

Recycling von Stahlfaserbeton

Prof. Dr.-Ing. Klaus Holschemacher

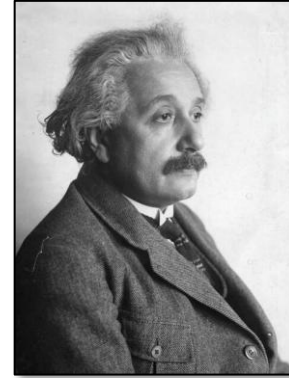
HTWK Leipzig, Institut für Betonbau (IfB)

klaus.holschemacher@htwk-leipzig.de



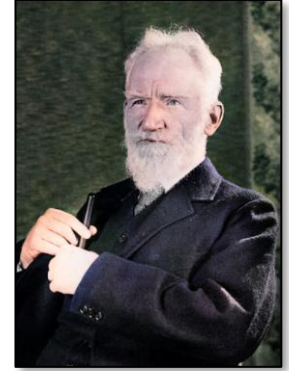
*Ich denke niemals an die Zukunft.
Sie kommt früh genug.*

Albert Einstein



*Alte Leute sind gefährlich; sie haben
keine Angst vor der Zukunft.*

George Bernard Shaw



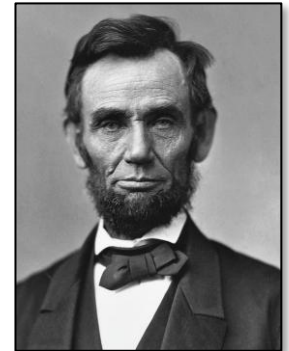
*Wer nicht über die Zukunft
nachdenkt, wird keine haben.*

Heiner Geisler



*Die beste Möglichkeit, die Zukunft
vorherzusagen, ist sie zu gestalten.*

Abraham Lincoln



Nachhaltigkeit

- Treibhausgase
- Energieverbrauch
- Ressourcenverbrauch
- **Kreislaufwirtschaft**
- ...



Recycling

→ Folgerungen

- Bauwerkserhaltung vor Neubau
- **Kreislaufwirtschaft konsequent umsetzen**
- **Strategie zum Recycling von Baustoffen und der Wiederverwendung von Bauteilen notwendig**

Deutschland:

Bereits jetzt 490 Tonnen verbauter Baustoff je Einwohner



Industrieböden

- 60% aller Industrieböden aus Stahlfaserbeton
- 10 mio m² Industrieböden aus Stahlfaserbeton
- Gründe
 - Zeit- und Kosteneffizienz
 - verbesserte (Nachriss-) Zugfestigkeit, Schlagfestigkeit, Rissverteilung
- enormes Recyclingpotenzial:
 - Annahme: 20 Jahre, 10 mio m², $h = 20$ cm, Fasergehalt 30 kg/m³
 - → 40 mio m³ SFB, 1,2 mio t Stahlfasern
- weitere Anwendungsgebiete: Tunnelbau, Fundamentplatten



Recyclingfähigkeit

→ <https://www.ast-ev.com/de/>

DE EN

Startseite

Unsere Aufgaben ▾

Informationen & Events

Downloads

Kontakt ▾

▸ Normung

▸ Forschung & Entwicklung

▸ Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit

Wussten Sie es schon? Stahlfaserbeton weist eine gute Recyclingfähigkeit auf. Darüber hinaus wirkt die Zugabe von Stahlfasern positiv auf die Dauerhaftigkeit und die Lebensdauer von Bauwerken.

Ein weiteres Aufgabenfeld der AST ist die transparente Darstellung von Environmental Product Declarations (EPD), um einen Vergleich von Stahlfaserbeton zu konventionellem und kunststofffaserbewehrtem Beton zu ermöglichen.



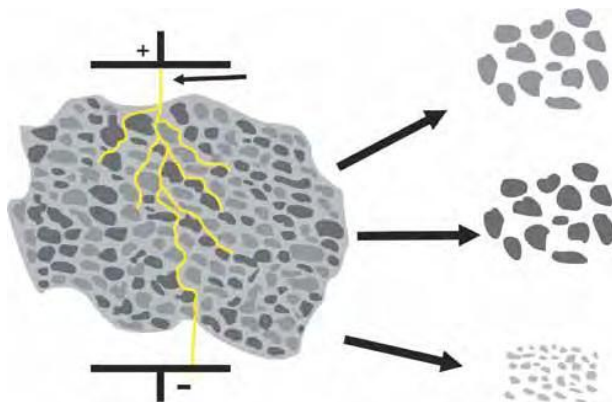
Recyclingfähigkeit

→ Stahlfaserbeton bisher kaum Gegenstand wiss. Untersuchungen

Elektrodynamische Fragmentierung



<https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.08.040>

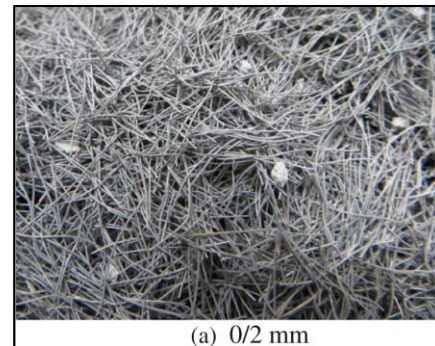


Quelle: <https://www.ibp.fraunhofer.de>

- Ultrakurze elektrische Impulse → Druckwellen
- Anwendbarkeit für verschiedenste Verbundwerkstoffe nachgewiesen

Bewertung:

- Anwendbarkeit im Labormaßstab für Betonbruch ≤ 40 mm
- gute Ergebnisse nur bei Kornfraktion 0 bis 2 mm
- hoher Energieeinsatz, geringe Prozessgeschwindigkeit



Zielstellung

- Rezyklierte Gesteinskörnung aus Stahlfaserbeton für RC-Beton anwendbar?
- Stahlfasern erneut einsetzbar? Oder besser Einschmelzen?
- Recyclingtechnologie?

Recyclingfähigkeit von Stahlfasern in Stahlfaserbetonen

SAB-Orientierungsvorhaben, 31.05.2023 – 30.11.2023, Vorh.-Nr. 100689166

Recyclingfähigkeit von Stahlfasern in Stahlfaserbetonen

SAB-Validierungsvorhaben, 01.06.2024 – 31.01.2026, Vorh.-Nr. 100711977

-
- Technologische Grundlagen
 - Nachhaltigkeitsparameter, Wirtschaftlichkeit

Studie zur Zirkularität und Anschlussnutzung von Industriefußböden aus Stahlfaserbeton

Private Förderung, 01.04.2025 – ...

Versuchsprogramm – Teil 1

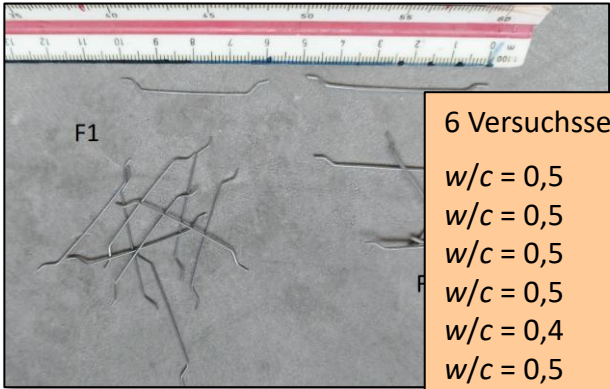
- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus **Stahlfaserbeton**
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit wiedergewonnenen Stahlfasern

Beton

Zement CEM 32,5
Zementgehalt 320 (360) kg/m³
w/z = 0,5 (0,4)
Flusssand und -kies, Größtkorn 16 mm

Stahlfasern

2 Stahldrahtfasern, $L_f/d_f = 40\text{ mm}/0,6\text{ mm}$ und $50\text{ mm}/0,9\text{ mm}$
Fasergehalt: 20, 50 und 80 kg/m³



6 Versuchsserien		
w/c = 0,5	F1	20 kg
w/c = 0,5	F1	50 kg
w/c = 0,5	F1	80 kg
w/c = 0,5	F2	50 kg
w/c = 0,4	F1	50 kg
w/c = 0,5	recF1	50 kg

Versuchsprogramm – Teil 1

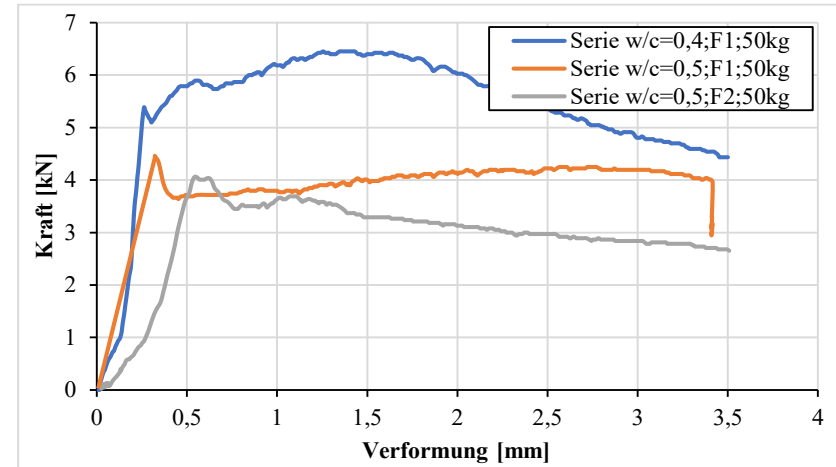
- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus
Stahlfaserbeton
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive
Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit
wiedergewonnenen Stahlfasern

Materialkennwerte

Beton: $w/z = 0,5$: $f_{c,cube\ m} = 38\ \text{N/mm}^2$

$w/z = 0,4$: $f_{c,cube\ m} = 55\ \text{N/mm}^2$

Stahlfaserbeton: Prüfung von Balken im 3-Punkt-Biegezugversuch



Versuchsprogramm – Teil 1

- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus Stahlfaserbeton
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit wiedergewonnenen Stahlfasern

Brechvorgang

→ auf Baustelle andere Dimensionen als im Labor



→ Labor-Backenbrecher + Magnetabscheidung

– in *Versuchsprogramm – Teil 2* zusätzlich Verwendung einer Labor-Prallmühle



Versuchsprogramm – Teil 1

- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus Stahlfaserbeton
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit wiedergewonnenen Stahlfasern

Brechvorgang

- Prüfkörper wurden mechanisch zerkleinert
- Verwendung von Backenbrecher + 3fache Magnetabscheidung
- 1 Brechdurchgang, Öffnungsmaß Backenbrecher: 30 mm
- Sieben der rezyklierten Gesteinskörnung
- Mengenbestimmung / Bewertung der Stahlfasern

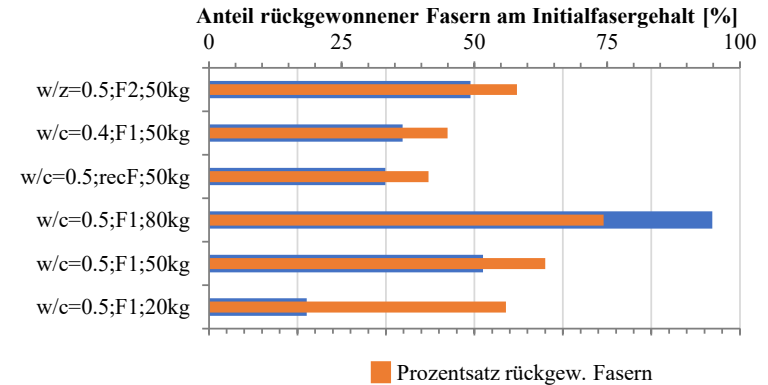


Versuchsprogramm – Teil 1

- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus Stahlfaserbeton
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit wiedergewonnenen Stahlfasern

Brechvorgang

- höherer Fasergehalt → geringere Prozessgeschwindigkeit
- Prallmühle → bessere Ergebnisse als Backenbrecher
- Menge rückgewonnener Fasern stieg mit Fasergehalt
- höhere Betonfestigkeit → weniger rückgewonnene Fasern
- Fasertyp ohne Einfluss

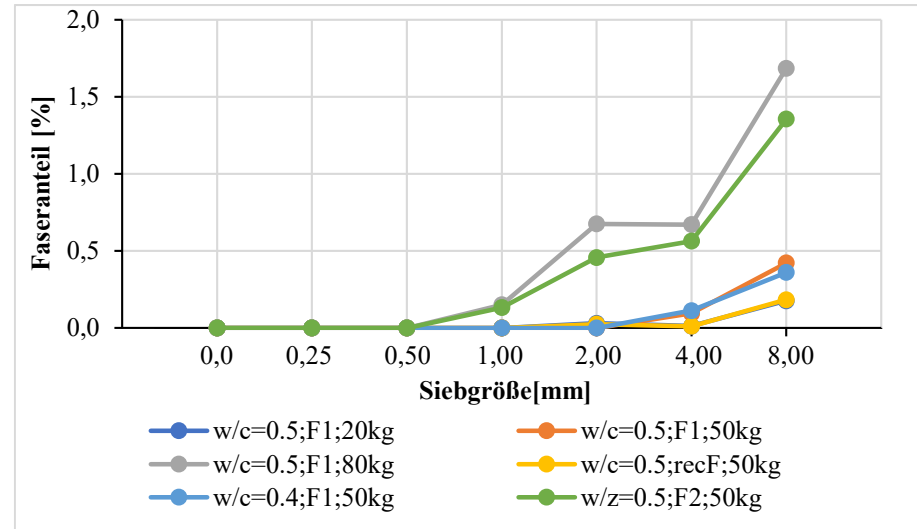


Versuchsprogramm – Teil 1

- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus Stahlfaserbeton
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) **Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern**
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit wiedergewonnenen Stahlfasern

Betonbruch

– Gewichtsanteil Stahlfasern bis Korngröße ≤ 4 mm relativ gering

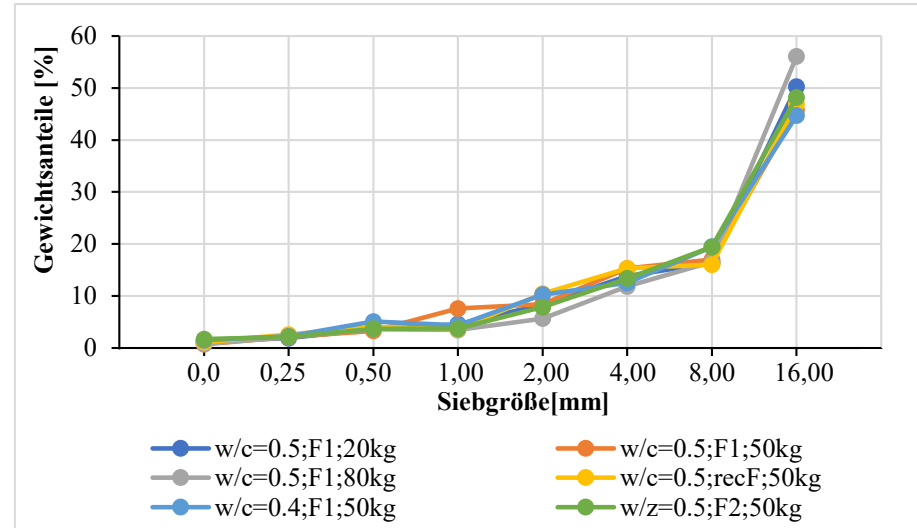


Versuchsprogramm – Teil 1

- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus Stahlfaserbeton
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) **Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern**
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit wiedergewonnenen Stahlfasern

Betonbruch

– Anteil grober Partikel relativ hoch



Versuchsprogramm – Teil 1

- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus Stahlfaserbeton
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) **Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern**
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit wiedergewonnenen Stahlfasern

Betonbruch

Geringe
Faseranhaftungen bei
Größtkorn < 16 mm



Problem: Größtkorn ≥ 16 mm
→ fast alle Fasern noch mit
Beton verbunden
→ nochmaliges Brechen
→ Prallmühle bessere Effizienz



Versuchsprogramm – Teil 1

- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus Stahlfaserbeton
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) **Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern**
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit wiedergewonnenen Stahlfasern

Stahlfasern



Klassifizierung der Fasern in

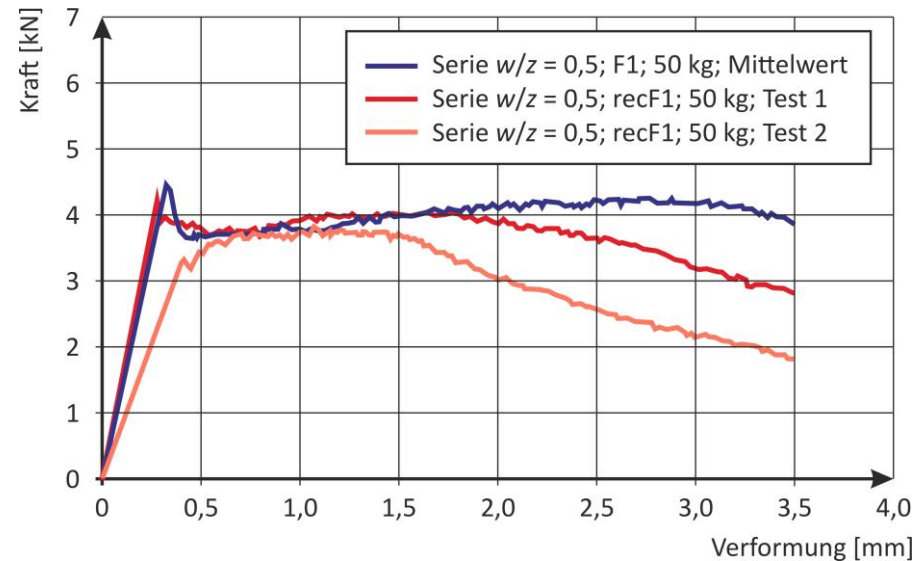
– unverformt	40%
– verbogen	35%
– stark deformiert	25%
– gebrochen	–

Versuchsprogramm – Teil 1

- 1) Herstellung von Prüfkörpern aus Stahlfaserbeton
- 2) Prüfung Materialkennwerte inklusive Nachrissbiegezugfestigkeit
- 3) Brechvorgang mit Backenbrecher
- 4) Evaluierung Betonbruch und Stahlfasern
- 5) Herstellung / Test von Prüfkörpern mit wiedergewonnenen Stahlfasern

Nachrissbiegezugfestigkeit

– überraschend hohe Effizienz der rez. Stahlfasern

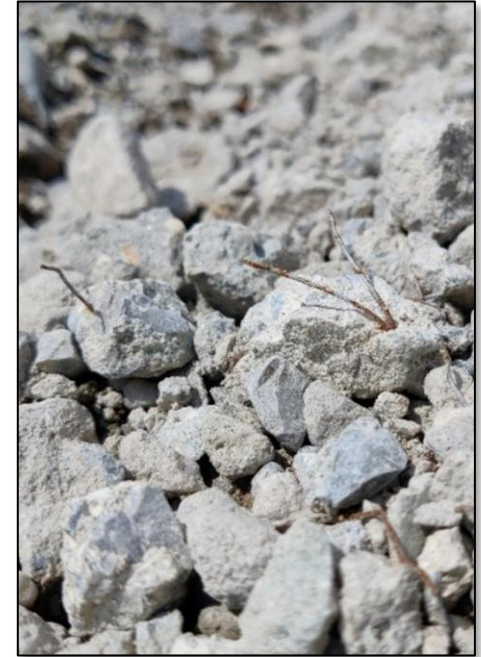


Schlussfolgerungen

- Recycling von Stahlfaserbeton mit vorhandener Technologie bis Fasergehalt 50 kg/m³ möglich
- gebrochene Körnung > 16 mm: Fasern noch mit Beton verbunden
- Effizienz wiedergewonnener Stahlfasern überraschend hoch

Ausblick

- Versuchsprogramm Teil 2 und 3
- Prallmühle effizienter als Backenbrecher
- Prüfung weiterer Faserarten
- Übertragung Laborergebnisse auf Baustellenverhältnisse
- Ermittlung von Energie- und Zeitaufwänden
- Nachhaltigkeits- und Wirtschaftlichkeitsbewertung
- mehrfaches Recycling?



Betonbauteile 2026

→ HTWK Leipzig, 17.03.2026

<https://www.beton.org/veranstaltungen/termine/details/16-tagung-betonbauteile-betonbauteile-2026/>



16. Tagung Betonbauteile „Betonbauteile 2026“

Dienstag, 17.03.2026

Veranstalter

HTWK Leipzig
Nieper-Bau, Raum N001
Karl-Liebknecht-Straße 134
04277 Leipzig

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig
Forschungs- und Transferzentrum e.V. an der HTWK Leipzig
InformationsZentrum Beton GmbH
Fachverband Beton- und Fertigteilwerke Sachsen/Thüringen e.V.

Vorläufiges Programm

08.30 Uhr Registrierung der Teilnehmer

09.15 Uhr **Begrüßung**
Prof. Dr.-Ing. Klaus Holschemacher, HTWK Leipzig, Institut für Betonbau (IfB)

09.30 Uhr **Paradigmenwechsel beim Bauen – warum und wie?**
Prof. Dr.-Ing. Manfred Curbach, Technische Universität Dresden, Institut für Massivbau

10.00 Uhr **Der Eurocode 2 der zweiten Generation 2026 – Evolution oder Revolution?**
Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin

10.30 Uhr **Elementdecken nach EC2:2025 + Entwurf des NA**
Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Bauermeister, Filigran Trägersysteme GmbH & Co. KG, Leese

11.00 Uhr **Besonderheiten bei der Planung von Ingenieurbauten – Neue ZTV-ING und neue ZTV-W**
Dr.-Ing. Thomas Richter, InformationsZentrum Beton GmbH, Berlin

11.30 Uhr Mittagspause

12.30 Uhr **3D-Gebäudedruck – Die Baustelle der Zukunft**
M.A. Alexander Hoffmann, Architekt, Korte Hoffmann Gebäudedruck GmbH, Beckum

13.00 Uhr **Untersuchungen zur Randausbildung von Fassadenplatten**
M.Sc. Tony Kulok, Sahlmann & Partner GbR, Leipzig

13.30 Uhr **Schnell, sicher und nachhaltig Bauen mit Betonfertigteilen**
M.Sc. Ayk Schmorde, Peikko Deutschland GmbH, Waldeck

14.00 Uhr **Internes Recycling von Betonschalungen zur Herstellung von Holzsäumen für Anwendungen im Betonfertigteilbau**
Marcel Keilholz, HABAU Deutschland GmbH, Heringen

14.30 Uhr Kaffeepause

15.15 Uhr **Faserverteilung in selbstverdichtendem Stahlfaserbeton**
Dr. rer. nat. habil. Heiko Herrmann, Tallinn University of Technology

15.45 Uhr **Nachträgliche Querkraftverstärkung und Durchstanzzverstärkung von Stahlbetonbauteilen**
Dr.-Ing. Jörg Appl, Hilti Deutschland AG, Kaufering

16.15 Uhr **Reibungsmindernde textile Gleitschicht zur Reduzierung des Bewehrungsbedarfs in Bodenplatten**
Dipl.-Ing. (FH) Florian Junker, HTWK Leipzig, Institut für Betonbau (IfB)

16.45 Uhr **Multifunktionale Bewehrung – Elektrische Direktheizung in Bauteilen aus Carbonbeton**
M.Eng. Tobias Rudloff, HTWK Leipzig, Institut für Prozessautomation und eingebettete Systeme (PAES)

17:15 Uhr **Schlusswort**