

Gutachten Nr. 124583

1. Ausfertigung vom 10.12.2012

Auftraggeber Max Frank GmbH & Co. KG
Mittelweg 1
94339 Leiblfing

Auftrag vom 22.10.2012 / Herr Dr. König

Inhalt des Auftrags Erweiterte Stellungnahme zur Verwendung von Schallabsorbern
aus Faserbeton mit gesintertem Blähglas in Stahlbetondecken

Schallabsorber Sorp10

Die Stellungnahme umfasst 8 Seiten.



Der Prüfbericht darf nur ungekürzt veröffentlicht werden. Die auszugsweise Wiedergabe bedarf der schriftlichen Zustimmung der Prüfanstalt. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf das geprüfte Probenmaterial.

Bearbeiter Dr.-Ing. H. Höveling Nienburger Straße 3 Telefon +49 511 762 8708
Durchwahl (05 11) 7 62 – 31 19 30167 Hannover Telefax +49 511 762 4001
E-Mail h.hoeveling@mpa-bau.de



1. Allgemeines

Der Auftraggeber hat die MPA BAU HANNOVER mit der Erarbeitung einer Stellungnahme zur Verwendung von Schallabsorbern aus Faserbeton SORP10 mit gesinterterem Blähglas in Stahlbetondecken beauftragt.

2. Literatur

- (1) Drotleff, H.; Wack, R., Leistner, P., Holm, A., Ziegler, M., Sedlbauer, K.: Integrierte Schallabsorption in thermisch aktivierten Betondecken – akustische und thermische Wirksamkeit periodischer Schallabsorberstreifen, Zeitschrift Bauphysik 33 (2011), S. 274 bis 286, Verlag Ernst & Sohn, 2011.
- (2) Normenreihe DIN EN 1992 (Ausgabe 2010/2011): Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken in Verbindung mit Normenreihe DIN EN 1992/NA (Ausgabe 2011/2012): Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken.
- (3) DBV-Merkblatt Abstandhalter nach EC2, Fassung Januar 2011, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein. e.V.
- (4) 103397 Prüfbericht MPA BAU HANNOVER, Bestimmung der Haftfestigkeit an einbetonierten Bauteilen aus Faserbeton - Schallabsorber Sorp10, Datum 25.02.2011.
- (5) 104164 Prüfbericht MPA BAU HANNOVER, Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit nach DIN EN ISO 12572 von Faserbeton – Schallabsorber Sorp10, Datum 28.01.2011.
- (6) DIN EN 12524:2000-07: Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte.
- (7) 113152 Klassifizierungsbericht MPA BAU HANNOVER, Klassifizierungsbericht Brandverhalten – Schallabsorber Sorp10, Datum 05.09.2011.
- (8) Heft 525 –Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Erläuterungen zu den Normen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045+3 und DIN 4226, 1. Auflage 2003.
- (9) Gutachtliche Stellungnahme zur Verwendung des Systems Sorp10 in Betondecken der ISG (101510) - Gesellschaft für Ingenieurbau und Systementwicklung mbH, Darmstadt vom 27.05.2011
- (10) Beratungsleistung im Rahmen von Zulassungsversuchen: Durchführung eines Brandversuchs mit Beflammung nach Einheits-Temperaturzeitkurve zur Bestimmung des zeitlichen Temperaturverlaufs von Bewehrung, die mit dem Akustikabstandhalter Sorp10 verwendet wird, Aktenzeichen 7.3 / 27080, Bundesanstalt für Materialforschung und – prüfung, 25.11.2010.

3. Ausgangssituation

Bei Gebäuden mit temperierten Decken aus Stahlbeton ergeben sich bei der Auslegung häufig Schwierigkeiten bei der gleichzeitigen Erfüllung der Anforderungen an die Temperierung (möglichst große Betonunterseite) und dem Schallschutz (möglichst schalldämmende Ein- oder Anbauten). Eine ausführliche Darstellung dieser Thematik kann der Literatur (1) entnommen werden. Der Auftraggeber hat zu dieser Fragestellung eine Produktlösung entwickelt.

Es werden nach unten offene U-Profile aus Faserbeton (Schallabsorber Sorp10) auf der Schalung fixiert und in die Decke einbetoniert. Die U-Profile sind zur Erhöhung der Schalldämmung mit gesinterterem Blähglas gefüllt. Durch den Einbau dieser U-Profile in Teilbereichen der Decke kann eine erhöhte Schalldämmung bei gleichzeitiger Temperierbarkeit der Räume erreicht werden. Im Bild 1 ist ein Schallabsorber im Querschnitt und im Bild 2 ist ein Schallabsorber aus Faserbeton mit Füllung aus gesinterterem Blähglas dargestellt.

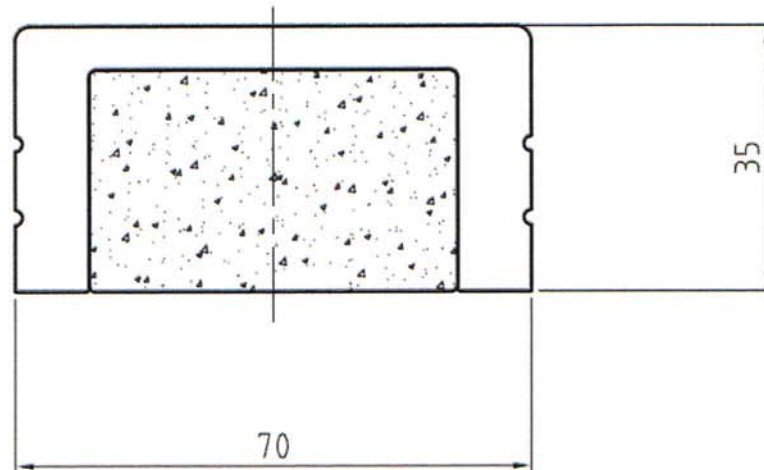


Bild 1: Schallabsorber aus Faserzement mit gesintertem Blähglas - Querschnitt



Bild 2: Schallabsorber aus Faserbeton mit gesintertem Blähglas

4. Problemstellung

Die Schallabsorber werden aus Faserbeton hergestellt. Faserbeton wird sehr häufig im Stahlbetonbau z. B. in Form von Abstandhaltern für die Bewehrung verwendet. Somit ist grundsätzlich von einer Verträglichkeit zwischen Einbauteil aus Faserbeton und Stahlbeton auszugehen.

Im Gegensatz zu vielen anderen üblichen Abstandhaltern aus Faserbeton werden die Schallabsorber nicht vollständig mit Beton umschlossen. Somit ergibt sich im Bereich der Schallabsorber eine Verringerung des Betonquerschnittes. Abstandhalter liegen dagegen quasi punktförmig bzw. linienförmig auf und sind meist vollständig mit Beton umschlossen.

In der Normenreihe DIN EN 1992 in Verbindung mit DIN EN 1992/NA - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - (2) werden allgemeine Hinweise an die Anforderungen und die Verwendung von Abstandhaltern gegeben. Für weitergehende Informationen wird auf das DBV-Merkblatt – Abstandhalter (3) verwiesen.

Nach dem DBV-Merkblatt – Abstandhalter (3) kann der Schallabsorber Sorp10 als linienförmiger Abstandhalter der Typgruppe „C2 – linienförmig befestigt“ angesehen werden. Nach Angabe des Herstellers erfüllt der Schallabsorber Sorp10 die Anforderungen der Leistungsklasse L2. Dies bedeutet die Einhaltung von erhöhten Anforderungen an die Tragfähigkeit und Kippstabilität. Darüber hinaus darf bei zementgebundenen Abstandhaltern die Maßabweichung ± 2 mm betragen. Gemäß Angaben des Herstellers liegen die festgelegten Toleranzen für Abstandhalter in der internen Werknorm der Fa. Frank bei $\pm 1,5$ mm, wobei 90 % der Werte unterhalb der Toleranz von ± 1 mm liegen müssen. Diese Maßtoleranzen werden durch Prüfvorgaben bei der Produktion geprüft und dokumentiert. Weitergehende Anforderungen ergeben sich für den geplanten Einsatzbereich der Expositionsklassen X0 und XC z. B. zur Frostbeständigkeit nicht.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass laut DBV-Merkblatt Abstandhalter (3) das Verlegen von Abstandhaltern quer zur Biegehauptspannungsrichtung der Bewehrung nur mit einer Längenbegrenzung auf max. 35 cm Länge und versetzter Anordnung zueinander zulässig ist. Die Längenbegrenzung ist nicht erforderlich, wenn die Rissbildung eine untergeordnete Rolle spielt (z. B. bei der Expositionsklasse XC1).

Aus der besonderen Einbausituation mit Verringerung des Betonquerschnittes ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Herausfallen der Einbauteile unter Normalbedingungen
- erforderliche Betondeckung zur Sicherstellung
 - der Dauerhaftigkeit
 - des Brandschutzes
 - des Verbundverhaltens
- Verhalten der Einbauteile im Brandfall

Zum Herausfallen der Einbauteile wurden praxisnahe Prüfungen durchgeführt. Die Bewertung der Betondeckung erfolgte auf Grundlage der relevanten technischen Regelwerke. Unterstützend wurden Prüfungen der Wasserdampfdurchlässigkeit an dem Faserbeton durchgeführt. Zusätzlich wurde eine Klassifizierung der Faserbetonteile in Bezug auf das Brandverhalten vorgenommen. Die Prüfergebnisse sind im Abschnitt 3 und die Bewertung der Verwendung in der Praxis kann dem Abschnitt 4 entnommen werden.

5. Prüfergebnisse

Zur Beurteilung der Einbausituation der Schallabsorber wurden praxisnahe Prüfungen zur Haftung zum umgebenden Stahlbeton durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind in unserem Prüfbericht Nr. 103397 (4) detailliert beschrieben.

Durch den Hersteller wurde ein Teil einer nachgebildeten Stahlbetondecke mit einbetonierten Schallabsorbern Sorp10 hergestellt. Der Deckenabschnitt hatte eine Dicke von 300 mm. Nach ausreichender Erhärtung sollte durch Prüfungen festgestellt werden, wie der Haftverbund zwischen Einbauteilen aus Faserbeton und Beton ist. Hierzu wurde der Betonkörper aufgetrennt und die Haftzugfestigkeit gemessen.

Bei allen Prüfungen lag die Rissfläche stets im Faserzement. Die mittlere Haftzugfestigkeit betrug $0,57 \text{ N/mm}^2$. Somit konnte nachgewiesen werden, dass der Verbund zwischen Faserbeton und Beton größer als die Zugfestigkeit des Faserzementes ist. Im Bild 2 ist der geprüfte Betonkörper dargestellt.

Weiterhin wurde an eingelieferten Proben die Wasserdampfdurchlässigkeit des Faserbetons geprüft. Die Ergebnisse werden in unserem Prüfbericht 104167 (5) wiedergegeben. Bei der Prüfung von 4 Proben nach DIN EN ISO 15272 hat sich eine mittlere Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von im Mittel 770 ergeben. Zum Vergleich wird in DIN EN 12524 (6) für Stahlbeton als Bemessungswert der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl ein Wert von 130 angegeben. Damit ist die Wasserdampfdurchlässigkeit von normalem Stahlbeton fast 6mal größer als die des Faserbetons.

Weiterhin wurde eine Klassifizierung des Schallabsorbers Sorp 10 in Bezug auf das Brandverhalten durchgeführt. Die Ergebnisse werden in unserem Klassifizierungsbericht 113152 (7) wiedergegeben. Gemäß dem Bericht kann der Schallabsorber Sorp 10 der Klasse A1 (nicht brennbar) zugeordnet werden.

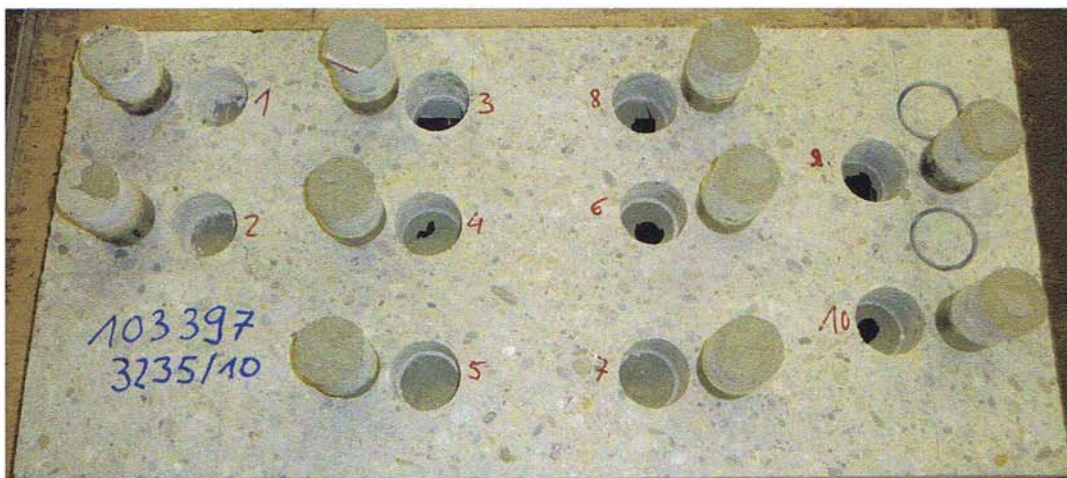


Bild 2: Prüfkörper für die Haftzugversuche nach der Prüfung

6. Bewertung für die praktische Anwendung

Für die praktische Anwendung müssen folgende Fragestellungen betrachtet werden:

- Herausfallen der Einbauteile unter Normalbedingungen
- erforderliche Betondeckung zur Sicherstellung
 - der Dauerhaftigkeit
 - des Brandschutzes
 - des Verbundverhaltens
- Verhalten der Einbauteile im Brandfall

Herausfallen der Einbauteile unter Normalbedingungen

Aufgrund der durchgeführten Versuche konnte eine sehr gute Haftung der Schallabsorber Sorp10 mit dem Beton festgestellt werden. Weiterhin werden die Einbauteile durch das Schwinden des Betons quasi eingeklemmt. Darüber hinaus werden die Einbauteile durch die seitlichen Rillen zusätzlich mechanisch am Herausfallen gehindert.

Bei sorgfältiger Verarbeitung des Betons kann das Herausfallen der Schallabsorber unter Normalbedingungen ausgeschlossen werden.

Erforderliche Betondeckung

Auf Grundlage der Normenreihe DIN EN 1992 in Verbindung mit DIN EN 1992/NA (Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken) (2) ergeben sich folgende normative Anforderungen für Innenbauteile an die Betondeckung:

Expositionsklasse XC 1 (Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte)
=> Mindestbetondeckung 10 mm + 10 mm Vorhaltemaß

Expositionsklasse XC 2 und XC 3 (feuchte Innenräume; Bauteile, zu denen Außenluft häufig Zugang hat)
=> Mindestbetondeckung 20 mm + 15 mm Vorhaltemaß

Zur Berücksichtigung von unplanmäßigen Abweichungen ist die Mindestbetondeckung durch Addition des Vorhaltemaßes bei der Bauausführung zu vergrößern.

Betondeckung zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit

Ein wesentlicher Grund für die Einhaltung der Betondeckung ist der Schutz der Bewehrung vor Korrosion. Schädliche Stoffe dringen in den Beton ein und führen zur Korrosion der Bewehrung. Für diesen Vorgang wird i. d. R. Wasser als Transportmedium gebraucht. Daher ist die notwendige Betondeckung in trockener Umgebung geringer als in feuchter bzw. nasser Umgebung. Dies gilt für die Stahlkorrosion im Hinblick auf den Angriff aus Karbonatisierung und den Chloridangriff (8). Bei der Expositionsklasse XC1 ist davon auszugehen, dass die Mindestbetondeckung nicht unbedingt zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit notwendig ist. Aufgrund der geringen Betondeckung wird es wahrscheinlich ohnehin zu einer Depassivierung der Bewehrung (Verlust des Korrosionsschutzes der Bewehrung durch das alkalische Milieu im Beton) kommen. Dieser Verlust des Korrosionsschutzes führt aber nicht zur Korrosion, da bei der Expositionsklasse XC1 die Randbedingungen für die Korrosion, insbesondere der notwendige Wasserzutritt, nicht gegeben sind.

Weiterhin kann durch den guten Verbund der Schallabsorber mit dem Beton eine Hinterläufigkeit der Einbauteile als sehr unwahrscheinlich angesehen werden. Darüber hinaus wird durch die Anordnung der Schallabsorber an der Unterseite einer Decke nie direkt Wasser anstehen. Weiterhin wies der Faserbeton eine sehr hohe Dichtigkeit (hohe Wasserdampfdurchlässigkeitswiderstandszahl) im Vergleich zum Beton auf.

Aus den dargestellten Gründen erscheint es zulässig, aus Sicht der Dauerhaftigkeit das Verlegen der Bewehrungsstäbe bei der Expositionsklasse XC1 direkt auf den Schallabsorbern zu erlauben. Bei anderen Expositionsklassen ist die genannte Mindestbetondeckung einzuhalten.

Betondeckung zur Sicherstellung des Brandschutzes

Normativ wird die Bemessung im Brandfall im Wesentlichen durch Einhaltung von Mindestabmessungen der Stahlbetonteile erreicht. Hierbei werden auch Mindestabstände der Bewehrung von der Oberfläche angegeben. In Abhängigkeit der erforderlichen Feuerwiderstandsklasse ergeben sich unterschiedlich Anforderungen. Diese Mindestwerte sind einzuhalten.

Speziell kann dem DBV-Merkblatt – Abstandhalter (3) entnommen werden:

„Besondere Anforderungen an den Werkstoff der Abstandhalter hinsichtlich des Brandschutzes sind entbehrlich. Im Falle eines Brandes schmilzt z.B. ein Abstandhalter aus Kunststoff. Die Abstandhalter haben jedoch auf Grund Ihrer Größe keinen Einfluss auf die Feuerwiderstandsfähigkeit des Bauteils.“

Bei den hier vorliegenden Schallabsorber Sorp10 aus Faserbeton konnte die Klasse A1 bzgl. des Brandverhaltens festgestellt werden. Damit erscheint es auch für diesen Fall vertretbar, die Faserzementschale bei der Einhaltung der Mindestabstände zu berücksichtigen. In (10) konnte zudem gezeigt werden, dass der Verlauf der Temperaturerhöhung im Brandfall an der Bewehrung hinter dem Sorp 10 niedriger ist als an der Bewehrung im ungestörten Beton.

Betondeckung zur Sicherstellung des Verbundes

Die erforderliche Mindestbetondeckung ist auch aufgrund des Verbundes zwischen Beton und Bewehrung erforderlich. Die geforderte Mindestbetondeckung zur Sicherstellung des Verbundes darf für nahe der Oberfläche liegende Bewehrung nicht kleiner sein als ein Stabdurchmesser. In Versuchen konnte jedoch nachgewiesen werden (siehe (9)), dass bei einer direkten Auflagerung der Hauptzugbewehrung auf die Schallabsorber weder die Tragfähigkeit noch die Gebrauchstauglichkeit des Stahlbetonbauteils beeinflusst werden. Im Bereich zwischen den Absorbern entspricht die Betondeckung der Absorberhöhe (aktuell mindestens 36 mm). Es ist daher davon auszugehen, dass der Verbund zwischen Beton und Bewehrung bei einer direkten Auflagerung der Bewehrung auf die Absorber sichergestellt ist.

Gemäß DBV-Merkblatt - Abstandhalter nach Eurocode 2 in der zum Zeitpunkt dieses Gutachtens aktuellen Fassung von Januar 2011 (3) ist das Verlegen von Abstandhaltern quer zur Biegehauptspannungsrichtung der Bewehrung bei Bauteilen in der Expositionsklasse XC1 ohne Längenbegrenzung möglich. Eine durchgehende Verlegung der Absorber über die gesamte Deckenlänge ist daher in diesem Fall zulässig.

Verhalten der Einbauteile im Brandfall

Unter dem Punkt „Verhalten der Einbauteile unter Normalbedingungen“ konnte aufgezeigt werden, dass ein Herausfallen ausgeschlossen ist. Insbesondere durch die mechanische Verankerung durch die Längsrillen kann diese Aussage auch auf den Brandfall erweitert werden.

6. Zusammenfassende Bewertung

Bei Gebäuden mit temperierten Decken aus Stahlbeton ergeben sich bei der Auslegung häufig Schwierigkeiten bei der gleichzeitigen Erfüllung der Anforderungen an die Temperierung und den Schallschutz. Der Auftraggeber hat zu dieser Fragestellung eine Produktlösung entwickelt. Es werden nach unten offene U-Profile aus Faserbeton (Schallabsorber Sorp10) auf der Schalung fixiert und in die Decke einbetoniert. Auf diese Art und Weise kann eine erhöhte Schalldämmung bei gleichzeitiger Temperierbarkeit der Räume erreicht werden.

Für die praktische Anwendung wird in diesem Gutachten zu folgenden Fragestellungen ausführlich Stellung genommen.

- Herausfallen der Einbauteile unter Normalbedingungen
Bei sorgfältiger Verarbeitung des Betons kann das Herausfallen der Schallabsorber unter Normalbedingungen ausgeschlossen werden.
- normativ vorgesehene Betondeckung
Bei der vorgesehenen Verwendung in Innenräumen sehen die technischen Regeln bei der Expositionsklasse XC1 (Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte) eine Mindestbetondeckung von 10 mm und bei der Expositionsklasse XC2 bzw. XC3 eine Mindestbetondeckung von 20 mm vor.

- Betondeckung zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit
Die Einhaltung der Mindestbetondeckung dient dem Schutz der Bewehrung vor Korrosion. Bei der Expositionsklasse XC1 ist davon auszugehen, dass die Mindestbetondeckung nicht unbedingt zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit notwendig ist. Aufgrund der geringen Betondeckung wird es wahrscheinlich ohnehin zu einer Depassivierung der Bewehrung (Verlust des Korrosionsschutzes der Bewehrung durch das alkalische Milieu im Beton) kommen. Dieser Verlust des Korrosionsschutzes führt aber nicht zur Korrosion, da bei der Expositionsklasse XC1 die Randbedingungen für die Korrosion, insbesondere der notwendige Wasserzutritt, nicht gegeben sind. Aus den dargestellten Gründen erscheint es zulässig, aus Sicht der Dauerhaftigkeit das Verlegen der Bewehrungsstäbe bei der Expositionsklasse XC1 direkt auf den Schallabsorbern zu erlauben. Bei anderen Expositionsklassen ist die genannte Mindestbetondeckung einzuhalten.
- Betondeckung zur Sicherstellung des Brandschutzes
Gemäß dem DBV-Merkblatt – Abstandhalter (3) haben Abstandhalter auf Grund ihrer Größe keinen Einfluss auf die Feuerwiderstandsfähigkeit des Betonbauteils. Zusätzlich konnte für den Sorp10 die Klasse A1 (höchste Klasse) festgestellt werden. In (10) konnte zudem gezeigt werden, dass der Verlauf der Temperaturerhöhung im Brandfall an der Bewehrung hinter dem Sorp 10 niedriger ist als an der Bewehrung im ungestörten Beton.
- Betondeckung zur Sicherstellung des Verbundverhaltens
Die erforderliche Mindestbetondeckung ist auch aufgrund des Verbundes zwischen Beton und Bewehrung erforderlich. In Versuchen konnte jedoch nachgewiesen werden (siehe (9)), dass bei einer direkten Auflagerung der Hauptzugbewehrung auf die Schallabsorber weder die Tragfähigkeit noch die Gebrauchstauglichkeit des Stahlbetonbauteils beeinflusst werden.
- Verhalten der Einbauteile im Brandfall
Insbesondere durch die mechanische Verankerung durch die Längsrillen kann diese Aussage auch auf den Brandfall erweitert werden.


SCHLUSSBEMERKUNG

Bei der Expositionsklasse XC1 erscheint das Verlegen der Bewehrung direkt auf den Schallabsorbern ausreichend zur Erfüllung der technischen Anforderungen. Bei anderen Expositionsklassen muss die normativ vorgegebene Mindestbetondeckung eingehalten werden.

Hannover, 10. Dezember 2012

Leiter der Prüfstelle

Sachbearbeiter



(Univ.-Prof. Dr.- Ing. L. Lohaus)



(Dr.-Ing. H. Höveling)

Prüfbericht Nr. 103397

1. Ausfertigung vom 23.02.2011

| | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Auftraggeber | Max Frank GmbH & Co. KG Mittelweg 1 94339 Leiblfing |
| Auftrag vom | 27.08.2010 / Herr Wittmann |
| Inhalt des Auftrags | Bestimmung der Haftfestigkeit an einbetonierten Bauteilen aus Faserzement Schallabsorber Sorp10 |

Der Prüfbericht umfasst 6 Seiten.

Das Versuchsmaterial ist verbraucht.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt veröffentlicht werden. Die auszugsweise Wiedergabe bedarf der schriftlichen Zustimmung der Prüfanstalt. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf das geprüfte Probenmaterial.

1. Allgemeines

Der Auftraggeber hat die MPA BAU HANNOVER mit der Bestimmung der Haftfestigkeit an einbetonierten Bauteilen aus Faserzement (Schallabsorber Sorp10) beauftragt. Zusätzlich sollte die Druckfestigkeit des verwendeten Betons an ebenfalls eingelieferten Würfeln aus Beton nach DIN EN 12390-2 geprüft werden. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der o. g. Prüfungen wiedergegeben.

2. Einlieferung

Am 29.09.2010 durch den Paketdienst DHL:

- 1 Stück Betonblock, Abmessungen 830 mm x 400 mm x 300 mm
mit vier einbetonierten Schallabsorbern Sorp10 (siehe Bild 1 u. 2 in der Anlage)
- 3 Stück Würfel mit den Abmessungen l / b / h = ca. 200 mm / 200 mm / 200 mm

3. Prüfungen und Ergebnisse

3.1 Bestimmung der Druckfestigkeit

Nach Einlieferung lagerten die Betonwürfel bis zur ihrer Prüfung im Klimaraum bei 20 °C / 65 %. Die Druckfestigkeit wurde nach DIN EN 12390-3:2009-07 im Alter von 55 Tagen zum Zeitpunkt der Prüfung der Haftzugfestigkeit bestimmt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tafel 1 wiedergegeben.

Tafel 1: Ergebnisse der Druckfestigkeit

| Probe Nr. | Länge mm | Breite mm | Höhe mm | Masse kg | Rohdichte kg/m ³ | Bruch kN | Druckfestigkeit *) | | |
|---------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | | | | | f _{c,dry, 200} | f _{c,cube, 200} | f _{c,cube, 150} |
| | | | | | | | N/mm ² | | |
| 1 | 200 | 202 | 202 | 18,63 | 2,29 | 1250 | 31,0 | 28,5 | 30,0 |
| 2 | 200 | 201 | 202 | 18,95 | 2,34 | 1283 | 31,9 | 29,4 | 30,9 |
| 3 | 200 | 201 | 199 | 18,64 | 2,33 | 1310 | 32,7 | 30,1 | 31,6 |
| Mittel | — | — | — | — | 2,32 | — | 31,9 | 29,3 | 30,9 |

*) Umrechnungsfaktor Kantenlänge 200mm -> 150 mm: 1,053 (entnommen aus DIN 1045:1988)

3.3 Bestimmung der Haftzugfestigkeit

Für die Prüfung der Haftzugfestigkeit wurde aus dem zur Verfügung gestellten Betonblock der untere, die Profile enthaltene Bereich, in einer Stärke von 80 mm abgetrennt. An zehn Stellen wurden mittels einer Bohrkronen Ringnuten mit einem Durchmesser von 50 mm von oben durch den Beton bis in das Faserbetonprofil gebohrt (vgl. Bild 3 in der Anlage) Die Probestellen 1 und 2 wurden trocken gebohrt, alle folgenden nass gebohrt. Anschließend wurde auf den Prüfstempel Kleber aufgetragen und auf die Betonprüffläche aufgesetzt. Für die Versuche wurde Zweikomponenten-Haftzugkleber MC-Quicksolid der Fa. MC-Bauchemie, Bottrop verwendet. Nach der vom Hersteller angegebener Aushärtezeit wurden mit einem handgesteuerten Haftzuggerät Z15 der Fa. Proceq die Proben bis zum Bruch belastet. Die Ergebnisse der Prüfung der Haftzugfestigkeit sind in der nachfolgenden Tafel 2 zusammengestellt. Die Bruchbilder sind im Bild 4 im Anhang dargestellt.

Tafel 2: Haftzugfestigkeit

| Probe | Kraft in kN | Haftzugfestigkeit | Abriss | |
|---------------|-------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 1,62 | 0,82 | im Faserbeton / im Beton | Herstellungsdatum: 20.08.2010 Prüfdatum: 14.10.2009 Laborant: Schneider |
| 2 | 0,90 | 0,46 | im Faserbeton | |
| 3 | — | — | Durchbruch | |
| 4 | 1,08 | 0,55 | im Faserbeton | |
| 5 | 1,58 | 0,79 | im Faserbeton | |
| 6 | 0,84 | 0,43 | im Faserbeton z.T. Durchbruch | |
| 7 | 1,11 | 0,56 | im Faserbeton | |
| 8 | 0,93 | 0,47 | im Faserbeton, z.T. Durchbruch | |
| 9 | — | — | Durchbruch | |
| 10 | 0,92 | 0,47 | im Faserbeton z.T. Durchbruch | |
| Mittel | | 0,57 | | |

Hannover, 23. Februar 2011

Leiter der Prüfstelle
Im Auftrag

(Dr.-Ing. H. Höveling)

Anlage

Bild 1: Faserbeton-Profil



Bild 2: Detailskizze

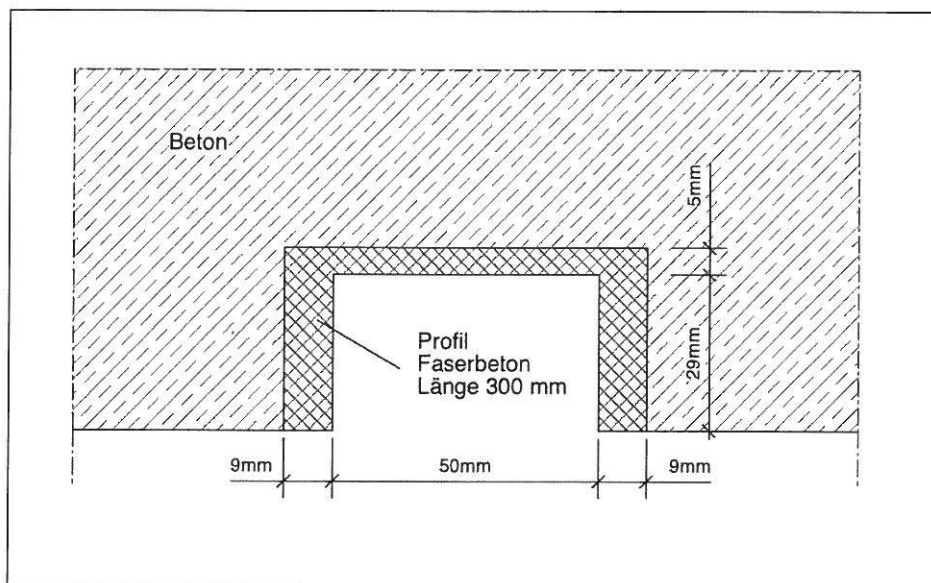


Bild 3: Prüfung der Haftzugfestigkeit

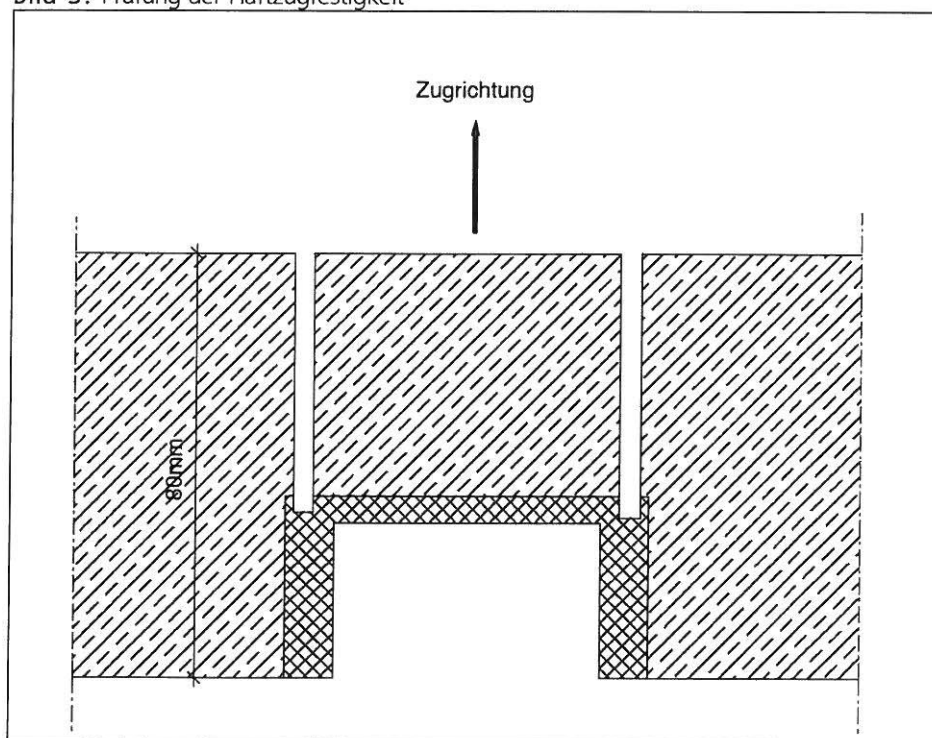
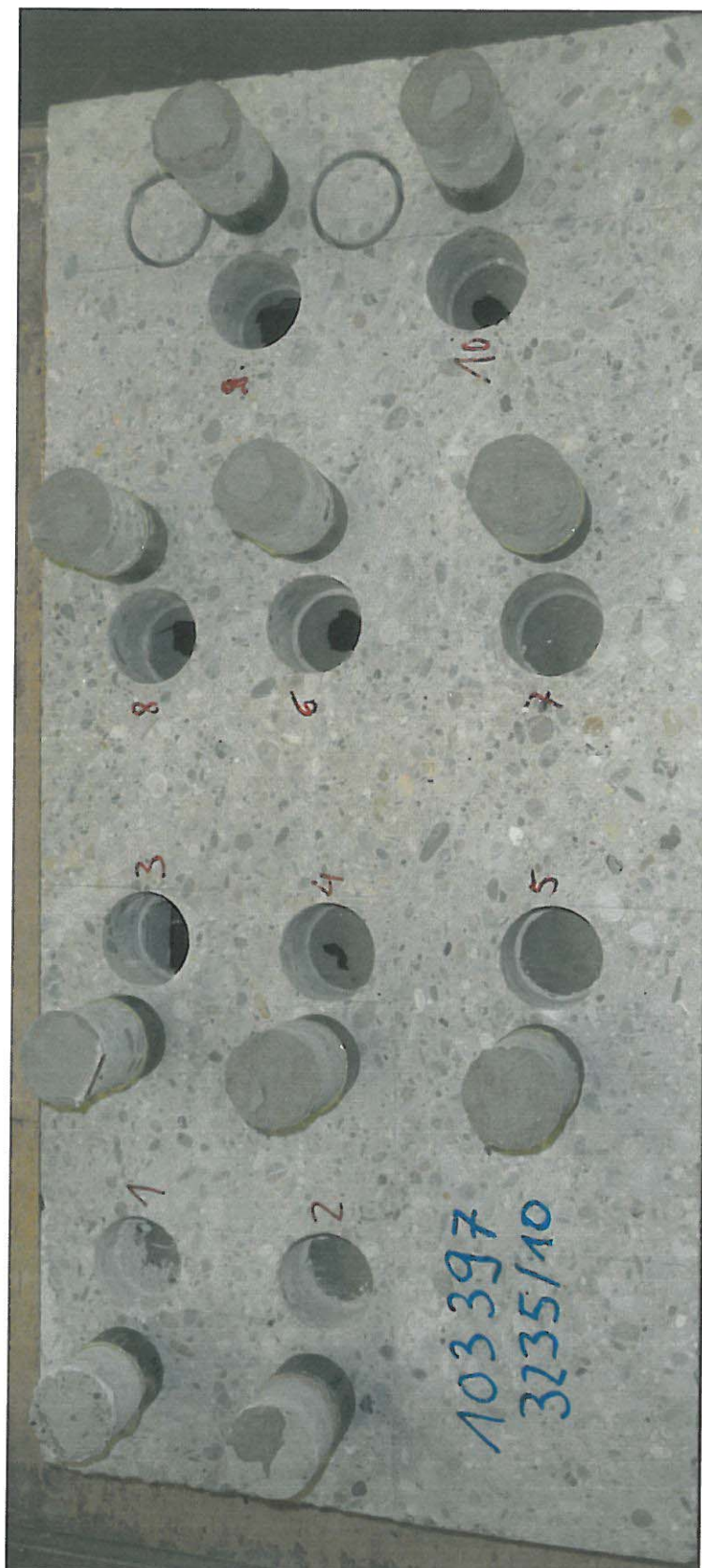


Bild 4: Haftzugversuch: Bruchbild



Prüfbericht Nr. 104164

1. Ausfertigung vom 28.01.2011

| | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Auftraggeber | Max Frank GmbH & Co. KG Mitterweg 1 94339 Leiblfing |
| Auftrag vom | 27.08.2010 - Wi |
| Inhalt des Auftrags | Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit nach DIN EN ISO 12572 von Faserzement |

Der Prüfbericht umfasst 2 Seiten.

Das Probenmaterial ist verbraucht.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt veröffentlicht werden. Die auszugsweise Wiedergabe bedarf der schriftlichen Zustimmung der Prüfanstalt. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf das geprüfte Probenmaterial.

1 Probematerial

Eingeliefert am 29.09.2010 durch Paketdienst:

6 Faserzementplatten, Abmessungen 500 mm x 100 mm x 19 mm

Aus den Platten wurden 5 kreisrunde Proben mit einem Durchmesser von 80 mm herausgesägt. Eine Probe wurde als Blindprobe ohne Trocknungsmittel verwendet.

2 Prüfung

Die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit wurde nach DIN EN ISO 12572:2001-09 durchgeführt. Die Prüfung erfolgte im Klimaraum bei $(23 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 2) \%$ rel. Luftfeuchte im Zeitraum vom 10.11.2010 bis 24.01.2011. Das verwendete Sorbens für die niedrige Luftfeuchte war Blaugel. Die Abmessungen der Proben sind in Tafel 1, die Ergebnisse in Tafel 2 zusammengestellt.

Tafel 1: Angaben über die Proben

| Probe | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Dicke | mm | 19,9 | 19,7 | 19,5 | 19,7 |
| Durchmesser | mm | 80,2 | 80,3 | 81,9 | 84,8 |
| Masse | g | 219,0 | 228,5 | 228,7 | 237,6 |
| flächenbezogene Masse | kg/m ² | 43,3 | 45,1 | 43,5 | 42,1 |
| Rohdichte | kg/dm ³ | 2,18 | 2,29 | 2,23 | 2,14 |
| Prüffläche | cm ² | 44,2 | 44,2 | 44,2 | 44,2 |

Tafel 2: Ergebnis der Prüfung

| Probe | | 1 | 2 | 3 | 4 | Mittel |
|----------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Diffusionsstrom G | mg/h | 0,291 | 0,311 | 0,250 | 0,302 | 0,289 |
| Wasserdampf-diffusionswiderstandszahl μ | — | 751 | 711 | 892 | 732 | 772 |
| diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d | m | 14,9 | 14,0 | 17,4 | 14,4 | 15,2 |

Hannover, 28. Januar 2011
 Leiter der Prüfstelle
 In Vertretung

(ORR Dipl.-Phys. Hurling)