

Gutachtliche Stellungnahme zur Verwendung des Systems Sorp10 in Betondecken

BETREFF: Begutachtung des Einsatzes der
FRANK Absorberelemente Sorp10
in Betondecken

AUFTRAGGEBER: Max Frank GmbH & Co. KG
Mitterweg 1
94339 Leibl fing

AUFSTELLER: Prof. Dr.-Ing. Jörg Reymendt
ISG - Gesellschaft für Ingenieurbau
und Systementwicklung mbH
Schottener Weg 8
64289 Darmstadt

PROJEKNUMMER: 101510

UMFANG DER STELLUNGNAHME: 17 Seiten

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag und Veranlassung	3
2	Unterlagen.....	4
3	Systembeschreibung	5
4	Versuchsbeschreibung	6
4.1	Probekörper und Versuchsaufbau	6
4.2	Versuchsprogramm	9
5	Versuchsergebnisse	10
5.1	Rissbilder.....	10
5.2	Verformungen im Gebrauchszustand	12
5.3	Beurteilung der Traglast	14
6	Beurteilung und Empfehlungen zur Verwendung	16
6.1	Verwendung Sorp10 in der Zugzone	16
6.2	Einsatz Sorp10 in der Druckzone.....	16
6.3	Verwendung Sorp10 bei Fertigteildecken mit Aufbeton.....	16
6.4	Verwendung Sorp10 bei Spannbetondecken.....	16
7	Zusammenfassung	17

1 Auftrag und Veranlassung

Die Firma Max Frank plant den Vertrieb von sogenannten Absorberelementen in Betondecken. Die Elemente dienen zur Schallabsorption und sollen bei Betondecken ohne weiterer Deckenverkleidung den Schallpegel und die Schallreflexionen in betroffenen Räumen nachhaltig reduzieren und somit einen positiven Einfluss auf die Raumnutzung haben.

Die vorliegende gutachtliche Stellungnahme betrachtet die statische Verwendbarkeit und eventuelle Beeinflussung der Absorberelemente auf die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von einachsig und zweiachsig gespannten Betondecken im üblichen Hochbau.

Zur Beurteilung wurden hierzu eigens Versuche durchgeführt. Anhand der Auswertung der Versuchsergebnisse können eine Aussage über die Verwendbarkeit sowie Empfehlungen für den Einsatz erstellt werden.

2 Unterlagen

- [U1] Geometrieangaben FRANK Absorber; Fa. Max Frank GmbH & Co. KG, Leibfing
- [U2] Prüfplan Absorber vom 24.11.2010; ISG Ingenieure, Darmstadt
- [U3] DIN 1045-1 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [U4] Versuchsergebnisse FRANK Absorber; Fa. PECA, Pressig

3 Systembeschreibung

Das System Sorp10 dient zur Reduzierung der Schallreflexionen an den Unterseiten von Betondecken. Hierzu werden die leistenförmigen Elemente vom Typ Sorp10 vor Herstellung auf die Deckenschalung verlegt, ähnlich den bekannten leistenförmigen Abstandhaltern.

Die rechteckigen Elemente bestehen aus einer U-förmigen Faserbetonschale, die mit einer offenporigen Füllung versehen ist. Durch die nach unten ausgerichtete Füllung des Elements entsteht eine Schalldämmwirkung in Räumen ohne abgehängter Decke. Das Element hat eine Querschnittsabmessung von 70mm x 35mm bei einer Schalendicke von 7mm bis 9mm und einer Länge von 1000mm.

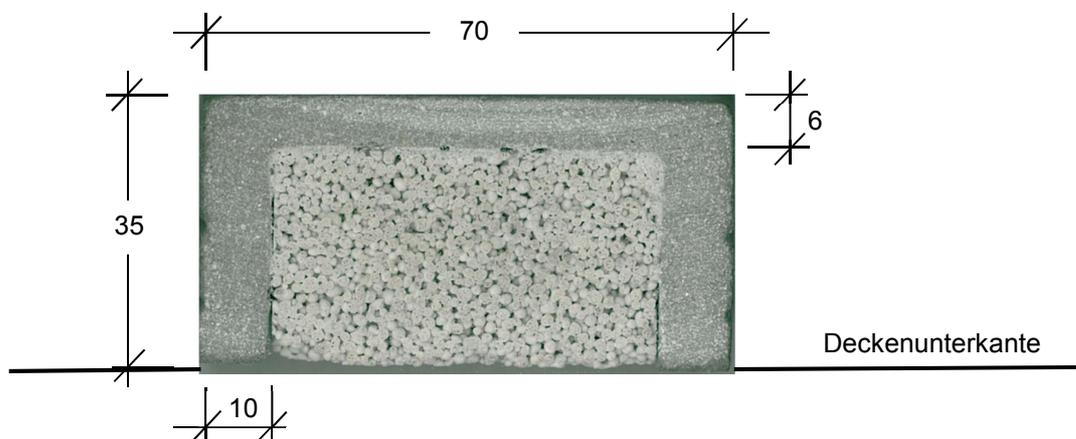


Bild 1 Schnitt durch das Absorbersystem Sorp10

Durch die Bauhöhe von 35mm kann bei einer gleichwertigen Betonüberdeckung gleichzeitig als Abstandhalter für die untere Bewehrungslage der Decken verwendet werden.

Um eine eventuelle Beeinträchtigung der Tragfähigkeit bzw. der Gebrauchstauglichkeit der Decke beim Einsatz von Sorp10 – Elementen ausschließen zu können, wurden zwei Laborprüfungen als vergleichender Versuch durchgeführt. Dabei wurden zwei Stahlbeton- Deckenstreifen auf Biegung beansprucht und die Ergebnisse gegenübergestellt:

Versuchskörper 1	Stahlbeton-Deckenstreifen ohne Absorberelemente.
Versuchskörper 2	Stahlbeton-Deckenstreifen mit 2 eingebauten Absorberelementen,

4 Versuchsbeschreibung

4.1 Probekörper und Versuchsaufbau

Zur Untersuchung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Decken mit Absorberelementen wurden zwei bewehrte Deckenstreifen als Probekörper hergestellt. In Tabelle 1 sind die Probekörperabmessungen, Betoneigenschaften und Bewehrung dargestellt.

Versuch Nr.	V1	V2
Versuchskörper Nr.	V46-1	V46-2
Anzahl Absorber	keine	2 Stück quer zur Spannrichtung
Geometrie Probekörper		
L/B/H	3080mm x 1000mm x 180mm	3080mm x 1000mm x 180mm
Spannweite zw. Auflager	2900mm	2900mm
Lasteinleitung	Feldmitte als Linienlast quer zur Spannrichtung	Feldmitte als Linienlast quer zur Spannrichtung
Betonstahl	BSt 500B	BSt 500B
Längsbewehrung (Biegezug)	8 \emptyset 10 = 6,28 cm ²	8 \emptyset 10 = 6,28 cm ²
Betonüberdeckung	35 mm (Kunststoffleisten)	35 mm (Höhe Sorp10)
Herstellung		
Herstelldatum	13.04.2011	13.04.2011
Zielbetondruckfestigkeit	$f_{ck} \geq 30$ N/mm ²	$f_{ck} \geq 30$ N/mm ²
Zement	CEM II /A-S	
Ausbreitmaß	430 mm	
Prüfung		
Versuchsdatum	28.04.2011	vom 21.04. bis 28.04.2011
Datum Würfeldruckfestigkeitsprüfung	21.04.2011 (8 Tage)	$f_{ck,cube} = 35,2$ N/mm ²
	28.04.2011 (15 Tage)	$f_{ck,cube} = 38,7$ N/mm ²

Tabelle 1 Daten der Versuchskörper

Der Versuchskörper V2 wurde 8 Tage nach Herstellung am 21.04.2011 im Versuchsstand eingebaut und das Versuchsprogramm durchgeführt. Die Belastung erfolgte als Dreipunktlast mit äußeren Auflagern und mittlerer Einzellast (vgl. Bild 2). Der Probekörper V1 wurde direkt nach Beendigung der Versuche V2 am 28.04.2011 in den Versuchsstand eingebaut und geprüft.

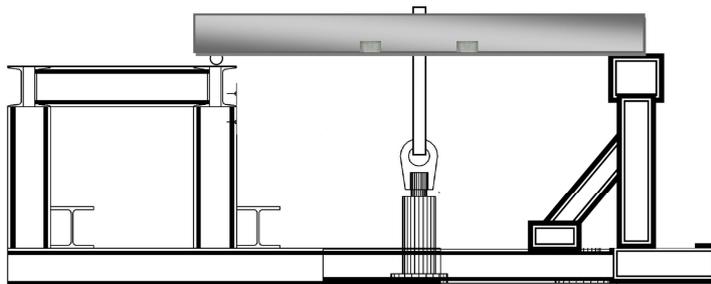
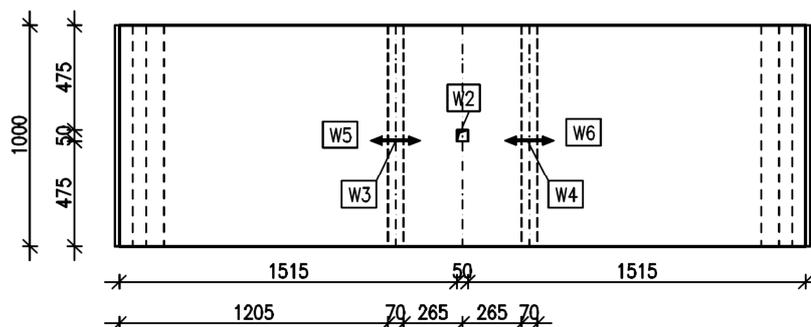


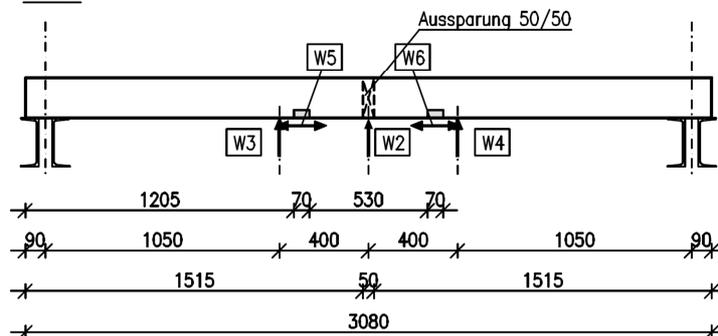
Bild 2 Versuchsaufbau (Ansicht) mit Lasteinleitung in Feldmitte (Zuglast)

Zur Protokollierung der Verformungen wurde der Probekörper mit Wegaufnahmen bestückt (Bild 3). Zusätzlich wurde die Pressenkraft mittels Kraftmessdose gemessen.

Draufsicht



Ansicht



W2 bis W5 Wegaufnehmer max=25mm Messstrecke

Bild 3 Messeinrichtungen an den Versuchskörpern

Beim Versuchskörper V2 wurden die Absorber in einem lichten Abstand von 530 mm in Feldmitte angeordnet (siehe Bild 3 und Bild 4). Am Versuchskörper V1 wurden Kunststoffleisten als Abstandhalter $c = 35$ mm verwendet und exakt an gleicher Stelle eingebaut. Die Lage der Kunststoffleisten wurde an der Bauteilaußenseite markiert.



Bild 4 Versuchskörper mit Sorp10 vor der Betonage

4.2 Versuchsprogramm

Um ein genaues Verhalten der Absorberelemente Sorp10 auch nach hoher Lastwechselzahl zu erhalten, wurde der Prüfkörper V2 mit den Absorberelementen vor der eigentlichen Vergleichsprüfung bis zum Versagen des Prüfkörpers am 28.04.2011 ab dem 21.04.2011 mit 20.000 Lastwechseln in den Grenzen zwischen 30% und 60% der rechnerischen Traglast (Bruchlast) des Bauteils beansprucht. Durch die Lastwechsel sollte festgestellt werden, ob sich der Absorber vom Beton ablöst bzw. verschiebt. Jeder Lastwechsel dauerte dabei ca. 20 Sekunden. Anschließend wurden vom Probekörper alle Wegaufnehmer mit Ausnahme der Durchbiegung in Feldmitte entfernt und der Probekörper nach weiteren 5 Lastwechseln bis zum Versagen belastet.

Der Versuchskörper V1 (ohne Absorber) wurde direkt nach Beendigung des Versuchs V2 in den Prüfstand eingebaut und mit einem Wegaufnehmer in Feldmitte ausgerüstet. Dieser Probekörper wurde direkt mit 5 Lastwechseln in den beschriebenen Grenzen sowie anschließendem Belasten bis zum Versagen beansprucht.

Das gesamte Versuchsprogramm ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Datum	Versuchskörper	Versuchsprogramm
21.04.2011	V2 (V46-2) mit Absorber	Schrittweise Belastung des Probekörpers bis zum Erreichen der Streckgrenze der Bewehrung (ca. 56 kN Pressenkraft)
21.04.2011 bis 26.04.2011	V2 (V46-2) mit Absorber	Zyklische Belastung mit 20.000 Lastwechsel zwischen 30% und 60% der rechnerischen Traglast, entspricht ca. 15 kN bis ca. 36 kN Pressenkraft
28.04.2011	V2 (V46-2) mit Absorber	5 Lastwechsel zwischen 30% und 60% der rechnerischen Traglast
28.04.2011	V2 (V46-2) mit Absorber	Belastung beginnend mit 0 kN Pressenkraft in 5 kN –Schritten bis zum Versagen des Probekörpers
28.04.2011	V1 (V46-1) ohne Absorber	Belastung beginnend mit 0 kN Pressenkraft in 5 kN –Schritten bis zum Versagen des Probekörpers

Tabelle 2 Versuchsprogramm

5 Versuchsergebnisse

5.1 Rissbilder

Während der Versuche wurden nach jeder Laststufe neu aufgetretene Risse markiert. Ferner wurde das Messsignal aller Wegaufnehmer sowie die Pressenkraft an der Lasteinleitung mit einem Messrechner protokolliert.

Bereits bei der Laststufe von 15 kN bis 20 kN (ca. 35% der Versagenslast) traten an beiden Versuchskörpern die ersten Risse auf. Die Risstiefen konnten bei beiden Versuchskörpern bis zu einer verbleibenden Druckzonenhöhe von ca. 15 mm verfolgt werden (maximal 165 mm Risstiefe). Die rechnerische Druckzonenhöhe liegt bei ca. 12 mm, was gut mit den Versuchsergebnissen übereinstimmt.

Das Rissbild zeigte sich bei beiden Versuchskörpern sehr gleichmäßig verteilt, die größte Rissbreite konnte direkt unter der Lasteinleitung gemessen werden.

Die folgenden Abbildungen zeigen Versuchskörper sowie Kerbrisse am Absorber Sorp10 (V2) und am Kunststoffabstandhalter (V1).



Bild 5 Probekörper V2 mit Sorp10 nach durchgeführtem Versuch bis zum Versagen.

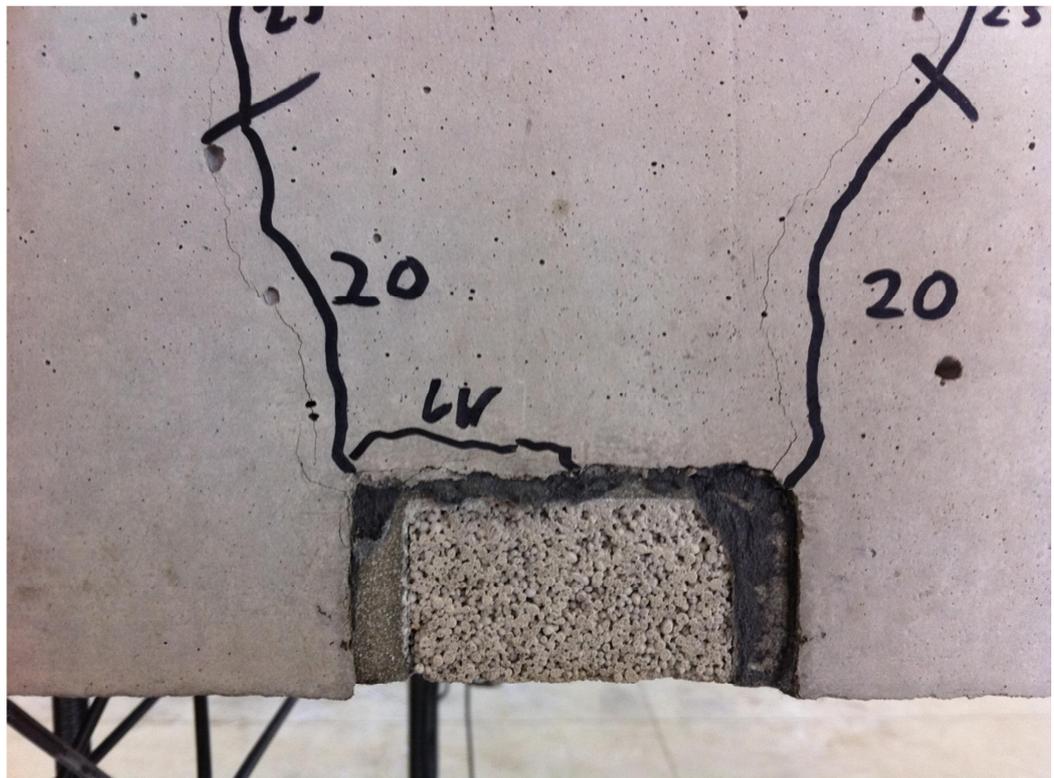


Bild 6 Rissbildung V2 an den Ecken des Sorp10-Elements infolge Kerbspannungen

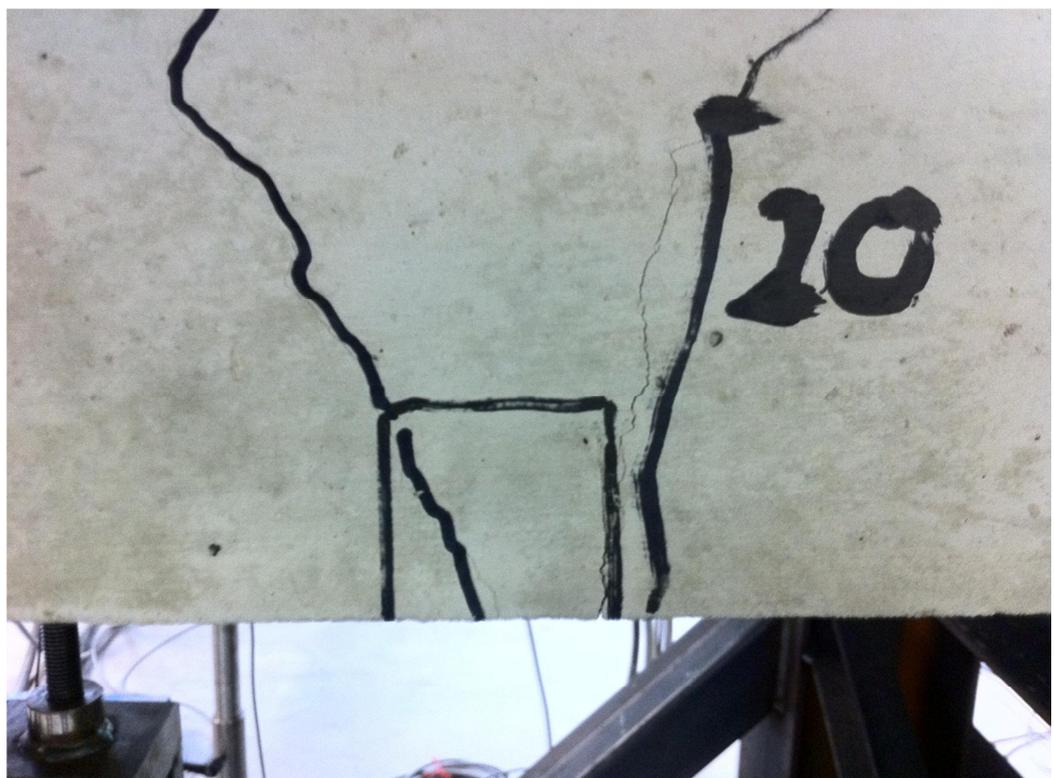


Bild 7 Rissbildung V1 an den Ecken der Kunststoff-Abstandhalter infolge Kerbspannungen

5.2 Verformungen im Gebrauchszustand

Während der Versuchsdurchführung der Lastwechsel wurden am Probekörper V2 (mit Sorp10) kontinuierlich die Verformungen an insgesamt 5 Positionen gemessen:

- Vertikale Verformung in Feldmitte (W2)
- Vertikale Verformung unterhalb der Absorber (W3 und W4)
- Horizontale Verformung unterhalb der Absorber (W5 und W6)

Ein Ablösen bzw. Lockern des Absorberelements im Deckenquerschnitt konnte nicht beobachtet werden. Die Messergebnisse aller Versuche am Probekörper V2 sind in den folgenden Diagrammen (Last-Weg) dargestellt.

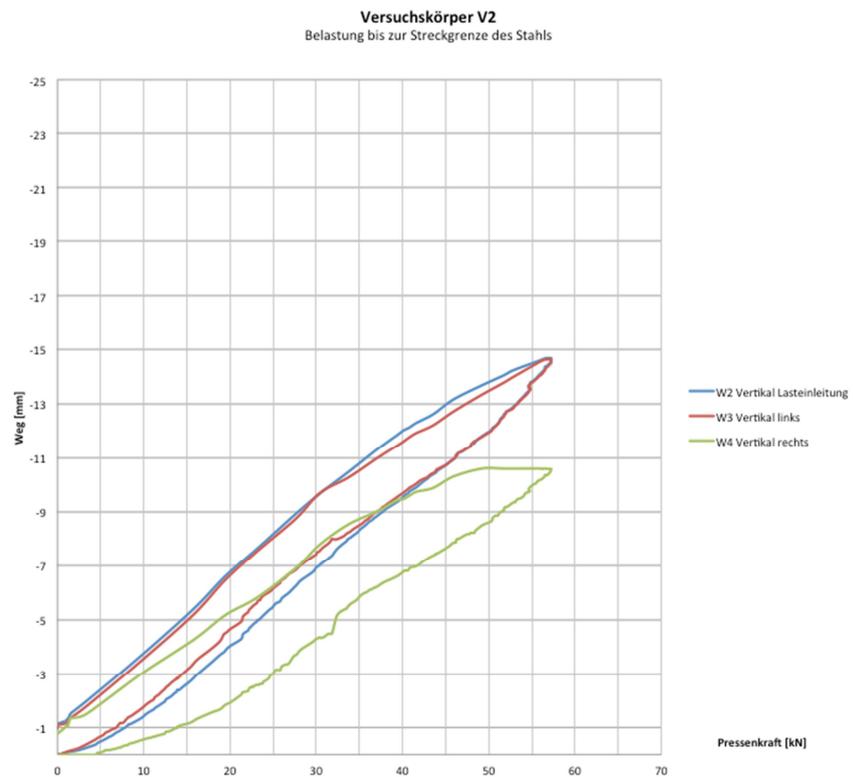


Bild 8 Verformungen vertikal Versuchskörper V2 (mit Absorber), erste Belastung bis zum Erreichen der Streckgrenze des Stahls

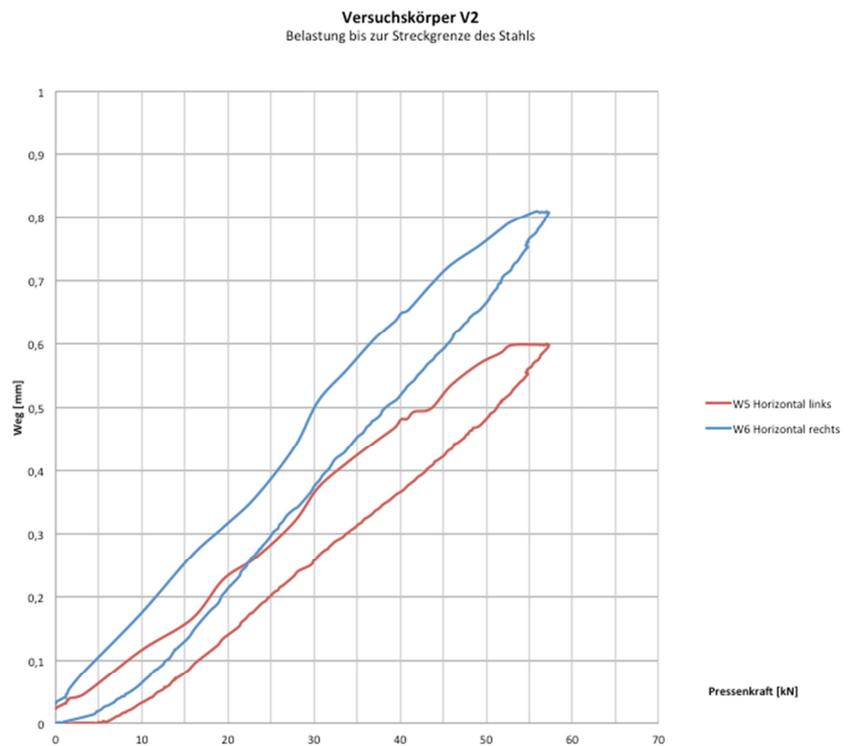


Bild 9 Verformungen Versuchskörper V2, horizontal über den Absorbern gemessen, Belastung bis zum Erreichen der Streckgrenze des Stahls

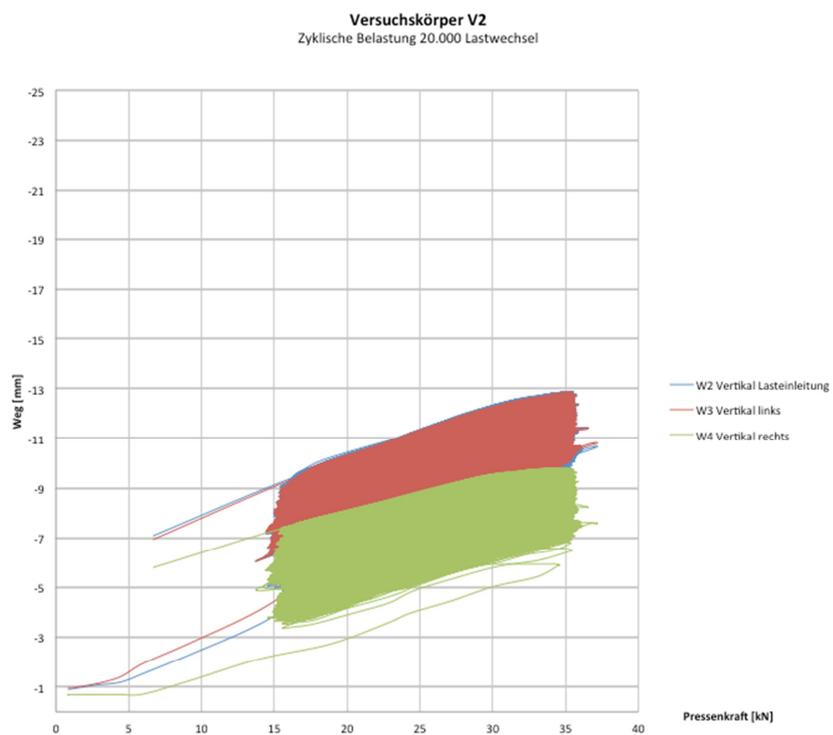


Bild 10 Verformungen vertikal Versuchskörper V2 (mit Absorber), zyklische Belastung mit 20.000 Lastwechsel im Bereich zwischen 15 kN und 35 kN Pressenkraft

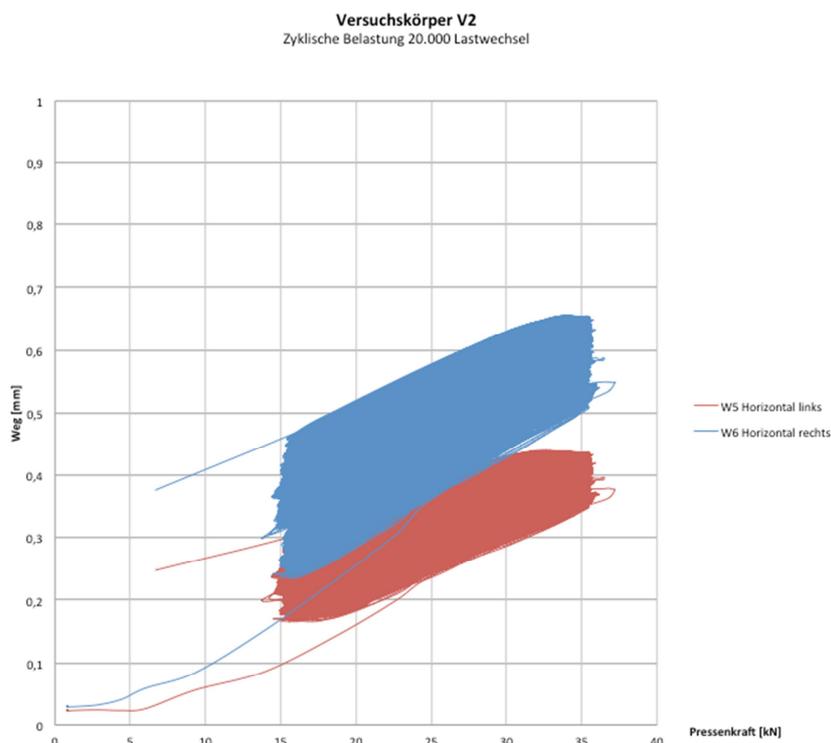


Bild 11 Verformungen Versuchskörper V2 (mit Absorber), horizontal über den Absorbern gemessen, zyklische Belastung mit 20.000 Lastwechsel im Bereich zwischen 15 kN und 35 kN Pressenkraft

5.3 Beurteilung der Traglast

Um im direkten Vergleich die Traglast der Deckenstreifen zwischen den Systemen ohne und mit Absorber feststellen zu können, wurden beide Systeme abschließend bis zur Traglast des Versuchskörpers belastet. Nach Beendigung der zyklischen Versuche am Versuchskörper V2 wurden hier die Wegaufnehmer W2 bis W6 entfernt und bei dem Versuch bis zum Erreichen der Traglast nur noch in vertikaler Richtung in Feldmitte von oben die Verformungen gemessen. Da bei dem Versuchskörper V1 (ohne Sorp10) nur die Traglast (ohne Lastspiele) untersucht wurde, wurden hier nur die vertikalen Verformungen, ebenfalls an gleicher Stelle in Feldmitte aufgezeichnet.

Die Last wurde abschließend in 5 kN-Schritten stufenweise aufgebracht, bis ein Fließen der Bewehrung durch Zunahme des Wegs bei gleichzeitigem stagnieren der Pressenkraft festgestellt werden könnte. Ein Ablösen bzw. Lockern des Absorberelements im Deckenquerschnitt bei Versuchskörper V2 konnte auch jetzt nicht beobachtet werden.

In Bild 12 ist das Last-Weg-Diagramm zu den Traglastversuchen beider Versuchskörper dargestellt. Das Versagen ist bei der planmäßigen rechnerischen Traglast eingetreten. Die geringfügige geringere Fließgrenze beim Versuchskörper V2 ist auf die hier zuvor durchgeführten 20.000 Lastwechsel zurückzuführen. Die Verformungen im ansteigenden sowie absteigenden Lastpfad liegen für beide Versuchskörper nahezu identisch aufeinander. Die Versuchskörper zeigen beide identische Traglasteigenschaften.

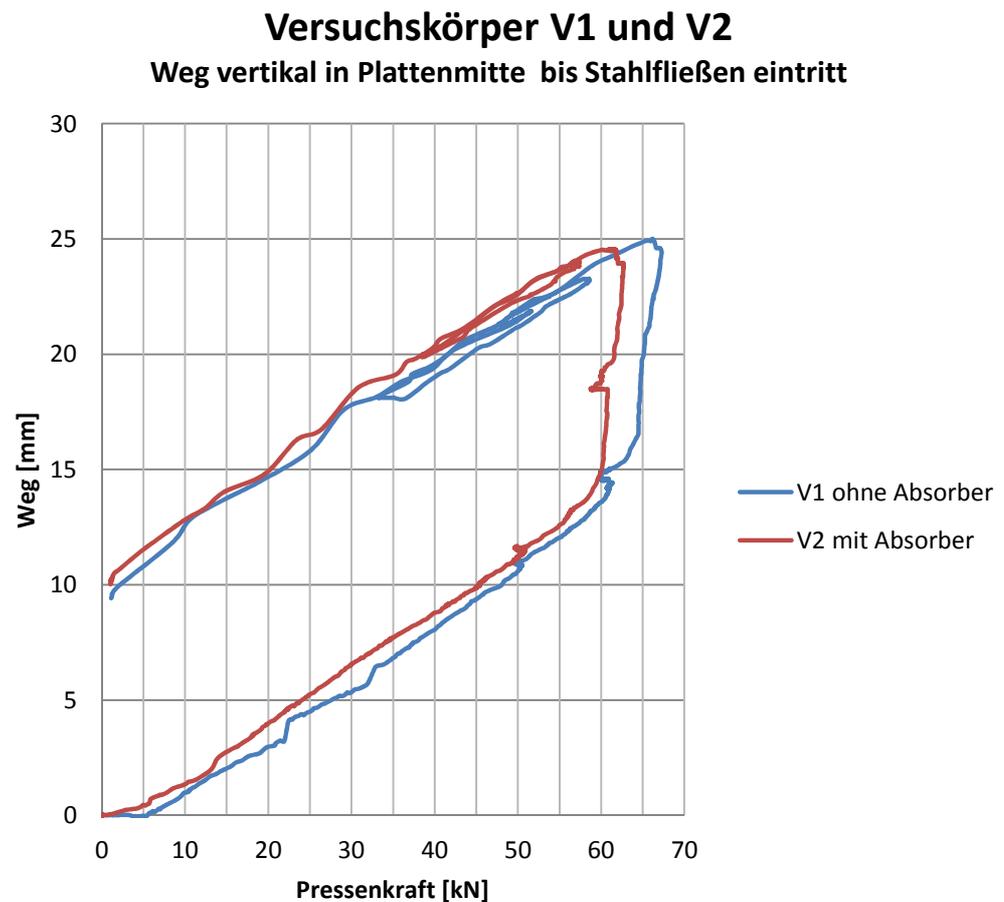


Bild 12 Verformungen im Vergleich Versuchskörper V1 (ohne Absorber) und V2 (mit Absorber) bis zum Stahlfließen der Biegezugbewehrung, vertikal in Feldmitte

6 Beurteilung und Empfehlungen zur Verwendung

6.1 Verwendung Sorp10 in der Zugzone

Die durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass der Absorber Sorp10 ohne eines Verlustes der Traglast in der Zugzone von Deckensystemen eingesetzt werden kann. Bei der Bemessung der Bauteile ist darauf zu achten, dass mit einer planmäßigen Betonüberdeckung in Höhe des Absorberelements zu rechnen ist. Bei den Versuchen lag die Überdeckung bei 35 mm, diese Elementhöhe ist auch für den Einsatz in der Praxis geplant. Aufgrund des planmäßigen Aufreißens des Querschnitts in der Zugzone ist nicht mit einem zusätzlichen Verlust der Steifigkeit des Querschnitts im Vergleich zu Deckensystemen ohne Absorber zu rechnen. Die Durchbiegungen im Zustand II (gerissenes System) des Systems können somit analog zu herkömmlichen Deckensystemen berechnet werden. Bei Systemen im Zustand I wird empfohlen als Querschnittshöhe den oberhalb des Absorbers verbleibenden minimalen Querschnitt anzusetzen.

6.2 Einsatz Sorp10 in der Druckzone

Zur Verwendung des Absorberelements Sorp10 in der Betondruckzone (z.B. bei Durchlaufträgern) kann auf ein ingenieurmäßiges Modell zurück gegriffen werden. Für die Bemessung wird hierzu die Querschnittshöhe auf den verbleibenden Querschnitt unterhalb des Absorbers angesetzt.

$$h_{\text{Bemessung}} = h_{\text{Decke}} - h_{\text{Absorber}}$$

Soweit keine Längsbewehrung (Feldbewehrung) vorhanden ist, sollte zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit in der Druckzone eine konstruktive Bewehrung oberhalb der Absorberelemente angeordnet werden.

Bei Flachdecken dürfen die Elemente nicht innerhalb des Durchstanzkegels eingesetzt werden.

6.3 Verwendung Sorp10 bei Fertigteildecken mit Aufbeton

Die Verwendung von Absorberelementen bei Fertigteildecken mit Aufbeton ist insoweit möglich, so lange der Transportzustand sicher gestellt werden kann. Ansonsten gelten die Erläuterungen in den Punkten 6.1 und 6.2.

6.4 Verwendung Sorp10 bei Spannbetondecken

Der Verwendung von Sorp10-Elementen in konventionellen Spannbetondecken (keine Hohlkörperdecken) ist unter Einsatz eines Ingenieurmodells ohne weiteres möglich. Es ist bei den Nachweisen darauf zu achten, dass der Deckenquerschnitt um die Höhe des Absorberelements (35 mm) zu reduzieren ist. Ansonsten gelten die Erläuterungen in den Punkten 6.1 und 6.2.

7 Zusammenfassung

Die durch die Firma Max Frank zum Vertrieb geplanten Absorberelemente Sorp10 zur Absorption von Schall an Betondecken wurden im Rahmen von Bauteilversuchen überprüft. Zur Untersuchung der Tragfähigkeit von Decken mit Absorberelementen gegenüber konventionellen Decken wurden Versuche eines bewehrten Deckenstreifens ohne und mit Absorberelementen in der Zugzone durchgeführt und die Traglast sowie Durchbiegung messtechnisch im Vergleich ermittelt. Die Versuche haben gezeigt, dass durch die Absorberelemente keine Veränderung der Tragfähigkeit bzw. Durchbiegung vorliegt.

Unter Beachtung der in Kapitel 6 beschriebenen Hinweise zur Bemessung und Ausführung von Decken mit Absorberelementen vom Typ Sorp10 besteht gegen eine Verwendung des Systems hinsichtlich Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit keine Bedenken.

Darmstadt, den 27.05.2011


Prof. Dr.-Ing. Jörg Reymendt