

# TABSOLAR – Materialentwicklung und Fertigung durchströmter Bauteile aus Ultrahochleistungsbeton (UHPC)

Dr.-Ing. Michael Hermann<sup>1</sup>, Dipl.-Ing. (FH) Paolo Di Lauro<sup>1</sup>, Dipl.-Ing. Franziska Kennemann<sup>1</sup>, Dipl.-Ing. Lotta Koch<sup>1</sup>, Dr.-Ing. Thomas Teichmann<sup>2</sup>, Dipl.-Ing. Tino Sablotny<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg, Telefon +49 761/4588-5409, [michael.hermann@ise.fraunhofer.de](mailto:michael.hermann@ise.fraunhofer.de)

<sup>2</sup>G.tecz Engineering UG, Angersbachstraße 12b, 34127 Kassel, Tel.: +49 561/8617555, [teichmann@gtecz.com](mailto:teichmann@gtecz.com)

## EINLEITUNG

Im Rahmen des BMWi-Forschungsprojekts TABSOLAR untersucht das Fraunhofer ISE gemeinsam mit den vier Industriepartnern G.tecz Engineering UG (haftungsbeschränkt), Betonfertigteile Spürgin GmbH & Co. KG, Visiotex GmbH und Zehnder GmbH sowie dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ein neuartiges Konzept für multifunktionale Bauelemente aus Ultrahochleistungsbeton (UHPC). Das Projektziel besteht darin, hieraus durchströmbare Komponenten zu entwickeln. Dies können neben Solarabsorbern auch Flächenheiz- oder Kühlelemente sein, z. B. Wandflächenheizungen oder thermoaktive Bauteilsysteme (TABS). Beim OTTI-Symposium „Thermische Solarenergie“ 2013 wurden bereits Ergebnisse zur spektralselektive Beschichtung auf UHPC-Substraten vorgestellt; in diesem Beitrag liegt der Fokus auf der Fertigung durchströmter Bauteile und den zugrundeliegenden Arbeiten.

## FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN

Untersuchung zweier Fertigungsverfahren:

- **Membran-Vakuumtiefziehverfahren**
- **Umgießen textiler Kanalstrukturen mit UHPC**

→ Zweites Verfahren erwies sich als aufwändig und führte nicht zu erwünschten Ergebnissen

→ Konzentration auf Membran-Vakuumtiefziehverfahren

## MATERIALENTWICKLUNG

- Quantz®-Technologie von G.tecz basiert auf **Charakterisierung der Ausgangsmaterialien** und **Ermittlung einer optimalen UHPC-Mischung** zum Erreichen der gewünschten Eigenschaften (z. B. Viskosität, Fließgrenze)
- **Rezepturen werden kundenspezifisch** auf Basis der lokal verfügbaren Ausgangsstoffe (Zement, Sand, Zusatzstoffe) **erstellt** (in diesem Fall von Projektpartner Spürgin)

## MEMBRAN-VAKUUMTIEFZIEHVERFAHREN

- **Konstruktion und Bau eines Werkzeugs** am Fraunhofer ISE
- **Entwurf geeigneter Kanalquerschnitte** auf Basis thermischer und hydraulischer Simulationen von Fraunhofer ISE und struktureller Simulationen von KIT (Abb. 1)
- **Entwurf eines FracTherm®-Designs** für eine Formplatte der Größe 340 mm x 460 mm (Abb. 2)

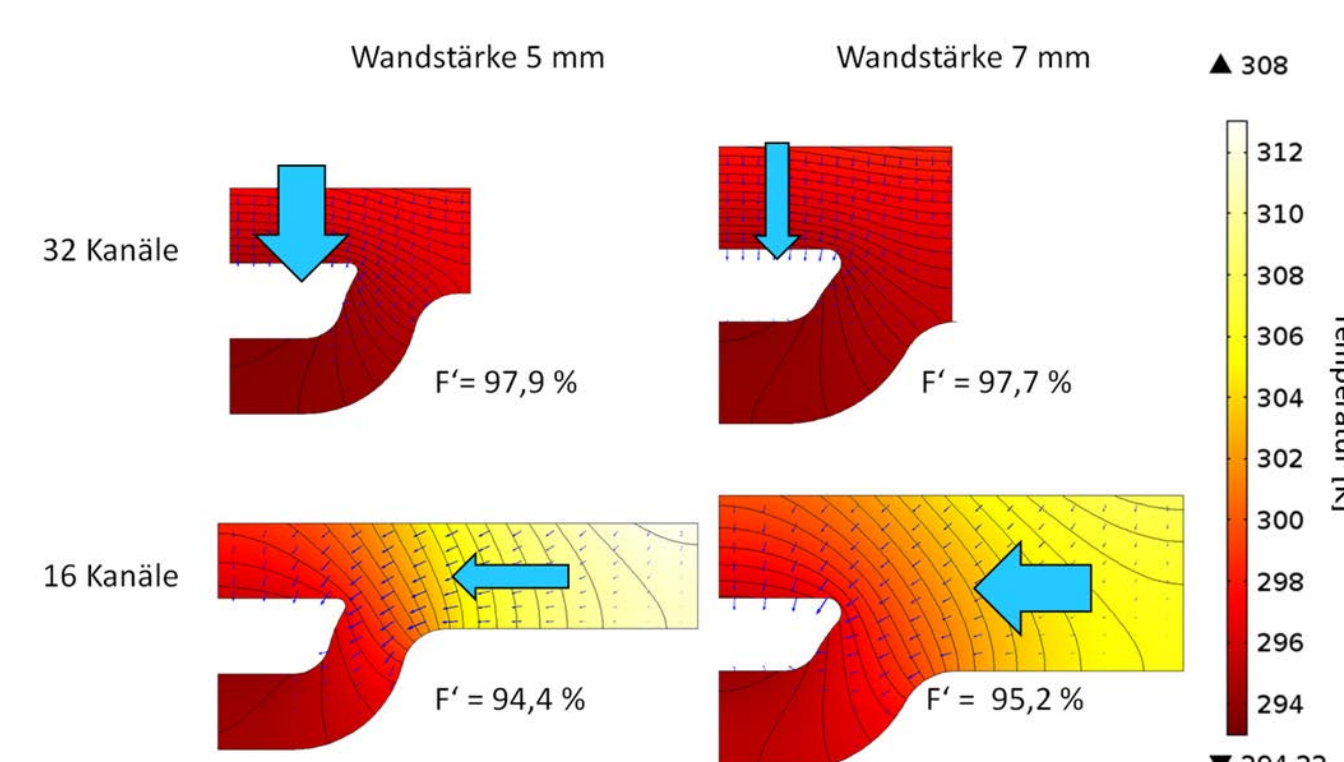
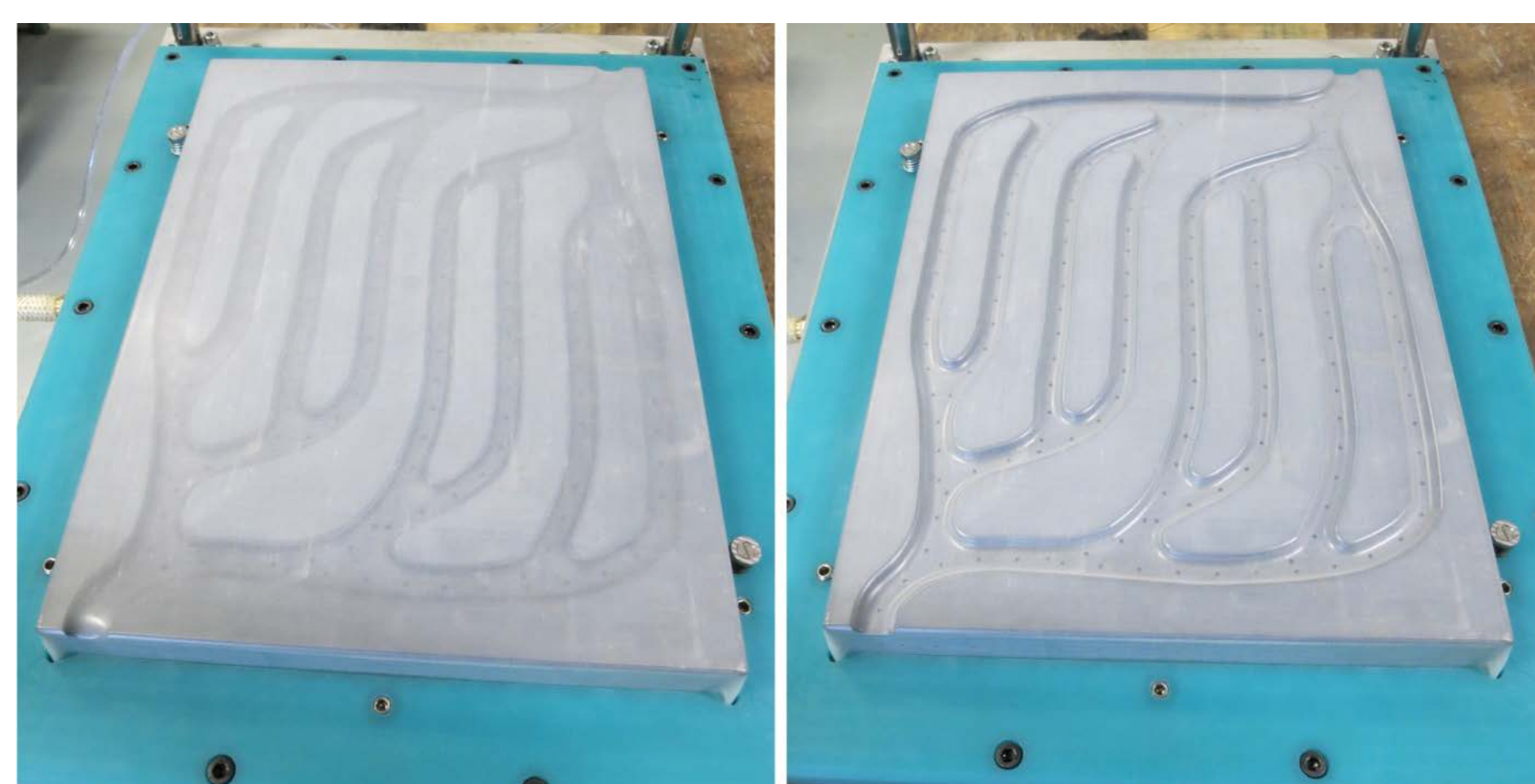


Abb. 1: Temperaturverteilung von TABSOLAR-Kanälen mit unterschiedlichen Kanalabständen und Wandstärken. Es werden in allen Fällen hohe Werte für den Kollektorwirkungsgradfaktor  $F'$  erreicht. Eine Erhöhung der Wandstärke hat je nach Kanalabstand unterschiedliche Auswirkungen auf  $F'$  (dominante Wärmeströme durch Pfeile gekennzeichnet).

Abb. 2: Formplatte mit eingefräster FracTherm®-Kanalstruktur und Membran ohne (links) und mit Vakuum (rechts). Bei dem Kanalwurf musste die spätere Kanalwandstärke berücksichtigt werden. Aufgrund geometrischer Einschränkungen wurde diese zunächst auf 3 mm reduziert.



## FERTIGUNG ERSTER MUSTER AUS UHPC

- **Versuche im Labor** von G.tecz mit Spürgin und Fraunhofer ISE (Abb. 3 bis 5)
- **Rheologische Herausforderung:** Fließeigenschaften so, dass Tiefziehen möglich ist, Kanäle aber nicht zufließen und kein Abtropfen auftritt

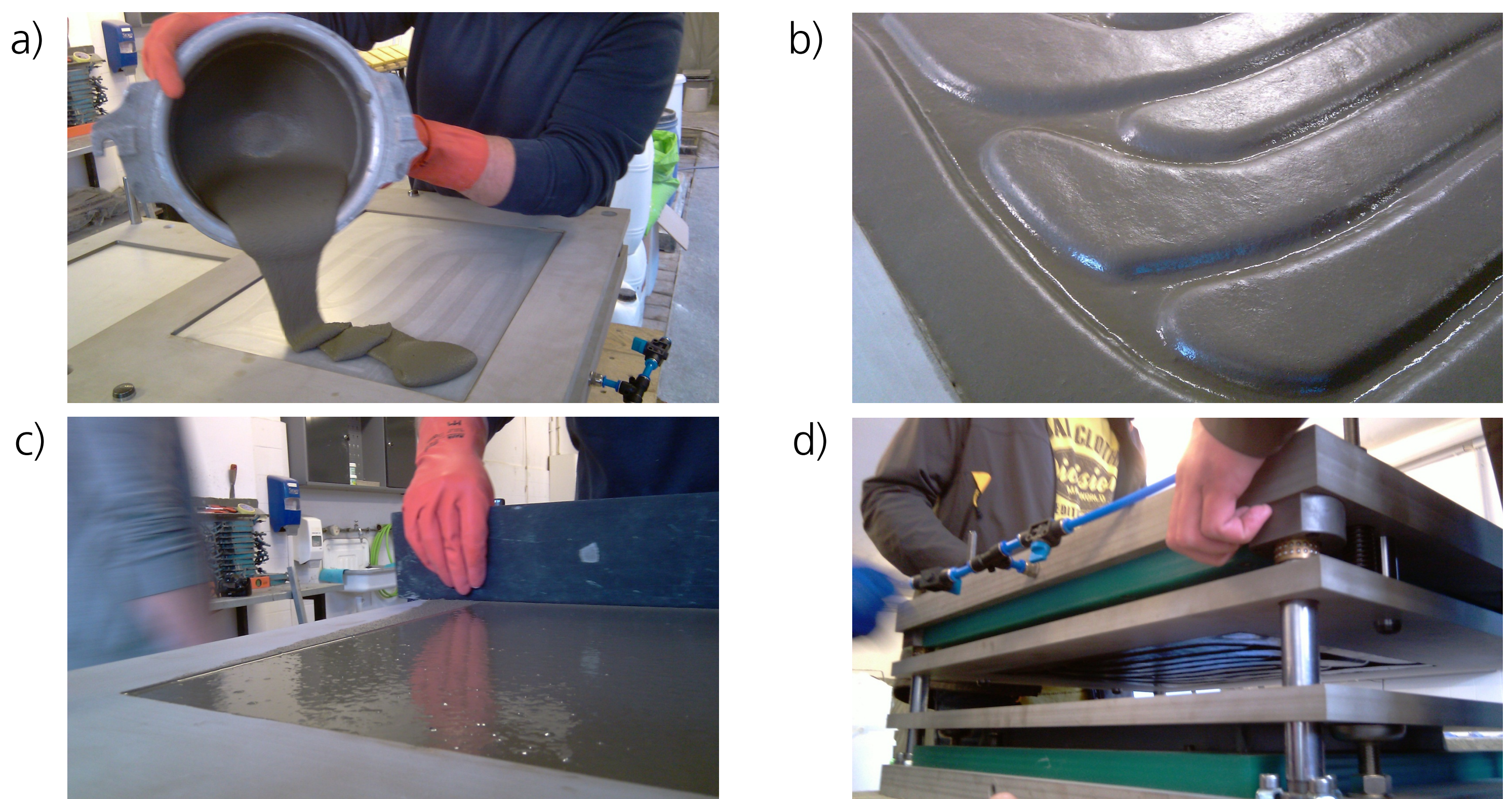


Abb. 3: Durchführung des ersten Membran-Vakuumtiefziehversuchs mit UHPC: a) Auftragen des UHPC, b) FracTherm®-Struktur nach Tiefziehen, c) Abziehen der ebenen Platte, d) Zusammenfügen von Ober- und Unterteil (UHPC noch frisch)



- **Sehr gute Abformung der Außenkontur**
- **Optimierungsbedarf** bei der Abbildung der Kanalquerschnitte
- **Vergrößerung der Zwickelradien** durch Verändern der Material- und Fertigungsparameter **notwendig**

Abb. 4: TABSOLAR-Element aus UHPC nach Ausschalen

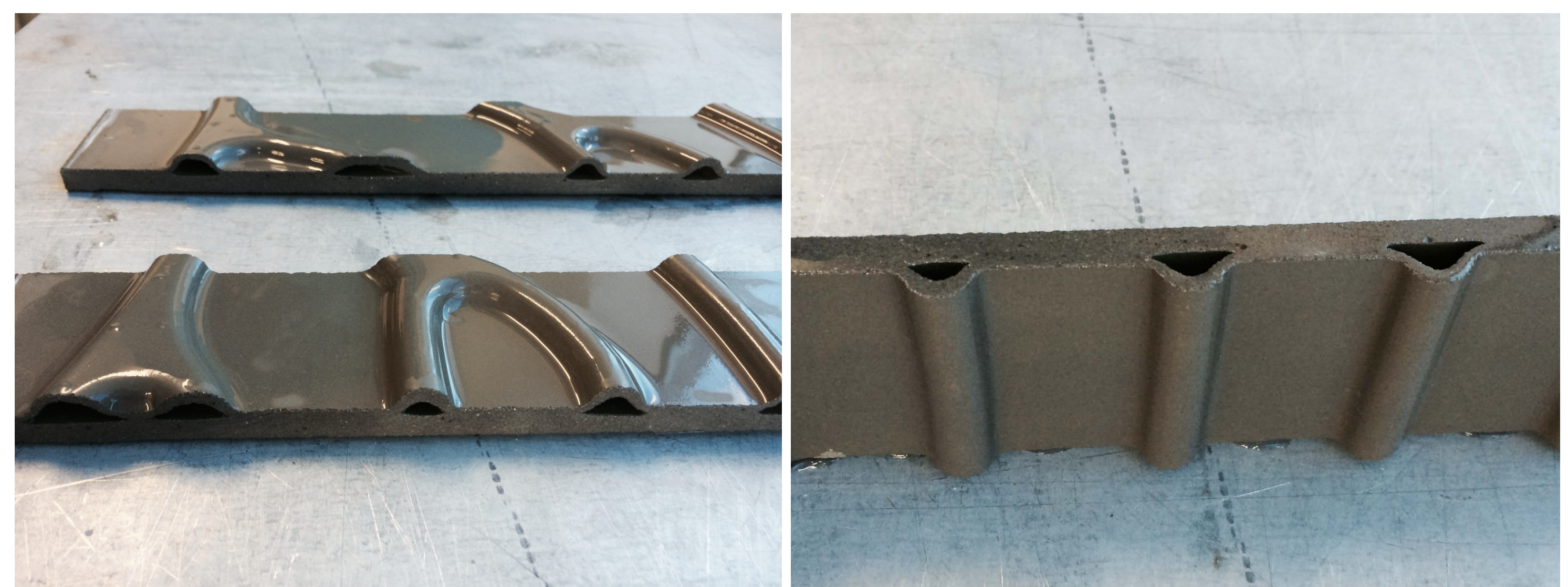


Abb. 5: Schnitte durch das TABSOLAR-Element (links) und Detail (rechts)

## FAZIT

- Konstruktion und Bau eines Werkzeugs und einer Formplatte für das Membran-Vakuumtiefziehverfahren
- Entwicklung einer geeigneten UHPC-Mischung
- Erste durchströmbare Bauteile erfolgreich aus UHPC hergestellt

→ **Fertigungsverfahren ist vielversprechend und soll weiter optimiert werden**

Die Autoren danken PTJ und BMWi für die Förderung des Projekts TABSOLAR (FKZ: 03ET1117D/A/C)