

## Fortschritte bei Fertigung von profilierten Carbonpolymergarnen mit höchsten Verbundeigenschaften

Einen wesentlichen Beitrag zu mehr Energie- und Ressourceneffizienz leistet u. a. die sukzessive Substitution der klassischen Stahlbetonbauweise durch eine neue innovative Bauweise, bei der textile Strukturen aus Hochleistungsgarnen als Bewehrung zum Einsatz kommen.

Bislang erfolgt die Übertragung der Verbundkräfte im Textilbetonverbund durch glatte Garne in Kombination mit dem eingesetzten Imprägnierungssystem weitestgehend über einen stoffschlüssigen Haftverbund (Adhäsion) in der Faser-Matrix-Grenzschicht. Auf diese Weise kann das hohe zugmechanische Potential der Carbonfasern nicht voll ausgeschöpft werden. Es sind folglich große Verankerungs- bzw. Überlappungslängen der Textilbewehrungen erforderlich, um die im Bauteil wirkenden hohen Kräfte vom Beton auf das Textil tatsächlich übertragen zu können. Dies stellt ein wesentliches Defizit im derzeitigen Textilbetonbau dar.

Signifikante Verbesserungen zur Übertragung der Verbundkräfte versprechen Lösungen auf Basis von Formschlusseffekten, beispielsweise durch eine profilierte Garnoberfläche analog geripptem Betonstahl. Die Herausforderung besteht vor allem darin, eine definierte profilierte Textilarchitektur kontinuierlich in einer hohen reproduzierbaren Qualität zu generieren. Dabei sind die Vorteile der Hochleistungsfasergarne in Bezug auf deren hohe zugmechanische Eigenschaften (Festigkeit, Steifigkeit) und Flexibilität zu bewahren sowie



Laboranlage zur Herstellung von Carbongarnen mit tetraederförmiger Profilierung auf Grundlage tränkumformtechnischer Methoden

Foto: ITM/TU Dresden

die kontinuierliche Herstellung in einem industrietauglichen Prozess zu realisieren. In orientierenden Vorversuchen wurde nachgewiesen, dass die Tetraederform für ein gutes Verbundverhalten im Beton prädestiniert und gleichzeitig sehr gut mit einer automatisierbaren Anlagentechnik umsetzbar ist.

Die Ergebnisse der Voruntersuchungen zeigen, dass sowohl die zugmechanischen Eigenschaften der Einzelgarne als auch die Verbundeigenschaften

zum Beton (Auszug- und Zugfestigkeit) im Vergleich zu derzeit am Markt verfügbaren Materialien signifikant verbessert werden. Daher wurde am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) eine Laboranlage zur Herstellung von Carbongarnen mit tetraederförmiger Profilierung auf Grundlage tränkumformtechnischer Methoden entwickelt und umgesetzt.

Lars Hahn, Chokri Cherif  
ITM, TU Dresden



# Rückblick auf die 11. Carbon- und Textilbetontage

Rekordbeteiligung bei den **11. Carbon- und Textilbetontagen** am 24. und 25. September 2019 in Dresden: über 350 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus acht Nationen konnten sich bei 57 Vorträgen und vier Impulsseminaren über den aktuellen Stand der Anwendung

und Forschung im Bereich Textil-/Carbonbeton informieren. Erstmals gab es eine Simultanübersetzung der Vorträge ins Englische.

Am Ergebnis- und Erfahrungsaustausch mit nationalen und internationalen Re-

ferenten, 16 Ausstellern und den Fachleuten im Auditorium nahmen erstmals auf Einladung des TUDALIT e.V. auch zehn Studentinnen und Studenten teil – das Programm wird fortgesetzt (siehe Kasten unten links).

[www.carbon-textilbetontage.de](http://www.carbon-textilbetontage.de)

## Freie Tagungsteilnahme



Die eingeladenen Studentinnen und Studenten im Gespräch mit TUDALIT-Vertretern bei den 11. Carbon- und Textilbetontagen.

TUDALIT e.V. bietet zehn Personen die freie Tagungsteilnahme inkl. Übernachtung/Reisekostenzuschuss an den Carbon- und Textilbetontagen. Bewerber können sich Student\*innen ab dem 5. Semester.

(max. zwei Seiten) erfolgen. Bitte schicken Sie uns Ihre Bewerbung als PDF oder Word-Dokument. Gehen mehr als 10 Bewerbungen ein, entscheidet der Vorstand des TUDALIT e.V. über die Teilnahme.

**Der Bewerbungsschluss ist der 31. Juli 2020.**



[tudalit.de/nachwuchsfoerderung](http://tudalit.de/nachwuchsfoerderung)

## Industriepreis

Erstmals hat der TUDALIT e.V. einen **Industriepreis** ausgeschrieben. Gesucht werden **innovative Praxisanwendungen** von Beton mit nicht-metallischen Bewehrungen in Bauteilen und Betonwaren. Bewerben können sich **Bauunternehmen, Fertigteilehersteller, Planer und Architekten**, die innerhalb der vergangenen zwei Jahre Anwendungen von Textilbeton in der Praxis realisiert haben. **Bewerbungsunterlagen** für den mit 2.000 € dotierten Preis müssen bis spätestens 30. Juni 2020 an den TUDALIT e.V. (Freiberger Str. 37, 01067 Dresden) geschickt werden. Die Preisverleihung findet während der 12. Carbon- und Textilbetontage 2020 statt.

[www.carbon-textilbetontage.de](http://www.carbon-textilbetontage.de)

## 12. Carbon- und Textilbetontage

Die 12. Carbon- und Textilbetontage 2020 finden am 22. und 23. September 2020 in Dresden statt. Sie werden wieder als gemeinsame Tagung von C<sup>3</sup> e.V. und TUDALIT e.V. ausgetragen. Die Teilnahmegebühr beträgt für Vollzahler 690,00 €, für Early-Bird-Bucher bis 30. Juni 10% weniger. Mitglieder des C<sup>3</sup>-Konsortiums und des TUDALIT e.V. erhalten 25% Rabatt auf den Vollzahler-Preis.



[www.carbon-textilbetontage.de](http://www.carbon-textilbetontage.de)

# Punktuelle und flächige WHG-Dichtsysteme auf Basis von Carbonbeton

Entwicklung von Systemen für die Instandsetzung und Neubeschichtung von LAU-Anlagen

Auf Grund der besonders hohen Dichtigkeit von Carbonbeton als Aufbeton arbeitet die Koch GmbH an carbonbewehrten Dichtflächen. Dabei liegt der Fokus auf der Entwicklung von neuartigen Systemen für die Instandsetzung und Neubeschichtung von WHG-Flächen (z.B. LAU-Anlagen). Ziel ist es, monolitische Systeme mit einem dünnen Aufbau zu entwickeln, die den Untergrund vor wassergefährdenden Medien schützen. Dabei spielen sowohl Dichtigkeit des Betons, Rissverhalten im Verbundsystem (Carbonbeton), als auch mechanische Tragfähigkeit der Schicht eine große Rolle.

Ein carbonbewehrter Aufbeton eignet sich besonders als minimalinvasive Instandsetzungs- oder Neubeschichtungsmaßnahme für geschädigte flüssigkeitsdichte Betone. Dabei werden die vorhandenen oder zu erwartenden Risse langfristig verteilt, minimiert und abgedichtet. Nach der Sanierung verteilen sich die Risse aus dem Altbeton in eine Vielzahl von deutlich kleineren Rissen in der Carbonbetonschicht. Die dabei entstehenden Risse im Carbonbeton sind oft mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen (meist < 50 µm) und verhindern den Eintritt von Medien wie z.B. Wasser oder Öl. Zusätzlich kann durch die Lastverteilung auf das Gelege eine deutliche Reduktion der Rissbreiten vorhandener und zukünftig entstehender Risse im Altbeton beobachtet werden.

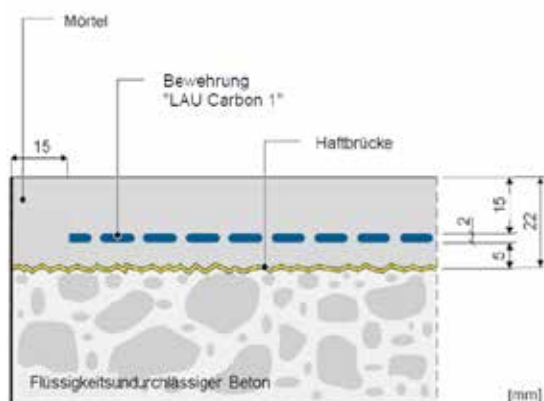


Abb. 1: Aufbau des Systems „LAU-Carbonbetonsystem 1“, nach Zulassung Z-74.11-180 (DIBt) beispielhaft für eine Flüssigkeit mit 15 mm Eindringtiefe

Ein optimales Carbongelege für die Herstellung der Dichtigkeit durch Rissbreitenminimierung in WHG-Flächen sollte dabei folgende Eigenschaften besitzen:

- ❑ große Mantelfläche (höhere Verbundspannung möglich)
- ❑ Oberflächenmodifikation, wie z.B. Absandung oder Umwicklung mit Wirkfaden (verbesserte Verbundspannungs-Schlupf-Beziehung)
- ❑ thermische und chemische Belastbarkeit
- ❑ lieferbar als Rollenware (Logistik und Einbau)

Der Einbettungsbeton muss zudem eine hohe Dichtigkeit gegenüber wassergefährdenden Medien aufweisen.

Auf Basis dieser Anforderungen entwickelte die Koch GmbH zwei Systeme:

1. LAU-Carbonbetonsystem 1 (System zur punkt- und linienförmigen Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit in LAU-Anlagen), nach abZ Z-74.11-180
2. LAU-Carbonbetonsystem 2 (Flächige Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit in LAU-Anlagen durch Carbonbeton Dichtschicht), abZ in Prüfung

## LAU-Carbonbetonsystem 1

Das entwickelte System wird direkt auf den vorbereiteten Untergrundbeton aufgetragen. Nach Applikation der Haftpflanze werden ein bis drei Lagen einer speziell modifizierten Carbonbewehrung in einem flüssigkeitsdichten Mörtel einlaminiert. Die Betondeckung richtet sich dabei



Abb. 2: Feldversuch zur Optimierung von carbonbewehrten hoch verschleißfesten WHG-Dichtflächen

nach der zu erwartenden Eindringtiefe der jeweiligen wassergefährdenden Flüssigkeit. Die Schichtdicke beträgt dabei lediglich 22 – 36 mm bei einer typischen maximalen Eindringtiefe von 15 mm. Die Prinzipskizze aus Abbildung 1 zeigt beispielhaft den Aufbau des Systems mit einer Bewehrungslage. Stöße erfolgen bei diesem System stumpf zur Altbetonkante. Ein Übergreifungsstoß der textilen Bewehrung entspricht der 5fachen Maschenweite.

## Carbonbeton-Dichtschicht (System 2):

Die entwickelte Schicht wird dabei unmittelbar auf die aufgeraute und mit Haftbrücke versehene Untergrundfläche aufgebracht. Der Fokus der Entwicklung lag dabei sowohl auf einer möglichst selbstnivellierenden und fließfähigen Anwendung, als auch auf Optik, Ebenheit und Rutschhemmung. Zudem wurde eine Vielzahl weiterer Parameter, wie z.B. Dichtigkeit, Verschleißwiderstand und mechanische Performance fortlaufend optimiert.

Das Ergebnis ist ein hochfester, flüssigkeitsdichter und hoch verschleißfester Vergussbeton. Die Prüfungen zur Erlangung einer abZ sind noch in Arbeit. In Abbildung 2 ist beispielhaft ein Feldversuch zur Optimierung der schlanken Dichtfläche dargestellt

# Heizen mit Kohlenstoff-Technologie

Die Heizfarbe von FutureCarbon passt sich individuellen Architekturen an

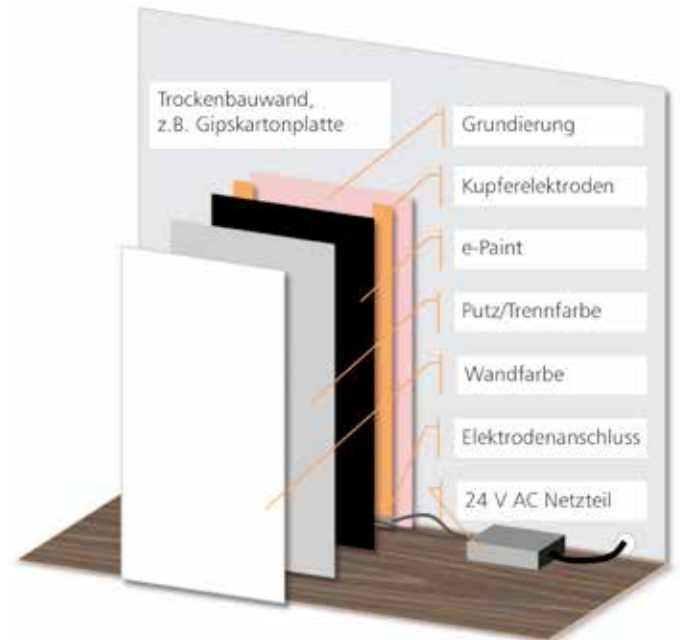
Mit Carbonbeton lassen sich neuartige Architekturen umsetzen. Eine innovative Lösung, um sie zu beheizen, bietet die *FutureCarbon GmbH* aus Bayreuth an. Das Hightech-Unternehmen hat eine kohlenstoffbasierte Heizfarbe entwickelt, mit der auch geschwungene Wände zur Heizfläche werden. Sie ist lösemittelfrei, schadstoffarm und wird mit Strom betrieben.

Konzipiert ist die kohlenstoffbasierte Heizfarbe *Carbo e-Paint* zum Temperieren und Heizen von gut gedämmten Innenräumen. Dort wird die kohlenstoffhaltige Dispersion in der vom Hersteller vorgegebenen Geometrie von 80 x 150 cm auf die Wand aufgetragen, um eine Heizleistung von 300 Watt zu gewährleisten, und anschließend über Kabel und Netzteil ans Stromnetz angeschlossen. Nach dem Prinzip der Widerstandsheizung entsteht Infrarotwärme. Als Elektro-

den dienen zwei hauchdünne Kupferbänder, die neben der Farbschicht angebracht werden. Sie sind so dünn, dass sie – wie die Heizfarbe auch – mit handelsüblicher Dispersion überstrichen werden können. Dadurch ist das Heizsystem nach der Installation praktisch unsichtbar.

## Hochleitfähige Kohlenstoff-Technologie

„Auf Grund der besonderen Rezeptur ist die kohlenstoffbasierte Dispersion elektrisch hochleitfähig“, erklärt Dr. Walter Schütz, Geschäftsführer von *FutureCarbon*. Eine geringe Spannung von 24 Volt genügt, um hohe Leistungen von 300 Watt pro Quadratmeter zu erzeugen. Damit ist die Infrarotheizung eine Ausnahme am Markt, denn durch die Niederspannung ist sie absolut berührungssicher. Das Heizsystem ist zudem langlebig, wartungsarm und effizient, weil es



Aufbau von Carbo e-Paint auf Gipsbauplatten in Innenräumen

Grafik: FutureCarbon GmbH

schnell reagiert und sich daher bedarfsgerecht steuern lässt.

Diese Vorteile hat man sich bereits bei vielen Bauprojekten zu Nutze gemacht, u. a. auch im Carbon Pavillon in Dresden. Dort werden bereits seit einem Jahr mit Carbo e-Paint die Sitzschalen beheizt. Die Geometrie der Heizflächen wurde ihrer

Form angepasst. Um Farbe und Kupferbänder optisch verschwinden zu lassen, wurden sie nach dem Auftragen mit Sperrgrund überstrichen und dünn mit Betonmasse verspachtelt. Ergebnis ist eine Heizlösung, die so individuell ist wie die Betonarchitektur, in die sie sich einfügt.

FutureCarbon GmbH  
www.carbo-e-therm.de

# Gütezeichen des Verbandes: TUDALIT® als Unionskollektivmarke

## Impressum

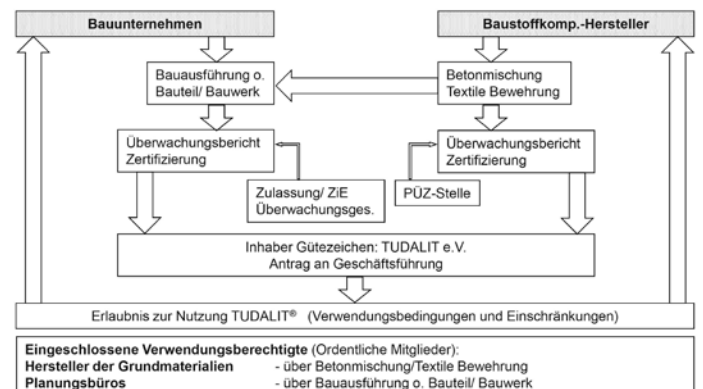
Herausgeber: TUDALIT e.V.  
Ulrich Assmann (Vorstand)

Freiberger Str. 37  
01067 Dresden  
Tel. +49 351 40470-410 ·  
Fax +49 351 40470-310  
info@tudalit.de

Redaktion:  
Ulrich van Stipriaan  
Kerstin Schön, TUDALIT e.V.  
Layout: Ulrich van Stipriaan  
Druck:  
addprint ag, Bannewitz

Im Oktober 2019 wurde die europäische Eintragung von TUDALIT® als Unionskollektivmarke (Gütezeichen des Verbandes) abgeschlossen. Alle ordentlichen Verbandsmitglieder haben jetzt bei Vorliegen der Voraussetzungen die Möglichkeit zur Nutzung des Gütezeichens TUDALIT® als Marketinginstrument. Die Satzung steht auf der Verbandshomepage.

[tudalit.de/verband/guetezeichen/](http://tudalit.de/verband/guetezeichen/)



Gütezeichen TUDALIT®: Abfolge der Gütezeichennutzung

Grafik: TUDALIT