

Professor Dr.-Ing. Harald Sipple

von der IHK Regensburg öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für
Betontechnologie; Schäden an Bauteilen und Bauwerken aus Beton

Fichtelgebirgstr. 15 - 93173 Wenzenbach - Tel 09407 / 3484 - Fax 09407 / 959692

PECA Verbundtechnik GmbH

Mitterweg 1

94339 Leiblging

Gutachten

Stremaform-Elemente („*STREMAFORM 3000* - Flachmaterial“) in Arbeitsfugen

bei Ausführung nach DIN 1045-1

Ihr Auftrag vom 10. 5. 2005

Meine Nr.: 600/05

Datum: 2. Juni 2005

Übergebene Ausfertigungen: 1 Original, 2 Duplikate.

Gutachtentext: 6 Seiten.

ypros60003/1 - 05/05

1. AUFGABENSTELLUNG FÜR DAS GUTACHTEN

Der Unterzeichner wurde durch die Peca Verbundtechnik GmbH beauftragt zu beurteilen, inwieweit die früher mit dem Produkt „*Stremaform 3000* – Flachmaterial¹“ in Arbeitsfugen durchgeführten Versuchsergebnisse nach [1 - 3] im Sinne der jetzt einschlägigen DIN 1045-1, Fassung 2001, zu bewerten sind.

Dabei geht es um die Frage, wie die mit *Stremaform 3000* abgeschaltete Arbeitsfugenoberfläche nach DIN 1045-1, Tab. 13, bzw nach dortiger Abb. 35a (hier nachfolgend als Abb. 1 eingefügt) einzustufen ist:

Tabelle 13 — Beiwerte β_{ct}, μ

Zeile	Spalte	1	2
	Oberflächenbeschaffenheit nach 10.3.6. (1)	β_{ct}	μ
1	verzahnt	2,4	1,0
2	rau	2,0 ^a	0,7
3	glatt	1,4 ^a	0,6
4	sehr glatt	0	0,5

^a siehe Absatz (4)

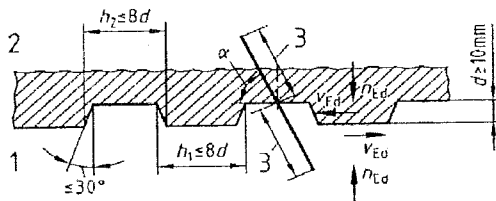


Abb. 1:
 oben: Tab. 13 aus DIN 1045-1,
 links: Abb. 35a aus DIN 1045-1

„*Stremaform 3000*“ ist eine Baustahlsondermatte mit werksseitig eingeschweißtem Streckmetallgitter der Form nach Abb. 2. Die Elemente sind biegesteif und können nach Planvorgabe eben oder profiliert hergestellt werden.

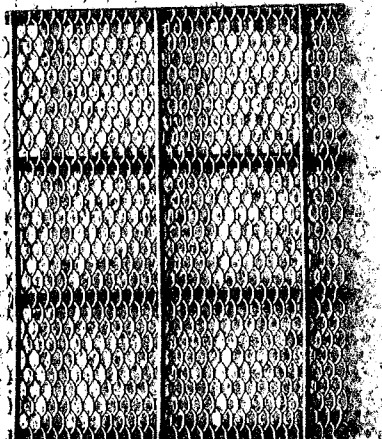


Abb. 2:
 „*Stremaform 3000*“,
 Produktoberfläche, Werksfoto.

¹ ... Nachfolgend als *Stremaform 3000* bezeichnet.

2. Ergebnisse der in [1 - 3] durchgeführten Versuche

Die wesentlichen Versuchsergebnisse im Zusammenhang mit der hier zu beurteilenden Fragestellung sind nachfolgend zusammengestellt.

2.1 Untersuchungsbericht [1]

Falkner, H., Teutsch, M., Rohde, S.: Untersuchung der Schubtragfähigkeit und der Wasserdurchlässigkeit von Arbeitsfugen unter Verwendung von STREMAFORM-Abschalelementen. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz – IBMB, Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen. Heft 110, Braunschweig, 1994.

Es wurden insgesamt 6 Stück Versuchsbalken 15 cm x 15 cm x 300 cm hergestellt und geprüft, die als Plattenstreifen bzw als Balken (je 3 Stück) ausgebildet wurden und auf einer Seite in 60 cm bzw 80 cm bzw 100 cm Entfernung vom Auflager mit einer Arbeitsfuge – abgeschalt mit *Stremaform 3000* – versehen wurden. Vor dem Versuch wurden die Probekörper einer zentrischen Zwangbeanspruchung unterworfen, um einen Trennriss an der Arbeitsfuge zu erzwingen. Diese „Vorschädigung“ entspricht häufiger Problematik im Bauwerk, nach der infolge Zwang die Arbeitsfuge aufgeht. Ein Versuchskörper wurde als Vergleichskörper ohne Arbeitsfuge hergestellt.

Die Plattenstreifen enthielten im Bereich der Arbeitsfugen keine Bügelbewehrung, um Schubversagen zu erzwingen. Bei den Balken wurde die Bügelbewehrung so dimensioniert, dass Versagen der Betondruckstrebe eintreten sollte.

Die Arbeitsfuge wurde nach Betonieren des ersten Abschnitts durch Abspritzen mit Wasser von Zementschlempe gesäubert, durch Abdecken mit Tüchern und Folie feuchtgehalten und nach ca 2 Tagen dagegen betoniert.

Ergebnisse²:

- I ... Weder in den Maximallasten noch in den Durchbiegungen sind Unterschiede zwischen den monolithisch hergestellten Bauteilen und denen mit Arbeitsfugen feststellbar – dies trotz „Vorschädigung“ der Versuchskörper durch zentrische Vor-Beanspruchung.
- II ... Die Schubrisse kreuzen die Arbeitsfugen ohne Versatz oder Versprung.
- III ... Die Hauptdehnungen der Prüfkörper mit Arbeitsfugen erreichen in etwa die gleichen Werte wie die Prüfkörper ohne Arbeitsfuge.

² ... Vgl. Untersuchungsbericht [1], S. 19, 27, 29, 34.

2.2 Untersuchungsbericht [2]

Falkner, H., Teutsch, M., Claußen, Th.: Schubtragfähigkeit des Vergußbetons zwischen Köcher-, Block- oder Hülsenfundamenten und Stützenfuß bei unterschiedlich profilierten Betonoberflächen. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz – IBMB, Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen. Heft 110, Braunschweig, 1994.

Es wurden insgesamt 9 Stück Probekörper hergestellt, die den Stützenfuß im Köcherfundament nachstellen sollten (s. Abb. 3). Die Abschaltungen vom Fundament zum Vergußbeton und vom Vergußbeton zur Stütze wurden in 3 Varianten ausgeführt:

- a) Mit Trapezleisten (2,0 cm x 4,0 cm x 2,0 cm) auf Brettschalung,
- b) Mit Noppenfolie auf Produkt „Pecafil“,
- c) Mit „Stremaform 3000“.

Der Stützenfuß wurde mit dem Kolben der Prüfmaschine nach unten gepresst, wodurch der Vergußbeton (B35 nach DIN 1045(88)) an den nach a) bis c) abgeschalteten Übergangsflächen abgeschert wurde.

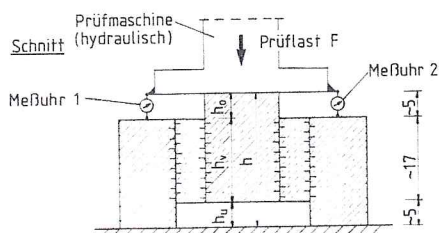
Ergebnisse³:

I ... Die aus dem Prüfbericht nachfolgend eingeführte Tabelle zeigt, dass die mit *Stremaform 3000* abgeschalteten Übergangsflächen Bruchschubspannungen erreichten, die um ca 37% höher liegen als die mit üblichen Holz-Trapezleisten abgeschalteten Flächen.

Pos.	Profilierung durch :	Scherfestigkeit im Bruchzustand [kN/mm ²]				Vergleich [%]
		Prüfkörper 1	Prüfkörper 2	Prüfkörper 3	Mittelwert	
1	Trapezleisten auf Brettschalung	4,984	4,997	4,917	4,966	100
2	Noppenfolie auf Pecafil	5,115	5,027	4,406	4,849	97,65
3	STREMAFORM 3000 (Streckmetall)	6,739	6,997	6,647	6,794	136,82

Abb. 3:

Tab. 1 aus [2], S. 18,
 unten: Versuchseinrichtung.



³ ... Vgl. Untersuchungsbericht [2], S. 18.

2.3 Untersuchungsbericht [3]

Timm, M.: Verbundwirkung des Betons im Bereich von Stremaform-Abschalelementen. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz – IBMB, Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen. Untersuchungsbericht, 2000.

Bei nicht optimaler Verdichtung des Frischbetons in Nähe des Abschal-Elements oder beim Abspritzen des Zementleims vom Element bzw dem angeschlossenen Fugenband oder -Blech nach dem Betonieren können Hohlstellen im Beton entstehen. Solche Fehler der Bauausführung lassen sich nicht gänzlich vermeiden. Vorteil der *Stremaform 3000* Abschal-Elemente ist, dass diese augenscheinlich erkennbar sind. Es ist dann üblich, das Streckmetall im Fehlstellenbereich aufzuschneiden und die Fehlstelle selbst mit dem Beton des 2. Betonierabschnitts aufzufüllen.

Zweck der Versuchsreihe war zu prüfen, ob bei dieser Vorgehensweise die Übertragung der Schubspannungen in der Arbeitsfuge abgemindert ist.

Hierzu wurden insgesamt 2 Stück große Versuchskörper mit Abmessungen 70 cm x 100 cm x 100 cm hergestellt. Diese wurden in je 2 Betonierabschnitten gefertigt mit Abschaltung mit *Stremaform 3000* in der im Dreittelpunkt angeordneten Arbeitsfuge. Aus diesen Körpern wurden aus den Bereichen mit „gutem“ und mit „mäßigen“ Verbund im Sinne der DIN 1045(88) insgesamt 18 Stück Versuchsbalken der Größe $b \times h \times l = 30 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$ herausgeschnitten und nach Anbringen einer unterseitig geklebten Lamellen-Bewehrung (Stahllaschen, $d = 5 \text{ mm}$) geprüft. Eine Schubbewehrung war nicht vorhanden. Zusätzlich wurden 3 Referenzbalken gleicher Abmessungen ohne Arbeitsfuge hergestellt.

Die kritischen Fehlstellen wurden durch unregelmäßiges Auswaschen des verdichteten Betons im 1. Betonierabschnitt bis in ca 15 mm Tiefe hinter dem Abschal-Element erzeugt.

Ergebnisse⁴:

- I ... Die Schubtragfähigkeit des Balkens ohne Schubbewehrung wird durch das *Stremaform*-Abschal-Element nicht abgemindert.
- II ... Fehlstellen, die durch Abspritzen oder Auswaschen in Element-Nähe erzeugt wurden, können durch sorgfältige Verdichtung im 2. Betonierabschnitt vollständig verfüllt werden. Die Verbundwirkung ist nicht eingeschränkt.

⁴ ... Vgl. *Untersuchungsbericht [3]*, S. 16, 17.

3. BEURTEILUNG

Die Ergebnisse der in den Jahren 1994 und 2000 in der Amtlichen Materialprüfanstalt der TU Braunschweig durchgeführten Versuchsreihen sind unabhängig von der Normenlage gültig. Der Versuchsumfang ist ausreichend, die Fragestellung nach Abschn. 1 zu beantworten.

Alle Versuchsergebnisse belegen, dass eine Abminderung der Maximallasten – sowohl im Biegeversuch (s. Abschn. 2.1 bzw [1]) wie auch im Schubversuch (s. Abschn. 2.2 bzw [2]) – gegenüber dem monolithisch hergestellten Vergleichskörper nicht erforderlich ist. Beim Schubversuch (s. Abschn. 2.2 bzw [2]) ergeben sich gegenüber konventionell hergestellter Verzahnung mit Trapezleisten erheblich höhere Bruchschubspannungen.

An das Abschal-Element angrenzende Fehlstellen können durch sorgfältige Verdichtung des Betons im 2. Betonierabschnitt vollwertig – also ohne Abminderung der Verbundwirkung – aufgefüllt werden (s. Abschn. 2.3 bzw [3]).

Damit ist festzustellen, dass beim rechnerischen Ansatz der Schubkraftübertragung in Fugen, die mit „Stremaform 3000 - Flachmaterial“ abgeschalt wurden, nach Abschn. 10.3.6 der DIN 1045-1 entsprechend Tab. 13 der Norm als Oberflächenbeschaffenheit die Zeile 1 mit Angabe „verzahnt“ angesetzt werden kann.



Prof. Dr.-Ing. Harald Sipple

PRÜFBERICHTE

- [1]... Falkner, H., Teutsch, M., Rohde, S.: Untersuchung der Schubtragfähigkeit und der Wasserdurchlässigkeit von Arbeitsfugen unter Verwendung von STREMAFORM-Abschalelementen. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz – IBMB, Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen. Heft 110, Braunschweig, 1994.
- [2]... Falkner, H., Teutsch, M., Claußen, Th.: Schubtragfähigkeit des Vergußbetons zwischen Köcher-, Block- oder Hülsenfundamenten und Stützenfuß bei unterschiedlich profilierten Betonoberflächen. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz – IBMB, Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen. Heft 110, Braunschweig, 1994.
- [3]... Timm, M.: Verbundwirkung des Betons im Bereich von Stremaform-Abschalelementen. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz – IBMB, Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen. Untersuchungsbericht, 2000.