



Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger
Dr.-Ing. Norbert Will

Lehrstuhl und Institut für Massivbau,
RWTH Aachen



Quelle: solidian

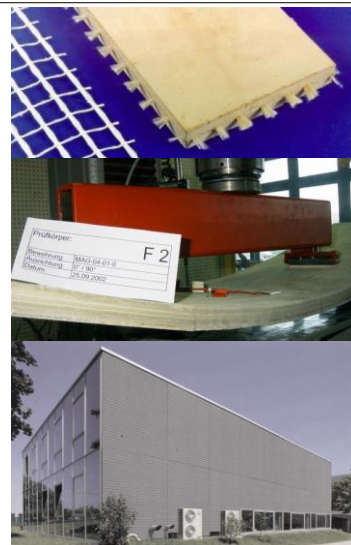
1 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Gliederung

- Vorstellung
- Historie
- Materialien, Tragverhalten
- Nachweiskonzepte, Bemessung
- Anwendungen
 - Hüllsysteme
 - Stabtragwerke
 - Schalen
 - Sanierung
- Ausblick



2 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Vorstellung des IMB

- Lehrstuhl und Institut für Massivbau (IMB)
Institutsleiter: Univ.-Prof Dr.-Ing. Josef Hegger
- Fakultät für Bauingenieurwesen, RWTH Aachen
- aktuell ca. 40 Vollzeitbeschäftigte (20 WM / 20 NW)
und 30 Studentische Hilfskräfte
- Arbeitsbereich: Trag- und Verformungsverhalten
sowie Konstruktion von Stahlbeton-, Spannbeton-,
Textilbeton- und Verbundbauwerken
(Lehre – Forschung – Normung – Zulassung)
- Forschungsschwerpunkte:
 - ▶ Tragverhalten von Stahlbeton / Spannbeton
 - ▶ Vorspannung im Hoch- und Brückenbau
 - ▶ Brückenbau (Bewertungssysteme, Verstärkungskonzepte)
 - ▶ Textilbewehrter Beton
 - ▶ Nachhaltiges Bauen



3 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

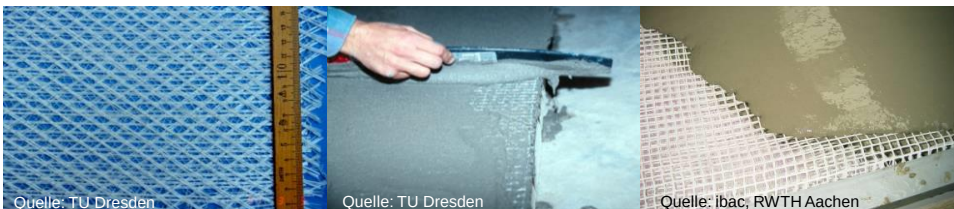
RWTH AACHEN
UNIVERSITY



Quelle: TU Dresden

Quelle: bauko, RWTH Aachen

Textilbewehrter Beton – Warum (braucht man das) und Wie (stellt man das her)?



Quelle: TU Dresden

Quelle: TU Dresden

Quelle: ibac, RWTH Aachen

4 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Chancen und Möglichkeiten

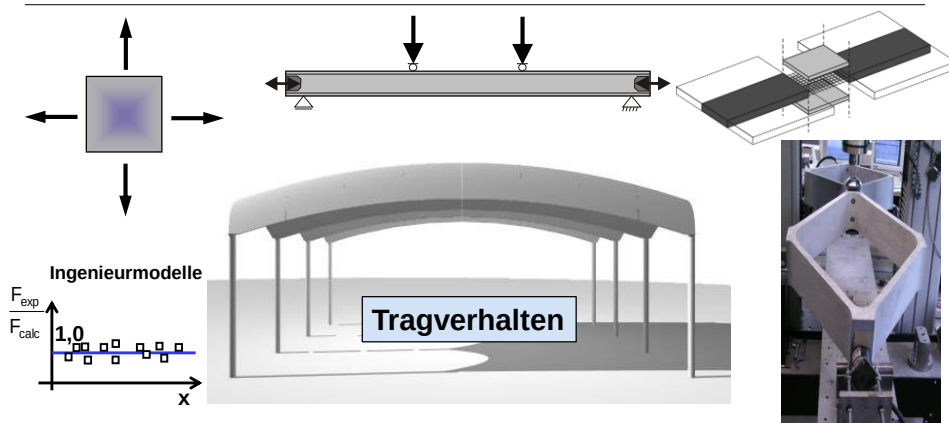


5 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Historie – Ausgangsbasis



SFB 528: Verstärkung / Instandsetzung (Dresden)
SFB 532: Technologie für Neubauteile (Aachen)
(Laufzeit 1999 – 2014, Grundlagenforschung)

DFG

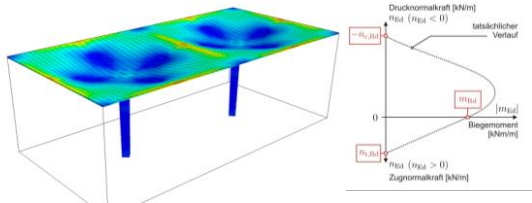
6 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY



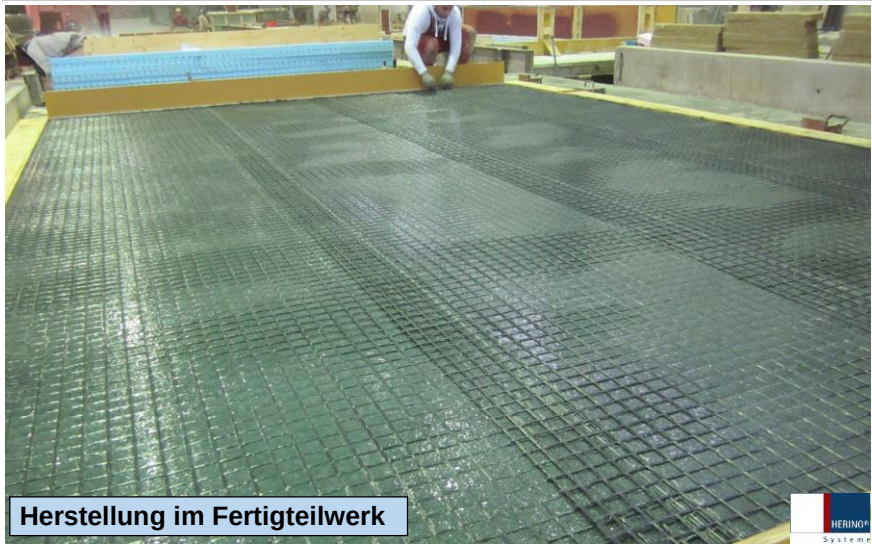
Die Entwicklung – Werkstoffe, Tragverhalten, Nachweiskonzepte



7 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



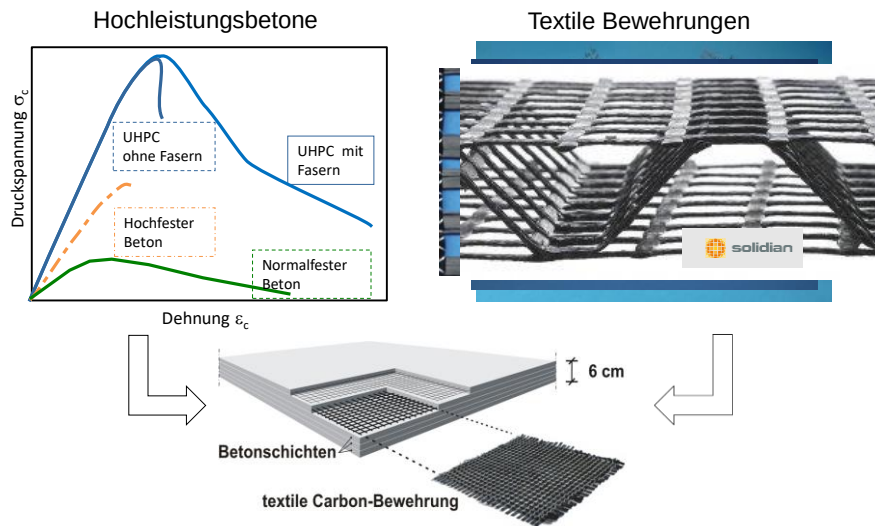
Material - Beton



8 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Material Zusammenfassung



9 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

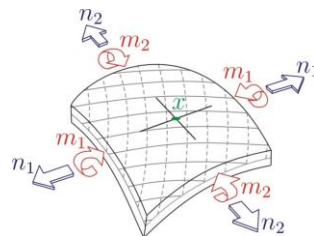
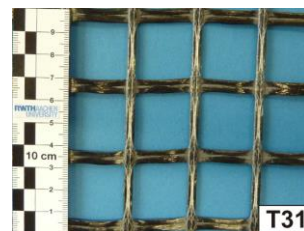
IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Nachweiskonzepte Grundlagen

Nachweiskonzepte abhängig von

- Textil und Tränkung
 - erreichbaren Textilspannung im Bauteil
 - Verankerungslänge
- Tragstruktur
 - Balken
 - Platten
 - Schalen
- Beanspruchung



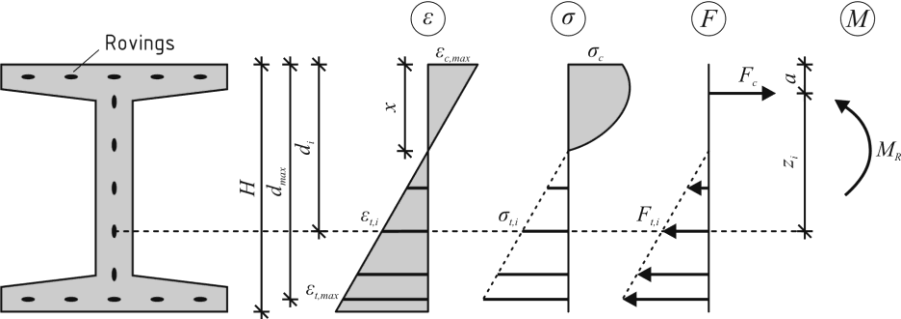
10 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Nachweiskonzept
Biegung

Modell in Analogie zum Stahlbetonbau (Komponentenmethode)



$$M_{u,cal} = \sum_i F_{t,i} \cdot z_i$$

11 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Nachweiskonzept
Biegung

Bemessungstabelle

Bemessungstabelle Für Biegung mit Normalkraft

$$\mu_{edt} = \frac{M_{edt}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$
$$\text{mit } M_{edt} = M_{ed} - N_{ed} \cdot z_s$$
$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

$$A_t = \frac{1}{\sigma_{td} \cdot \lambda_{td}} \cdot (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{ed})$$
$$\text{mit } \sigma_{td} = \sigma_{tk} / \gamma_t$$

μ_{edt}	ω	$\xi = x/d$	$\zeta = z/d$	$\epsilon_{ct}/\epsilon_{cu1}$	ϵ_{t1}	λ_{td}
[-]	[-]	[-]	[-]	[‰]	[‰]	[-]
0,01	0,0102	0,063	0,979	0,19	8,0	1,00
0,02	0,0206	0,089	0,970	0,28	8,0	1,00
0,03	0,0312	0,110	0,963	0,35	8,0	1,00
0,04	0,0418	0,127	0,957	0,41	8,0	1,00
0,05	0,0526	0,142	0,951	0,47	8,0	1,00

12 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Nachweiskonzept Biegung

EP-getränkte Textilien

Rovingzugfestigkeit im Biegekörper wird erreicht

Bemessungsmodell / Bemessungshilfen für Rechteckquerschnitte + Plattenbalken

Voraussetzung: Stabförmiges / plattenartiges Bauteil

Offen / in Bearbeitung

Nachweis-/Bemessungsmodelle für komplexere Strukturen (z. B. Schalen)

abgesicherte Nachweis-/Bemessungsmodelle für andere Textilien

abgesicherte Nachweis-/Bemessungsmodelle für Querkraft, Torsion_T

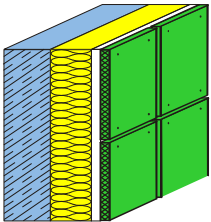
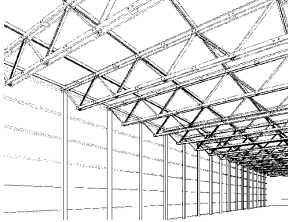
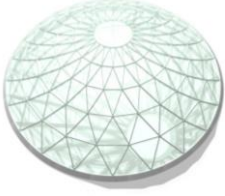
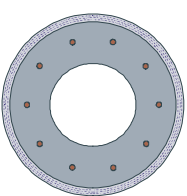
Allgemeingültiges Sicherheitskonzept z.B. Wert für den Teilsicherheitsfaktor γ_T

13 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Anwendungen

Hüllsysteme	Integrale Bauteile	Balken-/Stabtragwerke
		
Schalentragwerke	Verstärken	Gebrauchsgüter
		

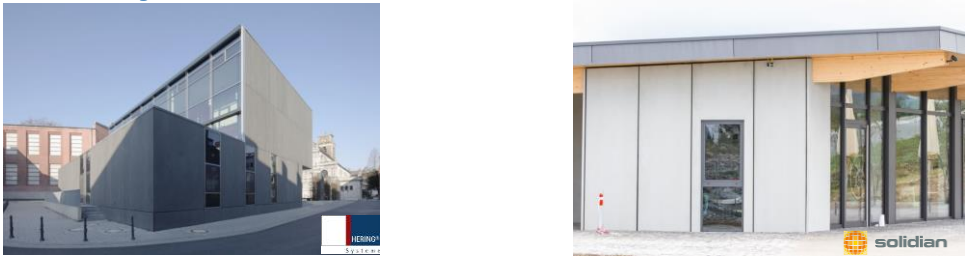
14 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY



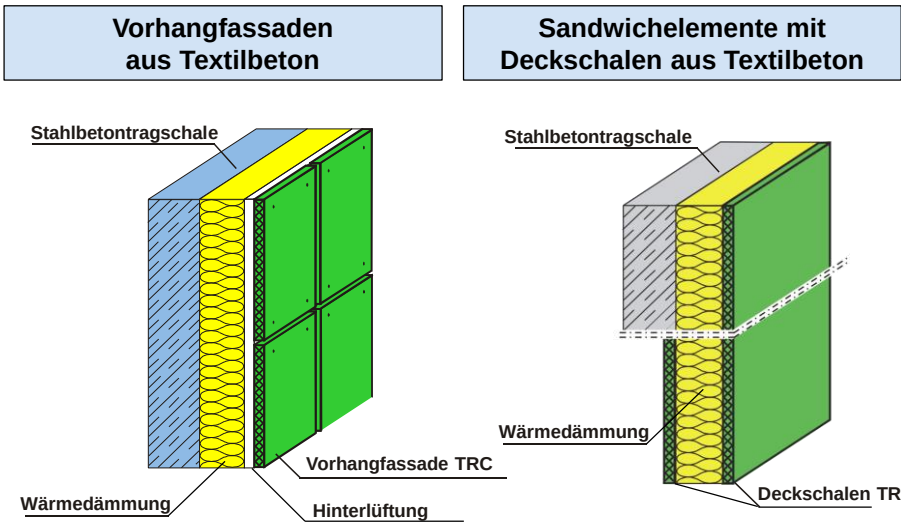
Renaissance und Multifunktionalität –
Hüllsysteme aus Textilbeton



15 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für Massivbau
RWTH AACHEN UNIVERSITY

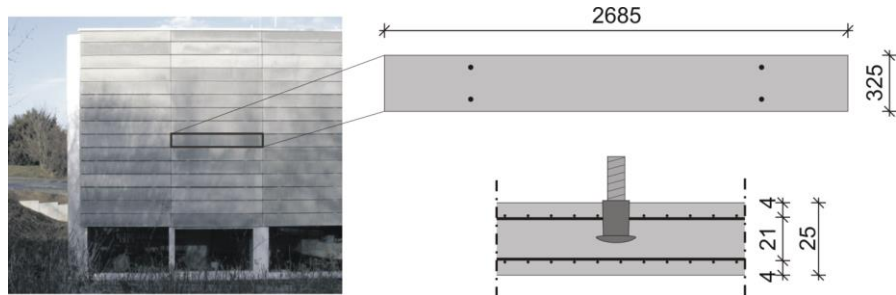
Hüllsysteme: Allgemeines



16 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für Massivbau
RWTH AACHEN UNIVERSITY

Hüllsysteme: Kleinformatige Vorhangfassaden Versuchshalle des IMB, RWTH Aachen (2001)



Projektdaten

- Gesamte Fassadenfläche: ca. 200 m²
- Einzelelement: $A = 0,87 \text{ m}^2$
- AR-Glas mit Polyacryltränkung
- Metallische Befestigungssysteme



17 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Hüllsysteme: Kleinformatige Vorhangfassaden Community College Leiden (Niederlande, 2010)



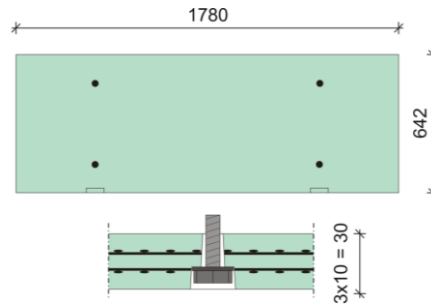
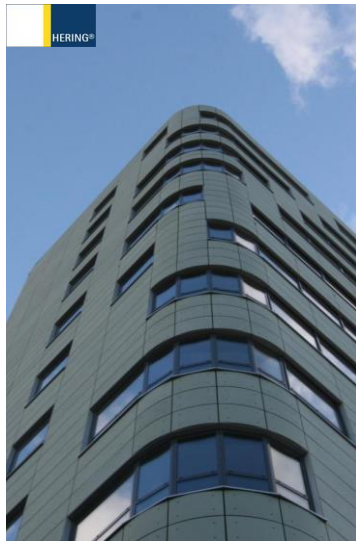
18 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

HERING®

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Hüllsysteme: Kleinformatische Vorhangfassaden Community College Leiden (Niederlande, 2010)



- Fassadenfläche: ca. 10.000 m²
- Einzelelement: A = 1,14 m²
- Carbon mit Epoxidharztränkung
- Metallische Befestigungssysteme
- Gebäudehöhe 50 m
- Flächenbelastung bis zu 3 kN/m²

19

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



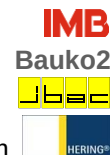
Institut für
Massivbau



Hüllsysteme: Großformatige Vorhangfassaden Versuchshalle des IMB, RWTH Aachen (2008)



- Fassadenfläche: ca. 400 m²
- Einzelelement: A = 12,25 m²
- Plattendicke 30 mm + Profilierung
- AR-Glas mit Epoxidharztränkung
- monolithisches Aussteifungssystem



20

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

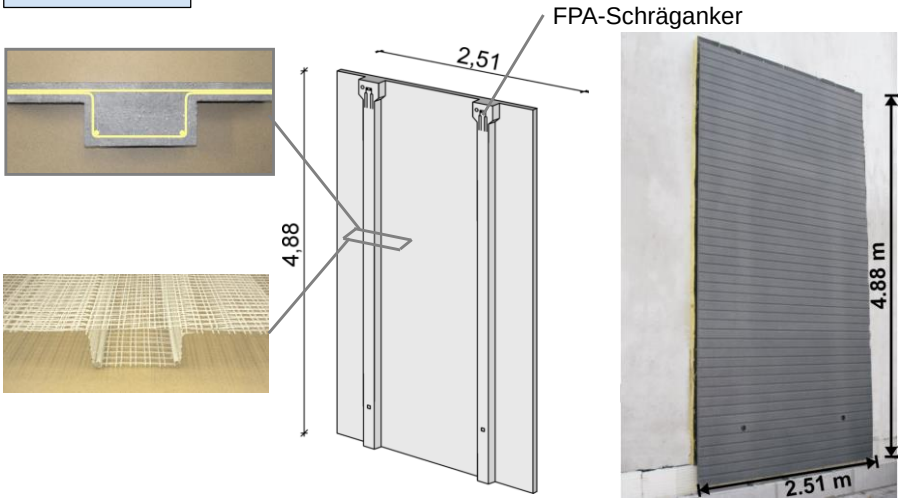


Institut für
Massivbau



Hüllsysteme: Großformatige Vorhangfassaden
Versuchshalle des IMB, RWTH Aachen (2008)

Konstruktion



21 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Institut für
Massivbau



Hüllsysteme:
Großformatige Vorhangfassaden

Klinikum Ulm (2010)



Hörsaalgebäude, Aachen (2010)

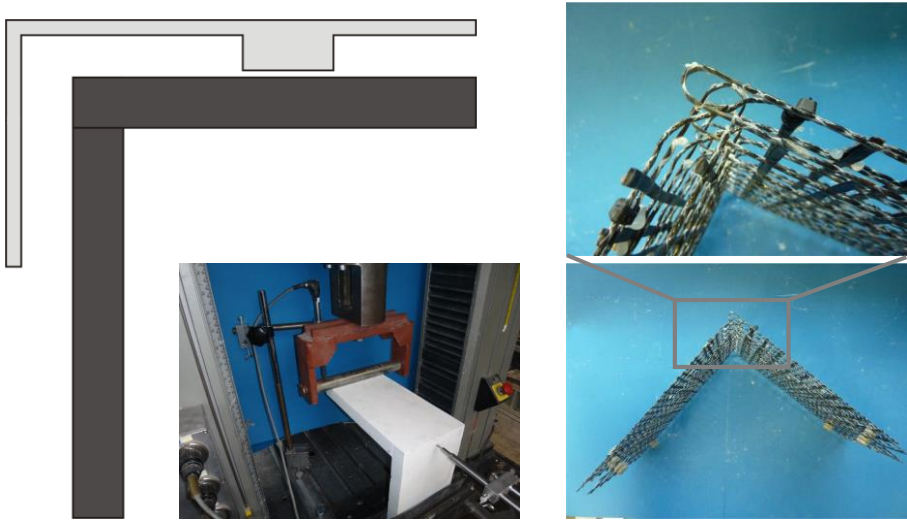
22 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Institut für
Massivbau



Hüllsysteme: Großformatige Vorhangfassaden
Abkantungen / Rahmenecken



23

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Institut für
Massivbau



Hüllsysteme
Anforderungen an Fassadenelemente

Großformatig	Hochwertige Oberfläche	Steglos
		

24

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Institut für
Massivbau



Hüllsysteme: Großformatige Vorhangfassaden NeuerMarkt, Neumarkt (2015)



25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

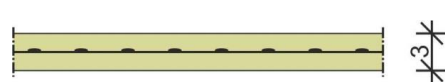
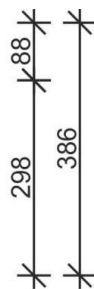
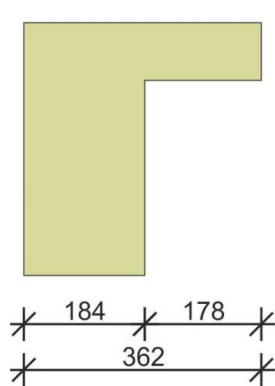


Institut für
Massivbau



Hüllsysteme: Großformatige Vorhangfassaden NeuerMarkt, Neumarkt (2015)

Projektdaten



- Fassadenfläche: ca. 1000 m²
- Einzelelement: $A_{\max} = 8,7 \text{ m}^2$
- epoxidharzgetränktes Carbondtextil
- Gebäudehöhe 20 m
- Windbelastung bis zu 1 kN/m²
- 4 Betonfarben

26. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Institut für
Massivbau



Hüllsysteme: Sandwichelemente „Innotex-Gebäude“, RWTH Aachen (2010)



- Fassadenfläche: ~ 600 m²
- Einzelelement: A = 3,4 m²
- 216 Elemente, 12 Typen
- statische + bauphysikalische Anforderungen

➡ Integrale/multifunktionale Fassaden

27

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

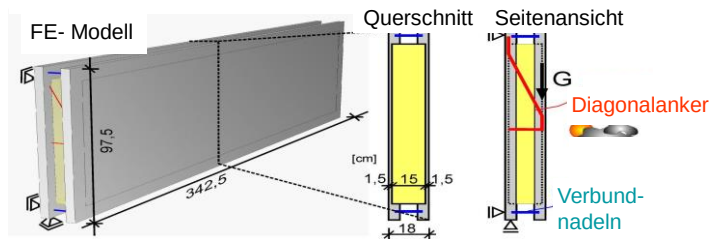
DuraPact

IMB

Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Hüllsysteme: Sandwichfassaden „Innotex-Gebäude“, RWTH Aachen (2010)



28

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

DuraPact

IMB

Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Hüllsysteme: Sandwichfassaden
„Innotex-Gebäude“, RWTH Aachen (2010)

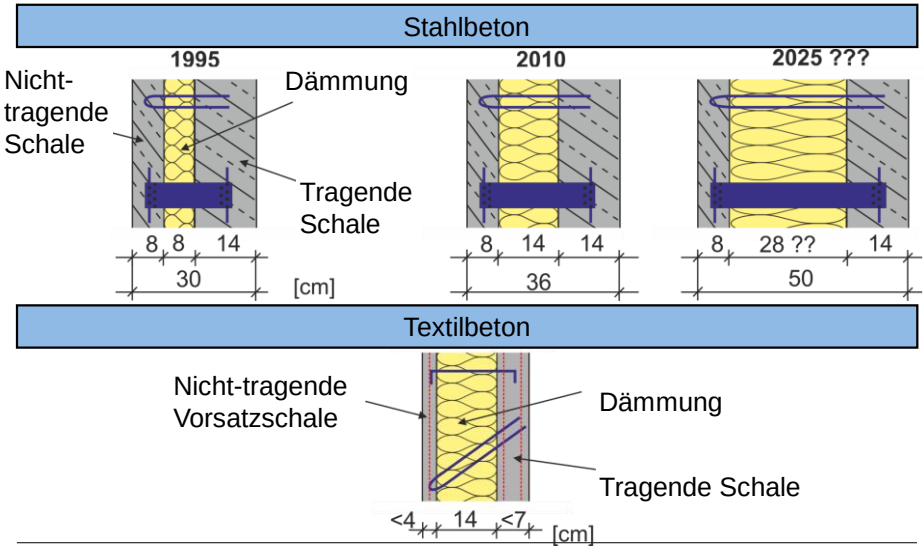
Konstruktive Durchbildung



29 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

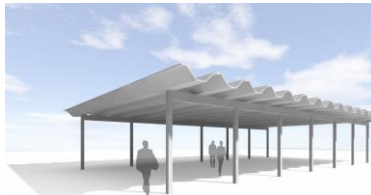


Hüllsysteme: Sandwichelemente
Fassadenaufbau



30 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



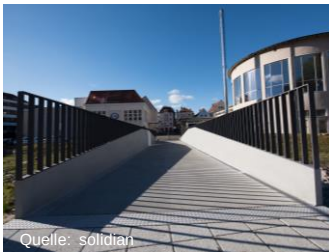


Quelle: bauko, RWTH Aachen



Quelle: TU Dresden

Leicht und filigran – Strukturbauteile aus Textilbeton



Quelle: solidian



Quelle: Hartwig N. Schneider Architekten Stuttgart

Strukturbauteile

Brücken – Fußgängerbrücken Oschatz (2005) / Kempten (2007)

- Spannweite: 9 m / 14 m
- Gewicht: 5 t / 8,5 t (25 % von NSC)
- Vorspannung ohne Verbund
- Betonwerk Oschatz GmbH
- TU Dresden



33

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

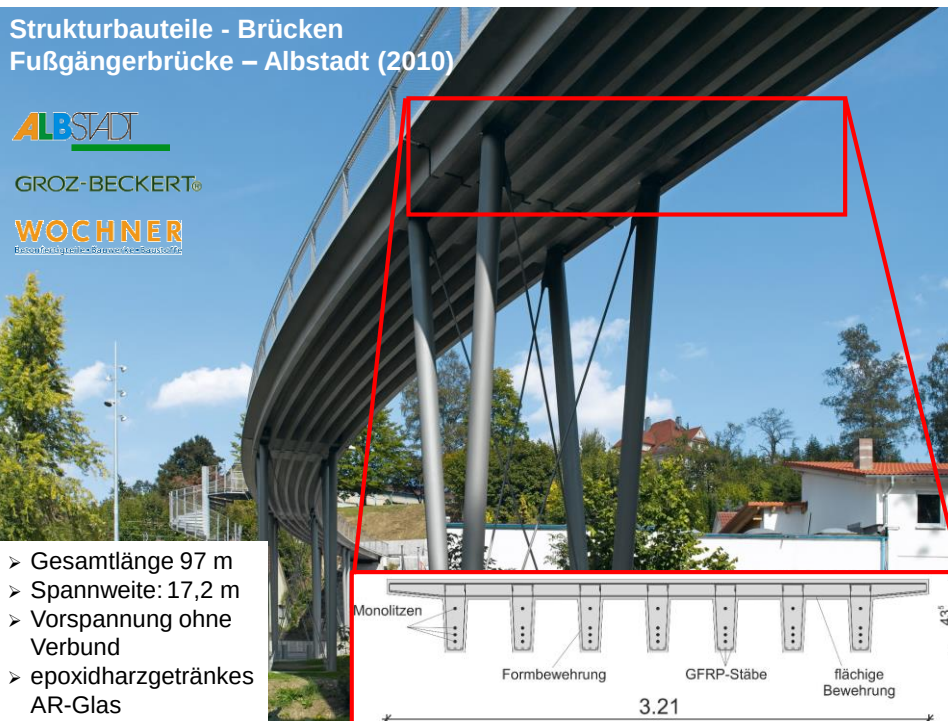
RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Strukturbauteile - Brücken Fußgängerbrücke – Albstadt (2010)

ALBSTADT

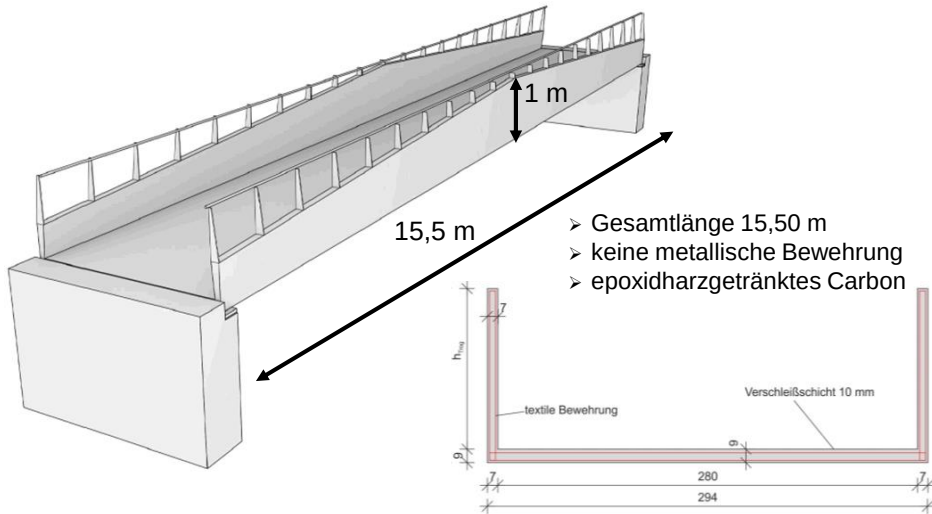
GROZ-BECKERT®

WOCHNER
Fertigbeton- und Stahlbauwerke



- Gesamtlänge 97 m
- Spannweite: 17,2 m
- Vorspannung ohne Verbund
- epoxidharzgetränktes AR-Glas

Strukturbauteile Fußgängerbrücke Albstadt-Ebingen (2015)



35 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



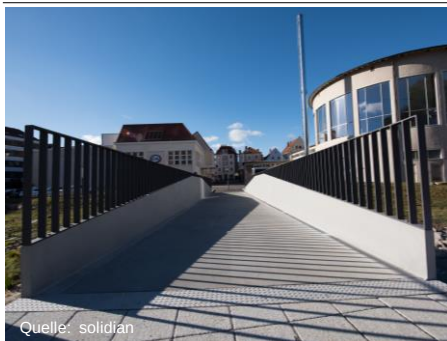
solidian



IMB Institut für
Massivbau



Strukturbauteile Fußgängerbrücke Albstadt-Ebingen (2015)



36 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



solidian



IMB Institut für
Massivbau



Strukturbauteile
Fußgängerbrücke Albstadt-Ebingen (2015)

Herstellung im Werk 



Tragfähigkeit im 1:1 Versuch

37 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



solidian



Institut für
Massivbau



Strukturbauteile
Fertigteilaragen (AbZ in Bearbeitung)



38 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



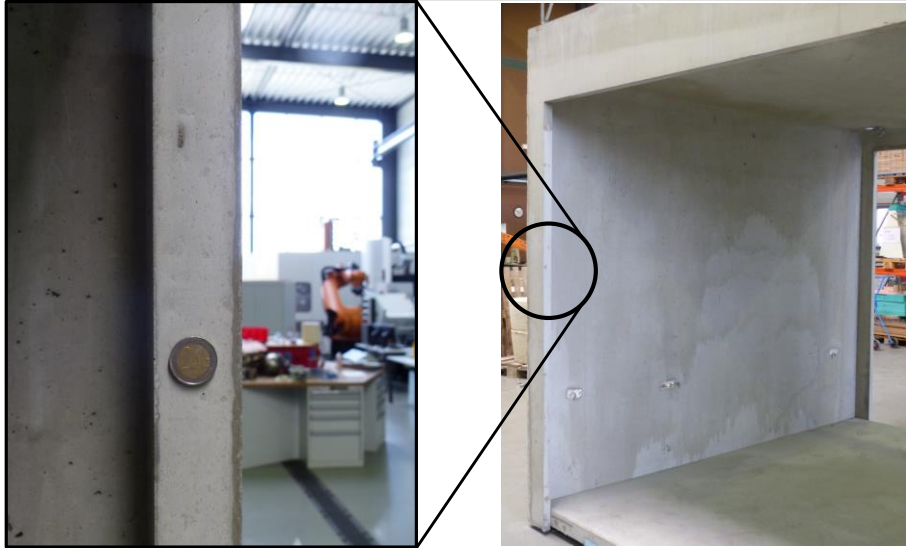
solidian



Institut für
Massivbau



Strukturbauteile Fertigteilgaragen (AbZ in Bearbeitung)



39 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



solidian



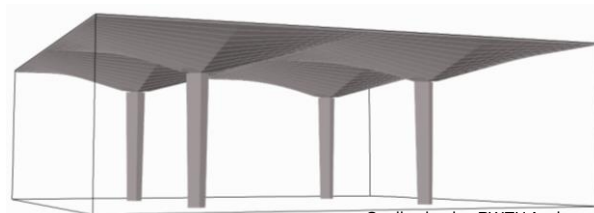
Institut für
Massivbau



Quelle: bauko, RWTH Aachen

Quelle: bauko, RWTH Aachen

Zurück in die Zukunft – Schalen und Falten mit Textilbeton



Quelle: bauko, RWTH Aachen

40 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Institut für
Massivbau



Schalen Historie



F. Candela,
Mexiko, 1953



Heinz Isler
Gartencenter
Camorino CH, 1973



Dirk Bornhorst,
Factory-Hall,
Venezuela, 1963



41 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

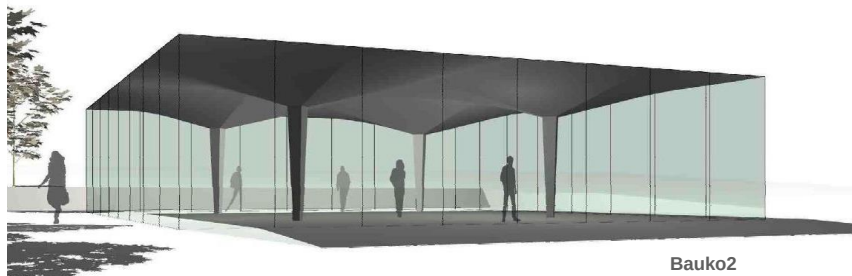
IMB

Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Schalen Hyparschale SFB 532, Aachen (2012)

Entwurfstudie SFB 532 Demonstrator



Bauko2

- Demonstration der Leistungsfähigkeit des Textilbetons
- Verifizierung der entwickelten Methoden + Prinzipien
- Transfer der Forschung in die Öffentlichkeit

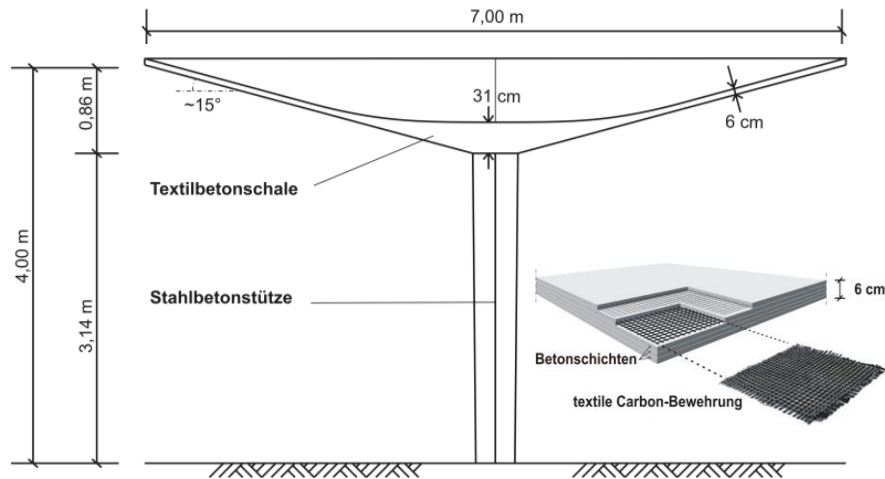
42 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB

Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Schalen Hyparschale SFB 532, Aachen (2012)



43 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB

Institut für
Massivbau

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Schalen Hyparschale SFB 532, Aachen (2012)



44 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

QC
Qualität

IMB

Institut für
Massivbau

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Schalen
Hyparschale SFB 532, Aachen (2012)



45 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Schalen
Hyparschale SFB 532, Aachen (2012): Fertiggestellter Rohbau



47 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



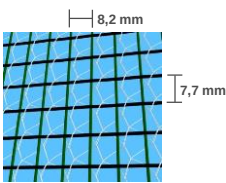
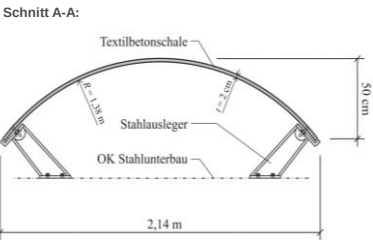
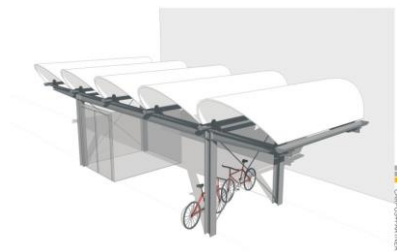
Schalen
Hyparschale SFB 532, Aachen (2015)



48 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Schalen
Tonnenschale Aachen (2013)



Carbon-Textil (ITA)

- 800 tex
- Tuchbindung
- ungetränkt

Feinbeton (Durapact)

- hochfest
- mit Kurzfasern (AR-Glas)
- spritzbar

49 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Schalen
Tonnenschale Aachen (2013)

Herstellungsmethodik



50 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Für die finanzielle Unterstützung durch das Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie im Rahmen eines ZIM-Kooperationsprojektes wird gedankt.

51 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton





Vorhandenes bewahren – Erhaltung und Ertüchtigung mit Textilbeton



52

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB

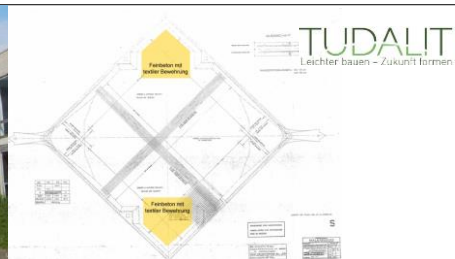
 Institut für
Massivbau

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Verstärken und Ertüchtigen Ausführungsbeispiel: Hyparschale FH Schweinfurt



Quelle: TUDALIT



Quelle: TUDALIT


 TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

53

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB

 Institut für
Massivbau

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Verstärken und Ertüchtigen AbZ für Plattenverstärkungen

TUDALIT®
Leichter bauen – Zukunft formen



Neuheit im Betonbau!

✓ Verstärkung von Stahlbeton
mit TUDALIT® (Textilbewehrter Beton)

✓ Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) Berlin
erteilt allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

✓ Ansprechpartner:
TUDALIT e.V.
Kerstin Schön
info@tudalit.de



TUDALIT e.V.
Freiburger Str. 37
01067 Dresden
Tel. +49 351 40470-400
Fax +49 351 40470-310
www.tudalit.de

- AbZ ab 07/2014
- anwendbar für Plattenverstärkung im Innenbereich
- erlaubt schlanke Verstärkungen im Beton- und Stahlbetonbau
- geeignet für schwierige räumliche Verhältnissen und im Denkmalschutz
- Anwendung nur durch zertifizierte Unternehmen



Hoher Qualitätsstandard

54 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

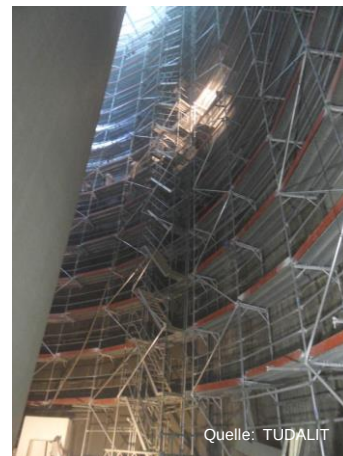
RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Verstärken und Ertüchtigen Ausführungsbeispiel

Zuckersilo Uelzen



Quelle: TUDALIT



Quelle: TUDALIT

55 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Verstärken und Ertüchtigen Rathaus Aachen – Glasbetonfenster Marienturm



Erbaut:
1964 von Graubner

Idee:
Glasbetonfenster
spiegeln
Bruchsteinmauerwerk

Material:
Glasdallen, Beton,
Stahl

56

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



solidian

Institut für
Massivbau

Verstärken und Ertüchtigen Rathaus Aachen – Glasbetonfenster Marienturm



Steine positionieren



Bewehrung einlegen



Betonieren



Nachbehandeln

57

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



solidian

Institut für
Massivbau

Verstärken und Ertüchtigen Rathaus Aachen – Glasbetonfenster Marienturm



58 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



solidian



Institut für
Massivbau



Verstärken und Ertüchtigen Anwendungsbereich: Wasserbauwerke

Problemstellung



Idee: Schutzschichten aus textilbewehrtem Spritzmörtel zur Instandsetzung von Wasserbauwerken

59 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

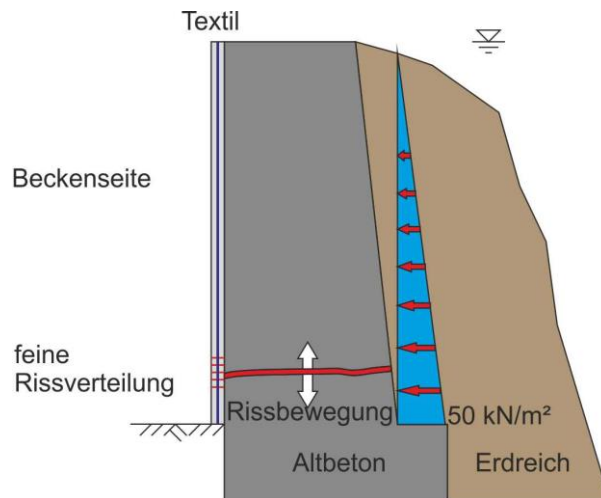


Institut für
Massivbau



Verstärken und Ertüchtigen Anwendungsbereich: Wasserbauwerke

Problemstellung



60

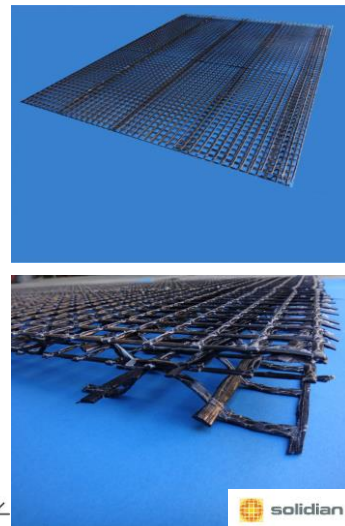
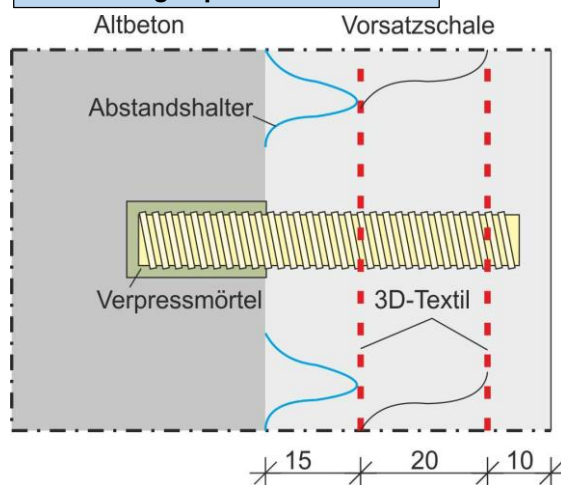
25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Verstärken und Ertüchtigen Anwendungsbereich: Wasserbauwerke (SFB 532 – TP T09)

Herstellung: Spritzen - 3D-Textil



61

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Verstärken und Ertüchtigen Anwendungsbereich: Wasserbauwerke (SFB 532 – TP T09)

Demonstratorwand



62 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Verstärken und Ertüchtigen Anwendungsbereich: Wasserbauwerke (SFB 532 – TP T09)

Aktueller Stand

Einbaufähigkeit Abstandshalter/ 3D Textil

- kein Spritzschatten
- keine Einbauungenauigkeit

Biegetragfähigkeit

- Anforderungen an Sanierungssystem werden erfüllt

Verankerung in der Vorsatzschale

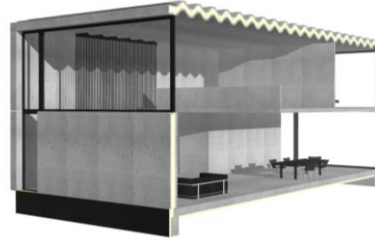
- Anforderungen an Sanierungssystem werden erfüllt
- $F_{Rd} = 11 \text{ kN}$ (Edelstahlanker)
- $F_{Rd} = 6 \text{ kN}$ (CFK-Konus mit 3D-Textil)

Anwendung an einem Wehrbauwerk wird zur Zeit geplant

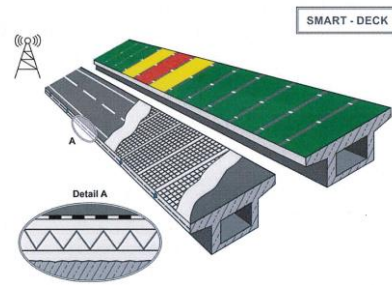
63 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY



Wie geht es weiter – Ausblick und Prognose



64

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB

 Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Ausblick: Tragende Sandwichelemente SFB-Demonstrator (2008)

Entwurfstudie Sandwichhaus



Quelle: bauko, RWTH Aachen

- Dachelemente
- Wandelemente
- Deckenelemente
- Fügungen

Demonstrator „Texhaus“



- Herstellung
- Fügung / Verbindung
- Tragverhalten



65

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB

 Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Ausblick Modulare Raumtragwerke aus Fertigteilen



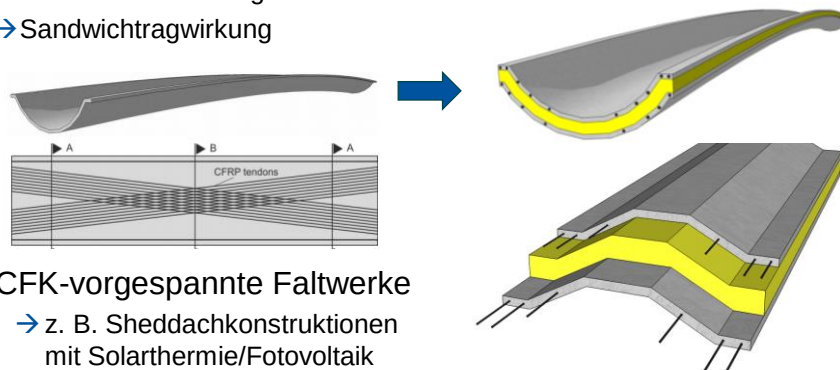
66 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Ausblick Vorgespannter Carbonbeton

- Vergrößerung der Spannweite
- CFK-vorgespannte Sandwich-Schalenträger
 - Vorspannung mit CFK
 - Sandwichherstellung durch Ausschäumen
 - Sandwichtragwirkung



- CFK-vorgespannte Faltwerke
 - z. B. Sheddachkonstruktionen mit Solarthermie/Fotovoltaik

68 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

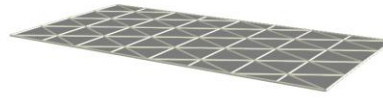
IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Ausblick Falten von Textilbeton

Idee

■ Origami-basierte Faltwerke



- Maschinelle Faltung
- Simulationsgestützter Entwurf
- Vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten

69

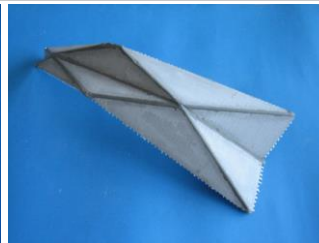
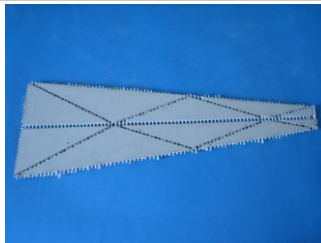
25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Schalen Falten von Textilbeton

Oridome - Modell



70

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Schalen
Falten von Textilbeton

Betonkanu



71 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Ausblick
Ertüchtigung von Brücken

1930	2015
Ermüdung	Querkraft

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton



Ausblick Ertüchtigung von Brücken

Herkömmliche Maßnahmen

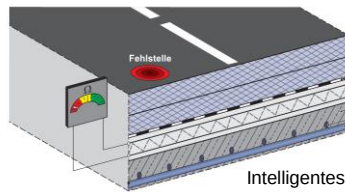


Ertüchtigung mit textiler Bewehrung

Querkraftverstärkung



BMBF-Projekt „Smartdeck“



Intelligentes multifunktionales
Verstärkungs- und Schutzsystem



25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Ausblick Richtlinien + Regelwerke

Überführung in die Baupraxis

Öffentlichkeit Allgemeine Informationen

Tragwerksplaner
und Architekten Leitfäden + Regeln für
Bauteile und Fügungen

Hersteller Produktkataloge +
verfügbare Werkstoffe

Offene Fragen

- Prüfverfahren
- Dauerstandverhalten
- Ermüdung (Brücken)
- Hochtemperatur
- Bemessung/Konstruktion
- Produktionstechnik
-

**Anwendungsrichtlinie
Textil-/Carbonbeton**

Ergebnisse aus Forschung + baupraktischer Anwendung

74 25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Filigrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

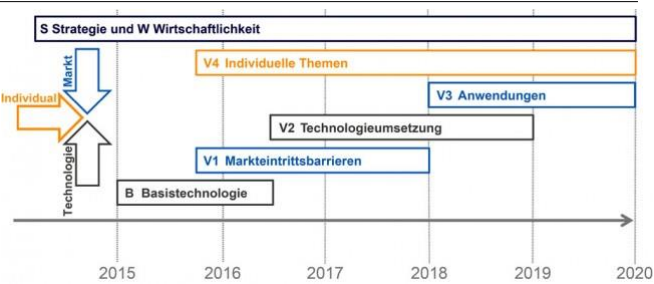
RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Ausblick Offene Fragen



C3 carbon
concrete
composite

Fördergeber:



Vorhaben :

- Basisvorhaben (technologieorientiert)
- Strategie (strategieorientiert)
- Markteintrittsbarrieren (marktorientiert)
- Technologieumsetzung (technologieorientiert)
- Anwendungen (marktorientiert)
- Individualvorhaben (explorativ)
- Wirtschaftlichkeit (wertschöpfungsorientiert)

<http://www.bauen-neu-denken.de/bauen-mit-carbonbeton/>

75

25. Bautechnisches Seminar NRW
Ratingen, 25.10.2016
Füllgrane Tragwerke und Fassaden aus Carbonbeton

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

Zusammenfassung

Neue Möglichkeiten für Architekten und Ingenieure

Innovativer + leistungsfähiger Werkstoff mit neuen Qualitäten

Leichte, schlanke, scharfkantige Bauteile

Hochwertige Betonoberflächen

Idealer Werkstoff für Fassaden, leichte Tragwerke + Ertüchtigen

Hohes Potenzial für viele zukünftige Anwendungen

Dank für die finanzielle Unterstützung:

- Deutsche Forschungsgemeinschaft / Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen / BMBF / Europäische Union
- BASF / Bayer Material Science / Dressler Bau / FBW / Groz-Beckert / Halfen / Hering Bau / Max Bögl / SGL Group / solidian / V. Fraas ...

IMB Institut für
Massivbau

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

www.imb.rwth-aachen.de

76

