Dichtwirkung und deren Dauerhaftigkeit näher untersucht werden.

Literatur

- [1] Hohmann, R.: Verwendung von bauaufsichtlich geregelten und ungeregelten Fugenabdichtungen. In Tagungsband zu den 3. Leipziger Abdichtungsseminar, Leipzig, 2008, S. 97 – 113
- [2] Hohmann, R.: Fugenausbildung und -abdichtung von wasserdurchlässigen Bauwerken aus Beton – neue Regelwerke setzen Maßstäbe. Sonderheft „Abdichtung“, Heft 3 (2007), S. 21 – 31
- [3] Hohmann, R.: Abdichtung bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton. 2., überarb. + erw. Auflage, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, erscheint im III. Quartal 2008
- [4] PG FBB – Prüfgrundsätze zur Erteilung von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen für Fugenabdichtungen in Bauteilen aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand gegen drückendes und nicht drückendes Wasser und gegen Bodenfeuchtigkeit – Teil 1: Abdichtungen für Arbeitsfugen und Sollrissquerschnitte. Stand Juli 2007