



Technische Universität Dresden, 01062 Dresden

Prof. Dr.-Ing.  
**Manfred Curbach**  
Institutsdirektor

Bearbeiter: Enrico Lorenz  
Telefon: 0351 463-39815  
Telefax: 0351 463-37289  
E-Mail: Enrico.Lorenz@tu-dresden.de

Dresden, den 20. August 2010

## Prüfbericht

### Untersuchungen zur Anwendbarkeit von „Sinnodur-UHPC-Gießmörtel“ als hochfeste Feinbetonmatrix für Textilbeton

20.8.2010 i.v. Frank Jesse

	Datum	Name, Unterschrift
aufgestellt:	20. August 2010	Enrico Lorenz M. Sc.
	20. August 2010	Dr.-Ing. Frank Jesse
	20. August 2010	Prof. Dr.-Ing. Manfred Curbach

Der Prüfbericht umfasst 18 Seiten

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung sowie eine Veröffentlichung in Druckschriften sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Verfassers zulässig.

Postadresse (Briefe)  
TU Dresden, 01062 Dresden  
Postadresse (Pakete u.ä.)  
TU Dresden  
Helmholtzstraße 10  
01069 Dresden

Besucheradresse  
George-Bähr-Str. 1  
Beyer-Bau, EG,  
Zi.60

Steuernummer  
(Inland)  
203/149/02549  
Umsatzsteuer-Id-Nr.  
(Ausland)  
DE 188 369 991

Bankverbindung  
Deutsche Bundesbank,  
Filiale Dresden  
Konto 85 001 522  
BLZ 850 000 00

Parkflächen  
zwischen Beyer-Bau  
und Neuffer-Bau, Zugang  
über Eingang Bergstraße

Internet  
<http://tu-dresden.de>



## Inhaltsverzeichnis

	<b>SEITE:</b>
1 Einleitung .....	3
2 Material .....	4
2.1 Feinbeton .....	4
2.2 Textile Bewehrung .....	4
3 Beschreibung der Probekörper und Versuche .....	5
3.1 Prüfung der Feinbetonmatrix .....	5
3.1.1 Probekörper .....	5
3.1.2 Bestimmung der Druck- und Biegezugfestigkeit der Matrix .....	5
3.2 Untersuchungen an textilbewehrtem Beton .....	5
3.2.1 Probekörper .....	5
3.2.2 Dehnkörperversuche .....	6
3.2.3 Auszugsversuche .....	6
4 Ergebnisse .....	8
4.1 Verarbeitbarkeit .....	8
4.2 Versuche zur Bestimmung der Druck- und Biegezugfestigkeit .....	8
4.3 Dehnkörperversuche .....	9
4.4 Auszugsversuche .....	12
5 Zusammenfassung .....	14
6 Literatur .....	15
Anlage A: Datenblätter des verwendeten Rovings .....	16
Anlage B: Datenblätter des verwendeten Geleges .....	17
Anlage C: Materialkennwerte der TUDALIT-Feinbeton- Matrix Pagel TF-10 .....	18

# 1 Einleitung

## **Auftraggeber**

SGL Technologies GmbH  
Werner-von-Siemens-Str. 18  
86405 Meitingen

und

Sinnotec Innovation Consulting GmbH  
Dr. Jörg Rathenow  
Schäferweg 8  
65207 Wiesbaden

Gegenstand des Prüfberichts sind Untersuchungen zur Anwendbarkeit von „Sinnodur-UHPC-Gießmörtel“ als hochfeste Feinbetonmatrix für Textilbeton. Als textiles Bewehrungsmaterial kam das Gelege Sigratex Grid 600 der Firma SGL zur Anwendung.

Es werden die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Druck- und Biegezugfestigkeit der Matrix sowie der durchgeführten Dehnkörper- und Verbundversuche an ein- bzw. zweilagig bewehrten Textilbetonproben dargestellt.

## 2 Material

### 2.1 Feinbeton

Als Feinbetonmatrix wurde der Sinnodur -UHPC-Gießmörtel der Firma Sinnotec verwendet. Die im Rahmen der Untersuchungen ermittelten mechanischen Eigenschaften der Betonmatrix sind in Tabelle 3 und Tabelle 4 (Kapitel 4.2) zusammengefasst.

### 2.2 Textile Bewehrung

Als textiles Bewehrungsmaterial kam das Gelege Sigratex Grid 600 der Firma SGL zur Anwendung. Die Datenblätter der Carbonrovings sind in Tabelle 1 und Anlage A zusammengefasst.

Die Verarbeitung zu einem textilen Flächengelege erfolgte am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der Technischen Universität Dresden auf einer Nähwirkmaschine vom Typ Malimo, Modell 14024 mit Beschichtungseinheit. Das textile Gelege erhielt eine polymere Beschichtung. Die Datenblätter der Carbongelege sind in Tabelle 2 und der Anlage B dargestellt.

Tabelle 1: Mechanische Eigenschaften des Rovings SIGRAFIL C30 T050 EPY

<b>Eigenschaft</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Dichte	g/cm <sup>3</sup>	1,80
Filament - E-Modul (Mittelwert)	N/mm <sup>2</sup>	240 000
Filament - Zugfestigkeit (Mittelwert)	N/mm <sup>2</sup>	4 000
Filament - Bruchdehnung (Mittelwert)	‰	16

Tabelle 2: Mechanische Eigenschaften des Geleges SGL-Grid 600

<b>Eigenschaft</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Verwendeter Roving	SIGRAFIL C30 T050 EPY	
Feinheit der Längsfäden	tex	3 300
Abstand der Längsfäden	mm	10,8
Feinheit der Quersfäden	tex	3 300
Abstand der Quersfäden	mm	18
Art der Bindung	Trikot gegenlegig	
Beschichtung	polymere Beschichtung	

### 3 Beschreibung der Probekörper und Versuche

#### 3.1 Prüfung der Feinbetonmatrix

##### 3.1.1 Probekörper

Die Bestimmung der Druck- und Biegezugfestigkeit erfolgte in Anlehnung an die DIN EN 196-1 an prismatischen Probekörpern mit den Maßen 40 mm x 40 mm x 160 mm. Nach dem Einfüllen des Betons in die zugehörigen Schalungen erfolgte analog zur Herstellung der Textilbetonproben keine weitere Verdichtung der Probekörper.

##### 3.1.2 Bestimmung der Druck- und Biegezugfestigkeit der Matrix

Die Prüfung der Druck- (Bild 1) und Biegezugfestigkeit (Bild 2) erfolgte in Anlehnung an die DIN EN 196-1 an jeweils 3 Prismen im Alter von 7 und 28 Tagen.



Bild 1: Prüfung der Druckfestigkeit



Bild 2: Prüfung der Biegezugfestigkeit

#### 3.2 Untersuchungen an textilbewehrtem Beton

##### 3.2.1 Probekörper

Die Herstellung der textilbewehrten Proben erfolgte mit Hilfe des Laminierverfahrens in Plattenschalungen mit den Abmessungen 1 200 mm x 700 mm x 12 mm (Bild 3). Die erforderlichen Textil- und Feinbetonlagen wurden hierzu lagenweise in die Schalung eingebaut.



Bild 3: Herstellung der Textilbetonplatte

Nach dem Aufbringen der Deckschicht erfolgte das Abziehen der Oberfläche. Die Lagerung der hergestellten Proben geschah in Anlehnung an die DIN 18555-3, Tabelle 1.

Die Probekörper für die Dehnkörper- und Verbundversuche wurden nachfolgend aus den Textilbetonplatten zugeschnitten. Für eine nähere Beschreibung der Probekörperherstellung wird an dieser Stelle auf JESSE [1] verwiesen. Die Prüfung erfolgte 28 Tage nach dem Herstellen der Textilbetonplatte.

### 3.2.2 Dehnkörperversuche

Zur Beurteilung des Zugtragverhaltens des Textilbetons in Kettrichtung wurden einaxiale Dehnkörperversuche nach JESSE [1] durchgeführt (Bild 4). Die verwendeten Dehnkörper mit Abmessungen von 600 mm × 60 mm × 12 mm wurden mit ein und zwei Lagen des Geleges Sigratex Grid 600 bewehrt. Für den einaxialen Zugversuch wurden die Proben zwischen Stahlplatten auf einer Länge von ca. 180 mm gleichmäßig geklemmt. Die Belastung erfolgte weggesteuert mit einer Belastungsgeschwindigkeit von ca. 1 mm/min. Während des Zugversuches wurden die Maschinenkraft  $F$ , der Maschinenweg  $s$  sowie die Längenänderung  $\Delta l$  auf der Vorder- und Rückseite der Probe durch angeklebte Dehnungsaufnehmer DD1 bestimmt. Die Steuerung der Prüfmaschine erfolgte über den Maschinenweg. Für detaillierte Erläuterungen des Versuchsaufbaus sowie zur verwendeten Versuchsmethodik wird auf JESSE [1] verwiesen.

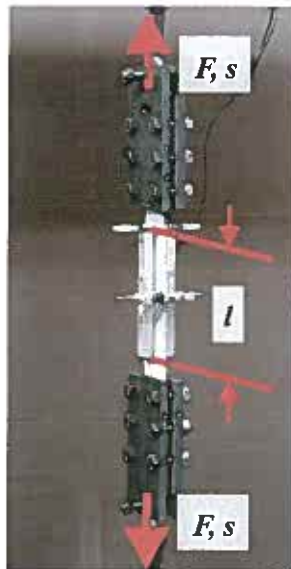


Bild 4: Dehnkörperversuch  
nach JESSE [1]

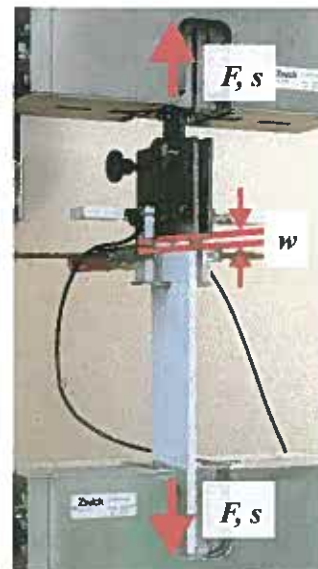


Bild 5: Textilauszugsversuch  
nach LORENZ/ORTLEPP [2]

### 3.2.3 Auszugsversuche

Zur experimentellen Untersuchung des Verbundes des textilen Geleges zur Feinbetonmatrix wurden Textilauszugsversuche mit kurzen Einbindelängen mit dem in LORENZ/ORTLEPP [2] beschriebenen Versuchsaufbau durchgeführt (Bild 5). Die Probekörper mit Abmessungen von 250 mm × 60 mm × 12 mm wurden mit einer Lage des Geleges Sigratex Grid 600 bewehrt. Die Krafteinleitung erfolgte im oberen und unteren Auszugsbereich über eine Klemmvorrichtung. Durch einseitige Aussparungen der Lasteinleitungsplatten wird in Anlehnung

nung an die Situation am Bauteil ein direkter Querdruck auf das zu untersuchende Filamentgarn vermieden. Mittels Anordnung einer Sollrissstelle wurde die obere Verankerungslänge  $l_E$  für die untersuchte Textilkonfiguration mit dem einfachen Querschnittsabstand von 18 mm (Ketttrichtung) festgelegt. Die weggesteuerten Auszugsversuche erfolgten mit einer Belastungsgeschwindigkeit von 1 mm/min. Als Messgrößen wurde neben der Maschinenkraft  $F$  und dem Maschinenweg  $s$  die Rissöffnung  $w$  im Bereich der Sollbruchstelle mittels angeklebter Dehnungsaufnehmer DD1 aufgenommen. Die Steuerung der Prüfmaschine erfolgte über den Maschinenweg (LORENZ/ORTLEPP [2]).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Verarbeitbarkeit

Die Herstellung der Textilbetonproben erfolgte wie in Abschnitt 3.1.1 beschrieben mit Hilfe des Laminierverfahrens. Wegen der fließfähigen Konsistenz der Matrix gestaltete sich der lagenweise Einbau der Textil- und Betonschichten jedoch vergleichsweise schwierig. Aufgrund der Zähigkeit und honigartigen Konsistenz der Matrix konnten neben dem erschwerten Einarbeiten des Textils in die Matrix, Probleme beim abschließenden Abziehen der Feinbetonoberfläche sowie ein teilweises Aufschwimmen des textilen Geleges in der Schalung während der Probenherstellung beobachtet werden. Die Kombination aus Laminierverfahren und den gegebenen Frischbetoneigenschaften des untersuchten Produkts erlauben keine ausreichende Lagefixierung der textilen Bewehrungen. Für diese Matrix wird daher die Untersuchung geeigneter Herstellungsverfahren wie etwa dem Gießverfahren mit einer Fixierung des Geleges in der Schalung oder dem Sprühverfahren empfohlen.

### 4.2 Versuche zur Bestimmung der Druck- und Biegezugfestigkeit

Die ermittelten mechanischen Eigenschaften der Feinbetonmatrix nach 7 und 28 Tagen sind in Tabelle 3 und Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 3: Mechanische Eigenschaften der Feinbetonmatrix nach 7 Tagen

	Prismengeometrie					Biegezugfestigkeitsprüfung		Druckfestigkeitsprüfung	
	Länge [mm]	Breite [mm]	Höhe [mm]	Masse [kg]	Dichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]
1	160,2	41,7	40,0	0,601	2,25	4,63	10,41	140,39	87,74
								136,37	85,23
2	159,6	41,7	39,8	0,597	2,25	4,57	10,37	146,26	91,41
								142,56	89,10
3	159,3	41,1	39,8	0,587	2,25	4,52	10,41	146,61	91,63
								152,43	95,27
				<b>Mittelwerte</b>	<b>2,25</b>	<b>4,57</b>	<b>10,40</b>	<b>144,10</b>	<b>90,06</b>

Die gemessenen mittleren Betondruckfestigkeiten der untersuchten Sinnodur-UHPC-Matrix liegen nach 7 Tagen bei Werten von ca. 90 N/mm<sup>2</sup>. Im weiteren Erhärtungsverlauf wurde nach 28 Tagen ein Anstieg der mittleren Betondruckfestigkeit um ca. 35 % auf Werte von 121 N/mm<sup>2</sup> festgestellt. Die Steigerung der mittleren Biegezugfestigkeiten betrug beim Vergleich der 7 und 28 Tage Werte ca. 8,5 %. Während nach 7 Tagen mittlere Biegezugfestigkeiten von 10,4 N/mm<sup>2</sup> erreicht wurden, konnten nach 28 Tagen mittlere Festigkeiten von 11,3 N/mm<sup>2</sup> gemessen werden.



Tabelle 4: Mechanische Eigenschaften der Feinbetonmatrix nach 28 Tagen

	Prismengeometrie					Biegezugfestigkeitsprüfung		Druckfestigkeitsprüfung	
	Länge	Breite	Höhe	Masse	Dichte	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]
	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]	[kg/dm <sup>3</sup> ]				
1	161,8	40,9	39,9	0,612	2,32	4,73	10,90	198,23	123,89
								186,72	116,70
2	161,9	40,7	40,0	0,604	2,29	4,89	11,27	210,03	131,27
								182,29	113,93
3	161,6	41,2	40,1	0,613	2,30	5,15	11,67	204,58	127,86
								186,53	116,58
<b>Mittelwerte</b>					<b>2,30</b>	<b>4,92</b>	<b>11,28</b>	<b>194,73</b>	<b>121,71</b>

Im Vergleich zu der üblicherweise für Textilbeton verwendeten TUDALIT-Feinbeton-Matrix „Pagel TF-10“ (Anlage C) erreichte die untersuchte Sinnodur-UHPC-Matrix ca. 35 % höhere Druck- und ca. 90 % höhere mittlere Biegefestigkeiten (28 Tage Werte).

### 4.3 Dehnkörperversuche

Aus den gemessenen Rohdaten konnte durch den Bezug der Prüfkraft  $F$  auf die in Prüfrichtung vorhandene Garnquerschnittsfläche der Probe die Spannung im Garnquerschnitt ( $\sigma_G$ ) ermittelt werden. Die Berechnung der zugehörigen Dehnung erfolgte durch Bezug der Längenänderung  $\Delta l$  auf die Länge der Messbasis  $l$ . Die in den Dehnkörperversuchen ermittelten maximalen Spannungen und Dehnungen im Bruchzustand sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Prüfung in Kettrichtung – Maximalwerte der Spannungen und Dehnungen

Probennummer	Lagenanzahl	Dehnung $\varepsilon_U$	Spannung $\sigma_{GU}$
		[‰]	[N/mm <sup>2</sup> ]
01	1	15,7	1280,8
02	1	14,4	1205,8
03	1	12,7	1244,5
04	1	10,7	1256,5
05	2	12,1	1127,9
06	2	14,2	1193,1
07	2	12,9	1218,8
08	2	13,6	1099,2
<b>Mittelwerte</b>		<b>13,3</b>	<b>1203,3</b>

Die Verläufe der auf die vorhandene Garnquerschnittsfläche  $\sigma_G$  bezogenen Spannungs-Dehnungs-Beziehungen der geprüften ein- und zweilagigen Textilbetondehnkörper sind in Bild 6 und Bild 7 gezeigt. Vergleichend sind als Referenz (grau) Spannungs-Dehnungs-

Beziehungen für eine Faser-Matrix Kombination aus TUDALIT-Feinbeton „Pagel TF-10“ und dem Gelege Sigratex Grid 600 gegenübergestellt. Die Probendicke betrug hier jedoch 10 mm.

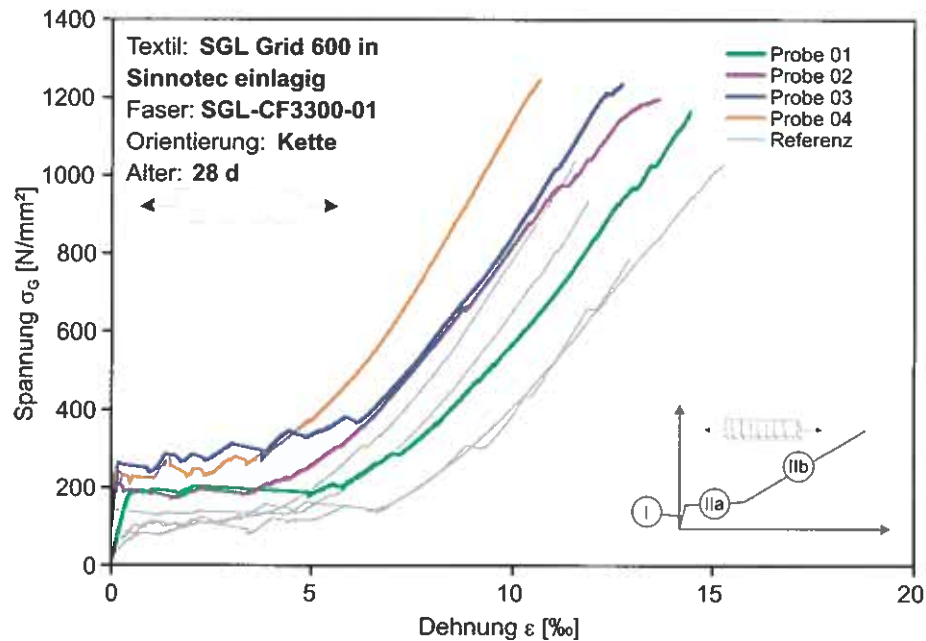


Bild 6: Spannungs-Dehnungs-Beziehungen - einlagig bewehrte Dehnkörper

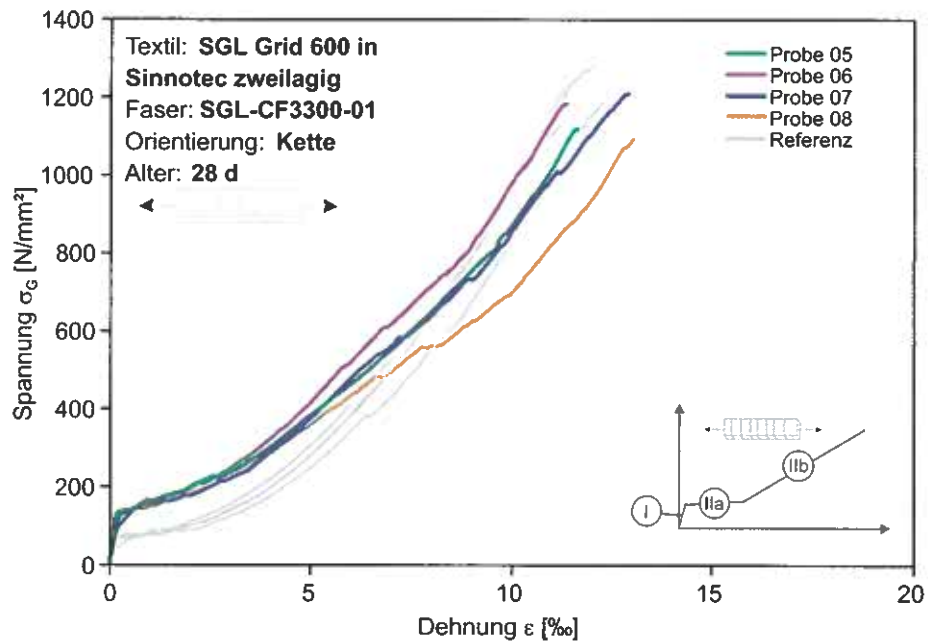


Bild 7: Spannungs-Dehnungs-Beziehungen - zweilagig bewehrte Dehnkörper

Im Abschnitt I der Spannungs-Dehnungs-Linie (Bild 6 und Bild 7) befanden sich die textilbewehrten Zugprobekörper im ungerissenen Zustand. In Folge des gemeinsamen Lastabtrages durch Fasern und Matrix zeigten sich lineare Verläufe der Arbeitslinie. Die gemessenen Anstiege entsprechen theoretisch dem ideellen Elastizitätsmodul des Verbundwerkstoffs. Da

jedoch praktisch aufgrund der kleinen Querschnitte bei der Probenvorbereitung relativ häufig bereits Risse auftreten, wird dieser Parameter hier nicht im Detail beurteilt. Mit der Bildung des Erstrisses in Folge der Überschreitung der Betonzugfestigkeit findet der Übergang zum Zustand II statt. Im Vergleich zur Referenz konnte sowohl für die ein- wie auch für die zweilagigen Proben eine Erhöhung der Erstrissspannungen von ca. 100 bis 110 % gemessen werden. Diese Steigerung ist mit der in Kapitel 4.2 beschriebenen Erhöhung der Betonzugfestigkeiten in Verbindung mit der im Vergleich zur Referenz ca. 20 % größeren Probendicke (12 mm) der untersuchten Dehnkörper begründbar. Der nachfolgende Bereich IIa, welcher den Abschnitt mehrfach stattfindender Rissbildung beschreibt, ist in Abhängigkeit von den Streuungen der Betonzugfestigkeiten durch ein nahezu gleichbleibendes Spannungsniveau gekennzeichnet. Aufgrund der zunehmenden Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen war bei steigendem Faservolumengehalt eine Verringerung der zugehörigen Dehnungen beim Übergang in den Zustand abgeschlossener Rissbildung (IIb) feststellbar. Bei Gegenüberstellung der Kurvenverläufe im Zustand IIb wurde im Vergleich zur Referenz ein ähnliches Tragverhalten beobachtet. Aufgrund der größeren Verbundkräfte (Abschnitt 4.4) konnte jedoch mit der Sinnodur-UHPC Matrix im Vergleich zur Referenz eine höhere Steifigkeit der Textilbetonproben bestimmt werden. Bei den einlagigen Dehnkörpern wurden im Zustand IIb gleichartige Anstiege der Spannungs-Dehnungs-Linien der mit der Sinnodur-UHPC Matrix hergestellten Proben gemessen. Im Gegensatz dazu war bei den zweilagigen Dehnkörpern ab Garnzugspannungen von ca. 500 N/mm<sup>2</sup> ein unregelmäßiger Kurvenverlauf mit einer zunehmenden Verringerung der Steifigkeit bis auf das Niveau der Referenzserie erkennbar. Dies kann mit lokalen Abplatzungen der hier geringeren Betondeckung und einer beginnenden Spaltrissbildung in der Ebene der textilen Bewehrung begründet werden (Bild 8). Daraus lässt sich schließen, dass aufgrund der schwierigen lagenweisen Verarbeitbarkeit der Sinnodur-UHPC Matrix im Laminierverfahren in der Gelegeebene eine stärkere lokale Verringerung der nutzbaren Betonzugfestigkeit als beim Referenzbeton erfolgt. Dadurch kann das hohe Potential der Matrix mit im Vergleich zur Referenz etwa 90 % höheren mittleren Biegefestigkeiten (Tabelle 4) nicht voll ausgenutzt werden.

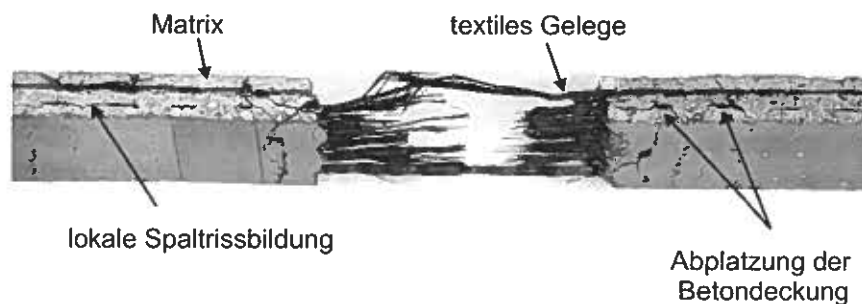


Bild 8: Seitenansicht Probe 5 (zweilagiger Dehnkörper)

Bei Überschreitung von Garnzugspannungen im Beton  $\sigma_G$  von ca. 1200 N/mm<sup>2</sup> wurde bei allen untersuchten Proben ein sprödes Zugversagen des textilen Geleges beobachtet werden. Die zugehörige mittlere Bruchdehnung  $\varepsilon_U$  betrug etwa 13,3 %. Die Bruchfestigkeiten und Dehnungen sind mit den Referenzproben vergleichbar. In Bild 9 ist exemplarisch ein geprüfter zweilagiger Textilbetondehnkörper dargestellt. Es ist ein feines Rissbild, ohne großflächige Abplatzungen erkennbar.



Bild 9: Draufsicht Probe 5 (zweilagiger Dehnkörper)

Die aus der Sinnodur-UHPC Matrix hergestellten Dehnkörper zeigen ein ähnliches Zugtragverhalten wie vergleichbare mit dem TUDALIT-Feinbeton „Pagel TF-10“ hergestellte Referenzproben. Aufgrund der schwierigen lagenweisen Verarbeitbarkeit der Sinnodur-UHPC Matrix im Laminierverfahren können jedoch die günstig wirkenden höheren Betonzugfestigkeiten nicht voll ausgenutzt werden.

#### 4.4 Auszugsversuche

In den durchgeführten Textilauszugsversuchen wurden die in Bild 10 dargestellten Auszugskurven als Mittelwert (rot) aus acht Einzelmessungen bestimmt. Die zugehörigen Einzelwerte sind blau dargestellt. Die bei den gewählten kurzen Einbindelängen gemessenen Garnauszugswiderstände wurden vereinfachend als Verbundfluss  $T$  in N/mm über die gemessene Rissöffnung  $w$  aufgetragen. Der Verbundfluss errechnet sich aus der Auszugskraft  $F$ , die auf die im Beton verbleibende Restlänge des Filamentgarns bezogen wird. Aufgrund der vergleichsweise großen Dehnsteifigkeit der verwendeten Carbongarne wird dabei das typische Auszugsverhalten qualitativ nicht verändert. Für eine genauere verbundtechnische Betrachtung der verwendeten Probekörper wird auf LORENZ/ORTLEPP [2] verwiesen.

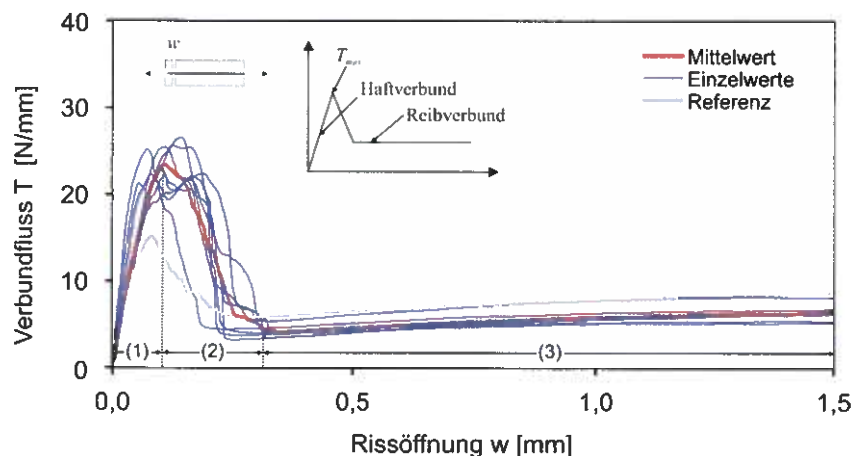


Bild 10: Verbundfluss-Rissöffnungs-Beziehungen  
in Längsrichtung (Ketttrichtung) des Textils

Die experimentell bestimmten Kraft-Rissöffnungs-Beziehungen zeigen für textile Bewehrungen typische Verläufe bestehend aus Haftverbund (1), Zerstörung des Haftverbundes (2) und Reibbereich (3). In Längsrichtung (Ketttrichtung) des Textils wurden für die untersuchte Faser-Matrix Kombination aus „Sinnodur-UHPC“ und dem Gelege Sigratex Grid 600 maximale Auszugswiderstände von ca. 23,0 N/mm je Garn gemessen. Nach der Überwindung des Größtwertes des Haftverbundes bei Rissöffnungen  $w$  von etwa 0,15 bis 0,20 mm folgte im weiteren Verlauf der Ablösung der Garnoberfläche von der Matrix ein Abfall der Auszugswi-

derstände auf Werte von etwa 4,4 N/mm ( $w = 0,3$  mm). Im nachfolgenden Reibbereich konnte anschließend in Folge der herstellungsbedingten leichten Garnwelligkeit des textilen Geleges ein leichter Anstieg des Auszugswiderstandes auf 6,4 N/mm bei einer zugehörigen Rissöffnung von 1,5 mm beobachtet werden. Vergleichend wird als Referenz (grau) der Mittelwert des Verbundflusses für eine Faser-Matrix Kombination aus TUDALIT-Feinbeton „Pangel TF-10“ und dem Gelege Sigratex Grid 600 gegenübergestellt. Die gemessenen Verbundkräfte der textilen Bewehrung liegen demnach bei Verwendung der „Sinnodur-UHPC“ Matrix im Bereich des Haftverbundes ca. 50 % über, im Reibbereich ca. 30 % unter den Referenzwerten der „TUDALIT-Feinbeton“ Matrix. Im Hinblick auf die Erhöhung der Steifigkeit sowie der Verringerung der Verankerungslängen, Rissabstände und Rissweiten des Verbundbaustoffes werden die hohen Verbundkräfte im Bereich des Haftverbundes positiv bewertet. Eine übermäßige Erhöhung der Verbundkräfte kann jedoch ohne Anpassung weiterer Randbedingungen (textiles Gelege, Matrix) zu einer verstärkten Neigung zu Abplatzungen und zur Spaltrissbildung innerhalb des Verbundbaustoffes führen.

## 5 Zusammenfassung

Gemäß den durchgeführten Untersuchungen konnte die prinzipielle Eignung der untersuchten „Sinnodur-UHPC“ Matrix zur Verwendung in Textilbeton nachgewiesen werden. Die untersuchten einachsig beanspruchten, mit der Sinnodur-UHPC-Matrix hergestellten, Dehnkörper zeigen ein ähnliches Zugtragverhalten wie vergleichbare mit dem TUDALIT-Feinbeton „Pagel TF-10“ hergestellte Referenzproben. Aufgrund der schwierigen Verarbeitbarkeit der Sinnodur-UHPC Matrix im Laminierverfahren können jedoch die günstig wirkenden höheren Betonzugfestigkeiten nicht voll ausgenutzt werden. Die gemessenen deutlich höheren Verbundkräfte im Bereich des Haftverbundes werden im Hinblick auf die Erhöhung der Steifigkeit sowie der Verringerung der Verankerungslängen, Rissabstände und Rissweiten des Verbundbaustoffes positiv bewertet.

Die Eignung der Sinnodur-UHPC Matrix für die Herstellung von Textilbetonverstärkungsschichten an bestehenden Betonkonstruktionen ist aufgrund der reologischen Frischbetoneigenschaften eingeschränkt. Offene Fragen bestehen hier weiterhin hinsichtlich der Herstellungsmethode, des Verbundverhaltens zum Altbeton sowie der Dauerhaftigkeit und des Schwindverhaltens der Matrix.

Die im Rahmen dieses Berichtes untersuchten und dargestellten Ergebnisse zeigen hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften eine gute Eignung der Sinnodur-UHPC-Matrix für Textilbeton.

## 6 Literatur

- [1] JESSE, F.: Tragverhalten von Filamentgarnen in zementgebundener Matrix. Dissertation, Dresden: Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität Dresden, 2004 – urn:nbn:de:swb:14-1122970324369-39398
- [2] LORENZ, E.; ORTLEPP, R.: Berechnungsalgorithmus zur Bestimmung der Verankerungslänge der textilen Bewehrung in der Feinbetonmatrix. In: Curbach, M. (Hrsg.), Jesse, F. (Hrsg.): Textile Reinforced Structures: Proceedings of the 4th Colloquium on Textile Reinforced Structures (CTRS4) und zur 1. Anwendertagung, Dresden, 3.-5.6.2009. SFB 528, Technische Universität Dresden, D-01062 Dresden: Eigenverlag, 2009, S. 491-502 – ISBN 978-3-86780-122-5

## Anlage A: Datenblätter des verwendeten Rovings



### ®SIGRAFIL C – Endlos-Carbonfaser

#### Einführung

SIGRAFIL C als **Endloskabel** ist ideal zum Weben, für Prepregs, Filament Winding, für die Fertigung von CFK-Bauteilen, Advanced Composites, zur Herstellung von Multiaxialgelegen sowie für unidirektionale Bänder, zum Extrudieren, Pultrudieren und ähnlichen Verarbeitungsprozessen. Zu den charakteristischen Eigenschaften von SIGRAFIL C gehören hohe Zugfestigkeit gepaart mit hohem Elastizitätsmodul, hoher elektrischer Leitfähigkeit und der Kompatibilität mit einer Vielzahl von Kunststoffen.

#### Produktspezifikation

SIGRAFIL C Typ	Filamente pro Kabel in Ted.	Faserdurchmesser µm	Dichte		Zugfestigkeit		E-Modul		Bruchdehnung		Schlichte gehalt <sup>1)</sup> Gewicht %	Schlichte typ <sup>2)</sup>	Gewicht pro Längeneinheit		Spezifischer elektrischer Widerstand	
			g/cm <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>	GPa	Ksi	GPa	Msi	%	%			g/m	lb/in	µΩm	µΩ/in
C30 T045 EPY	45	7.0	1,80	112	3,8	550	225	33	1,6	> 95	0,5 - 0,8	Epoxy	3,3	185x10 <sup>-6</sup>	15	590
C30 T045 EPY	45	7.0	1,80	112	3,8	550	225	33	1,6	> 95	1,3 - 1,8	Epoxy	3,3	185x10 <sup>-6</sup>	15	590
C30 T050 EPY	50	7.0	1,80	112	4,0	580	240	35	1,6	> 95	1,0	Epoxy	3,5	196x10 <sup>-6</sup>	14	550
C30 T400 EPY	400	6.5	1,80	112	3,8	550	240	35	1,5	> 95	1,0	Epoxy	25	1,4x10 <sup>-3</sup>	16	630

<sup>1)</sup> Anderer Schlichte gehalt auf Anfrage

<sup>2)</sup> Weitere Schlichtetypen auf Anfrage

#### Lieferformen

SIGRAFIL C Typ	Vepackung	Fasernettogewicht pro Spule
C30 T045 EPY	Kreuzwicklung auf 280 mm langen Papphölzen mit 76 mm Innendurchmesser, in PE-Folie eingeschumpft	5 kg
C30 T060 EPY	Kreuzwicklung auf 280 mm langen Papphölzen mit 76 mm Innendurchmesser, in PE-Folie eingeschumpft	5,5 kg
C30 T400 EPY	Mit PE-Säcken ausgelegte Kartons auf Einwegpaletten	50 kg



## Anlage B: Datenblätter des verwendeten Geleges

**Datenblatt Nähwirkmaschine Multiaxial, Malimo 14024**

**Strukturnummer:** NWM3-034-09-b1  
**Bezeichnung:** SGL Sigratex Grid 600

**Datum:** 02.12.2009  
**produzierte Menge:** m  
 502,08 g/m<sup>2</sup>  
**Flächengewicht textil:** 579,00 g/m<sup>2</sup>  
**Flächengewicht beschichtet:** 15,32 %  
**Beschichtungsanteil:**

Materialdaten		Verstärkungsfäden		Maschinen- bzw. Legefeinheit (F bzw. E)		Einzug		Gesamtfeinheit pro Einzug		Bandbreite		Vorspannung		Umschlingungswinkel	
Lagenanordnung	in °	Abzug ü. Kopf o. Tangential	Feinheit in tex	Anzahl der Spulen	Feinheit (F bzw. E)	voll	leer	in tex	in cN	in mm	in cN	Glas/Carbon			
1	90	T	3300	4	7,0	1	4	3300	1,0	72,57					
2	0	T	3300	119	7,0	1	2	3300							

Materialdaten		Wirkfäden		Maschinen- bzw. Legefeinheit (F bzw. E)		Einzug		Gesamtfeinheit pro Einzug		Bandbreite		Vorspannung		Umschlingungswinkel	
LS	Kettbaum	Fadenanzahl	Feinheit in tex	Anzahl eingezogener Fäden	Feinheit (F bzw. E)	voll	leer	in tex	in cN	in mm	in cN	Glas/Carbon			
1	1 * 21"-TKB	177	11,0	119	7,0	1	2	3300	1,0	72,57					
2	1 * 21"-TKB	177	11,0	119	7,0	1	2	3300							
3															

Maschinendaten		Warenabzug:		Maschinen- bzw. Legefeinheit (F bzw. E)		Einzug		Gesamtfeinheit pro Einzug		Bandbreite		Vorspannung		Umschlingungswinkel	
Arbeitsbreite:	Maschinenfeinheit:	Synchronverh.:	Wickler:	F	E	voll	leer	in tex	in cN	in mm	in cN	Glas/Carbon			
1250 mm	7,0 F	1,001 %	1,08	7,0	7,0	1	2	3300	1,0	72,57					
500 U/min	2,00 mm	17,00 mm	13,60 mm	7,0	7,0	1	2	3300							
5700 mm	5700 mm	2,20 mm	1,60 mm	7,0	7,0	1	2	3300							

**Bemerkungen**

- Beschichtung: Faktor 5.5, Schlichte 30 % ora., Anteil in Disp.; Strahler 1,3,5,7,9,11,13 bei 75%

## Anlage C: Materialkennwerte der TUDALIT-Feinbeton- Matrix Pagel TF-10

Mechanische Eigenschaften des TUDALIT Feinbetons Pagel TF-10

<b>Eigenschaft</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Dichte	g/cm <sup>3</sup>	2,23
E-Modul (Mittelwert)	N/mm <sup>2</sup>	25 700
Druckfestigkeit (Mittelwert)	N/mm <sup>2</sup>	89,2
Biegezugfestigkeit (Mittelwert)	N/mm <sup>2</sup>	5,9