# Starker Verbund

Autor(en): **Kurath, Josef / Ringli, Alexis / Sturzenegger, Christoph**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **136 (2010)**

Heft 3-4: **Mischwesen**

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-109560

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# STARKER VERBUND

**Die Fachgruppe FVK der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) forscht seit mehreren Jahren mit Faserverbundkunststoff im Allgemeinen und mit Glasfaserkunststoff im Speziellen. Mit Unterstützung von Wirtschaftspartnern entstanden verschiedene Forschungsbeiträge. Bauwerke wie etwa die Erschliessungsbrücken zur «Wolke» an der Expo 02 basierten massgeblich auf diesem Know-how. Im Frühjahr 2009 wurde eine Brücke über die Eulach gebaut (TEC21 21/2009 S.11), in welcher GFK-Elemente in technisch/wirtschaftlich optimierter Form und im Verbund mit Stahlbauteilen erstmals in der Praxis eingesetzt wurden.**

Mit dem Einsatz digitaler Entwurfsinstrumente haben sich die formalen Ausdrucksmöglichkeiten des zeitgenössischen Bauens erweitert. Mit vergleichsweise geringem Aufwand ist es möglich geworden, freie Formen zu entwerfen und komplexe Volumina kontrolliert zu konzipieren. Damit entstehen am Computer jedoch zunehmend Entwurfsbeiträge, deren präzise bauliche Umsetzung einen grossen konstruktiven Aufwand bedingt – konventionelle Konstruktionsweisen und herkömmliche Materialisierungen stossen dabei an Grenzen. Mit der Verfügbarkeit von hochwertigem Faserverbundkunststoff (FVK) hat im Bauwesen ein vielseitiges, frei formbares Material Einzug gehalten, das den aktuellen Anforderungen Rechnung trägt. Dennoch sind und bleiben Bauten mit Freiformen Einzelfälle, meist spektakulär und dementsprechend aufwendig und kostenintensiv. Um die Vorteile von FVK in grösserem Umfang am Bau anzuwenden, müssen plane Systembauteile entwickelt werden, die sich zudem mit anderen Baumaterialien gut verbinden lassen. Eine Antwort auf die Frage nach einem solchen, industriell gefertigten Bauteil, das mit möglichst wenig Masse des relativ teuren Materials auskommt, wurde von der Fachgruppe FVK im «Platten-Scheiben-Modul» PSM gefunden. Dieses System wurde bereits zum Patent angemeldet (Pat. pend.). Wie erwähnt, wird die freie Form mit diesem Plattenelement stark eingeschränkt, das Modul bietet aber beträchtliche Vorteile gegenüber vergleichbaren massiven Bauteilen, wie Gewichtsersparnis, geringe Wärmeleitfähigkeit und Resistenz gegen Salzwasser und Frost.

## PILOTPROJEKT: FUSSGÄNGERBRÜCKE IN FVK/STAHL-VERBUNDBAUWEISE

Die neue Fussgängerbrücke in Winterthur über die Eulach, zwischen Talwiesenquartier und Scheco-Areal, wurde als Verbundkonstruktion in Stahl und FVK ausgeführt. Die Brücke hat eine Spannweite von 18 m und eine nutzbare Breite von 3.10 m und wird durch Fussgänger und leichte Fahrzeuge mit einer maximal zulässigen Achslast von 2.5 t benützt. Die leichte Bombierung gewährleistet den ungehinderten Durchfluss der Eulach bei Hochwasser.
Die oben liegenden Fachwerke haben Obergurte und Streben aus Baustahl. Den Untergurt für beide Stahlfachwerke bildet die Fahrbahnplatte aus PSM. Die Obergurte in GFK auszuführen wäre nicht sinnvoll gewesen, weil das zwar hoch belastbare, aber weiche Material sich statisch nicht gut als Druckelement eignet. Um die gleiche Steifigkeit mit einem GFK-Gurt zu erreichen, müsste man einen doppelt so grossen Durchmesser wählen oder die Querschnittsfläche verachtfachen. Dies wäre zu kostenintensiv, und ein grosser Querschnitt ist bei dieser Brücke aus ästhetischen Gründen nicht erwünscht. Zudem ist das Problem Salzwasser im Handlaufbereich wesentlich weniger stark zu gewichten als im Fahr- rsp. Gehbereich. Stahl bietet hier also wesentlich bessere Eigenschaften. Kohlefaserverstärkter Kunststoff (CFK) wäre auch möglich gewesen, aber dieses Material ist im Vergleich zu teuer. Die Wahl der Fahrbahnplatte in GFK mit einer darüber liegenden Verschleissschicht war wirtschaftlich und sinnvoll, weil das Material leicht, resistent gegen Salzwasser und Frost ist. Zudem ist die Platte dank den wenigen und einfachen Details sowie den grundsätzlich gutmütigen Eigenschaften von GFK bei Schäden sehr gut reparierbar.

### BRÜCKE SCHECO-AREAL, WINTERTHUR

**Bauherrschaft:**
Stadt Winterthur, Tiefbauamt, Rolf Maag
AXA Investment Managers Schweiz AG, Winterthur, Oliver Gruenberg
**Federführung und Projekt Tiefbau:**
ewp AG, Winterthur,
Gert Müller, Tobias Brügger
**Projekt Brückenoberbau:**
Staubli, Kurath & Partner AG, Zürich,
Peter Henckel, Cornelia Zimmermann
**Entwicklungsunterstützung:**
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut Bauwesen, Fachgruppe Faserverbundkunststoff FVK als Teil des Zentrums Konstruktives Entwerfen, Winterthur, Prof. Josef Kurath, Christoph Sturzenegger, Reto Meili, Silvano Matthaei, Christian von Moos, Toni Winiger
**Realisierung Oberbau:**
Tuchschmid AG, Frauenfeld,
Markus Fässler, Stephan Krause
**Realisierung GFK-Fahrbahnplatte:**
Swissfiber AG, Zürich,
Baseli Giger, Peter Aeschlimann



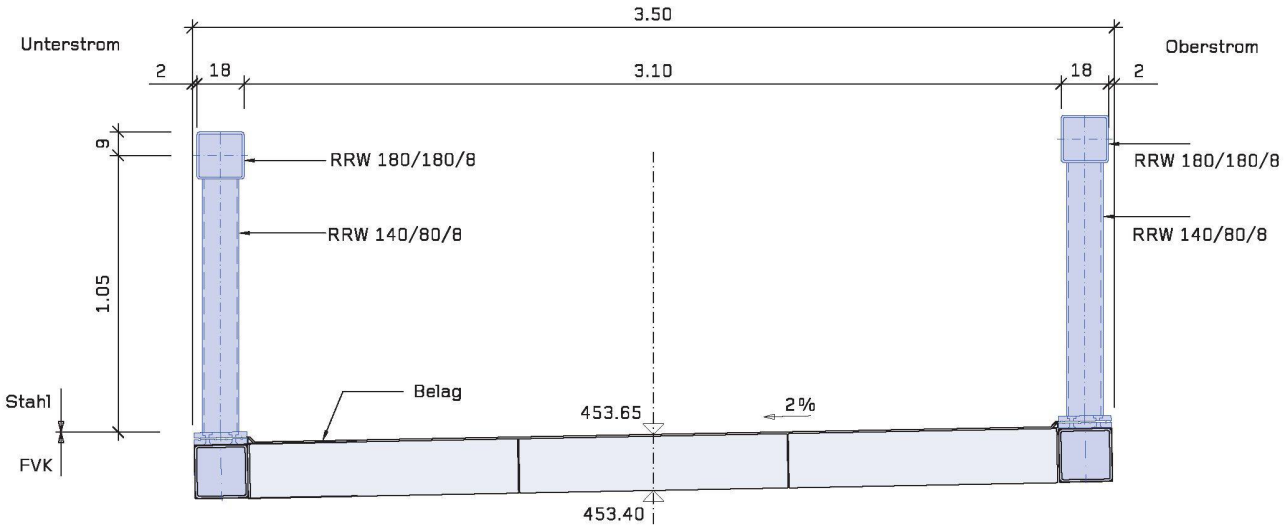
01

**01 Verbindungssteg über die Eulach zwischen Talwiesenquartier und Scheco-Areal**
(Foto: zhaw)

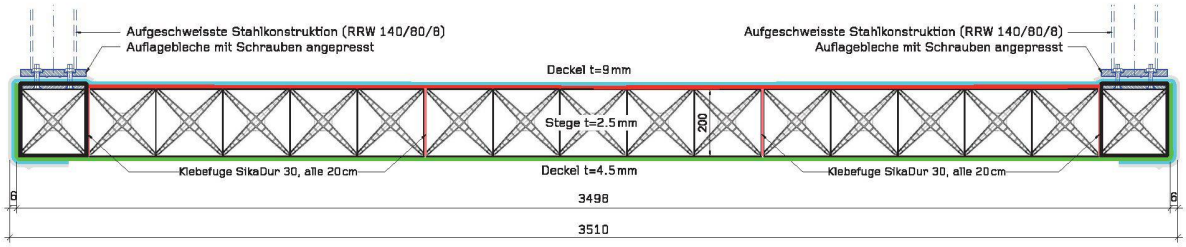
In einem ersten Entwicklungsschritt wurden PSM-Module mit einer Breite von 1 m und einer Länge von 6 m hergestellt. Die drucksteifen Diagonalkreuze sind in einem regelmässigen Abstand von 20 cm angeordnet. Die Module wurden nebeneinander, längs versetzt zusammengeklebt und beidseitig mit einem im Querschnitt quadratischen Randelement mit eingesetzten Inserts für den Anschluss der Stahlstreben abgeschlossen. Diese so zusammengeklebte Platte wurde zusätzlich mit einer GFK-Haut von Hand umlaminiert. Diese letzte Schicht gibt der Brücke, durch das Einfärben der Polyesterharze, auch die Farbe. Die Plattenstärke beträgt 20 cm, die Obergurtstärke 9 mm, die Untergurtstärke 4.5 mm und die Stegstärken je 2.5 mm. Das Zusammenkleben und das Umlaminieren wurde bereits in der Montagehalle des Stahlbauunternehmers ausgeführt. Aufgelegt auf verschiedene Zwischenauflager und an den Enden mit einem Gewicht beschwert, wurde die Platte elastisch in die gekrümmte Form gebracht. Im nächsten Arbeitsgang konnte man die kompletten, bereits duplexierten Streben-/Fachwerkobergurtelemente auf die Anschlussstellen der Platte aufschweissen. So wurde auf einfache Weise die gekrümmte Form der Brückenplatte konserviert. In einem letzten Schritt brachten Spezialisten den Fahrbahnbelag auf, und die Schweissstellen wurden gegen Korrosion geschützt. Ein Lastwagen transportierte die Brücke von Frauenfeld nach Winterthur. Anschliessend konnte die sehr leichte Brücke mit einem kleinen Mobilkran über ein Haus hinweg montiert werden. Anhand dieser Montagevariante wird offensichtlich, dass eine Verbundbrücke unter den vorliegenden Verhältnissen im Vergleich mit einer Stahlbrücke eine wirtschaftliche Lösung darstellt.

Berechnungen zeigen, dass sich dieses Brückenkonzept sowohl wirtschaftlich wie technisch auch in anderen Situationen nicht vor herkömmlichen Brückensystemen verstecken muss. Im Gegenteil kann erwartet werden, dass sich der Unterhaltsaufwand reduziert und das Brückensystem bei einer Gesamtkostenbetrachtung günstiger wird. Natürlich war bei dieser Erstanwendung der Aufwand für die beteiligten Unternehmen etwas höher als bei einem System, bei dem eingespielte Arbeitsschritte zur Anwendung kommen.

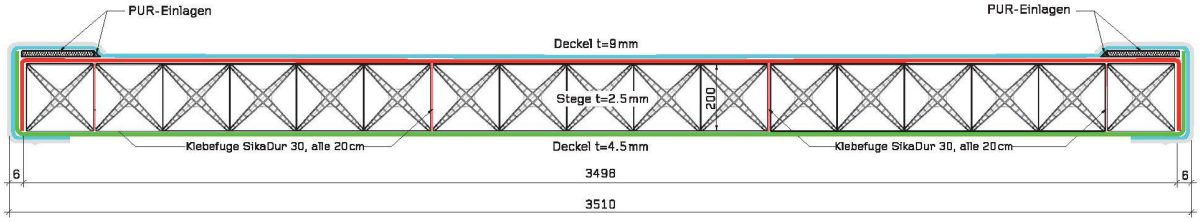
Auch betreffend Nachhaltigkeit bietet diese Brücke Vorteile im Vergleich zu einer reinen Stahlbrücke. Es wird viel weniger Material benötigt, und das im Kunststoff gebundene Erdöl steht nach einem Rückbau für weitere Verwertungen zur Verfügung. Nach dem erfolgreichen ersten Einsatz als Brückenplatte für einen Fussgängersteg in Winterthur beschäftigt sich die Fachgruppe FVK – nun um Architekten ergänzt – mit dem möglichen Einsatz des Moduls im Hochbau. Längerfristiges Ziel ist dabei die Konzeption eines einfachen, offenen Bausystems oder Teilbausystems, das die verblüffenden statischen und materialtechnischen Eigenschaften des leichten Werkstoffs optimal vereint und nutzt.



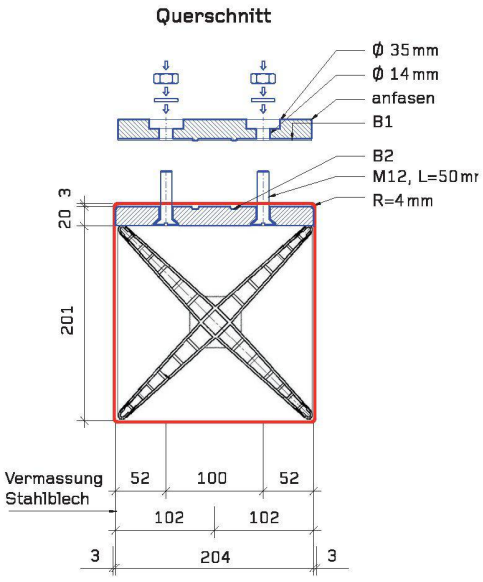

02



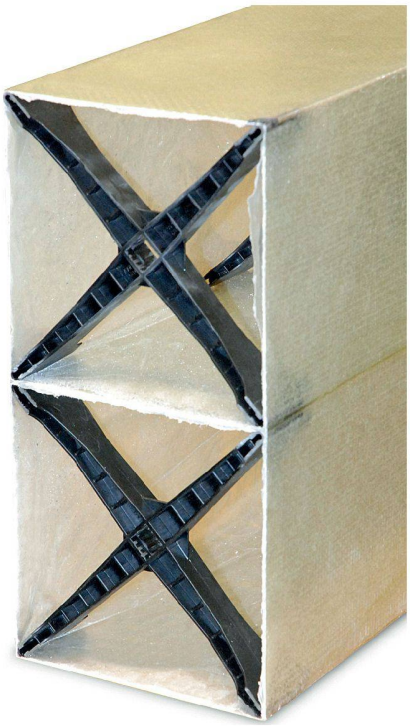

03



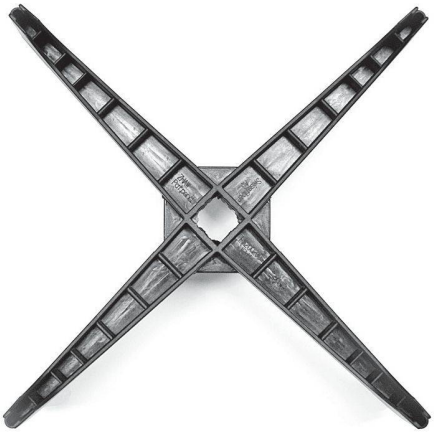

04




05



06



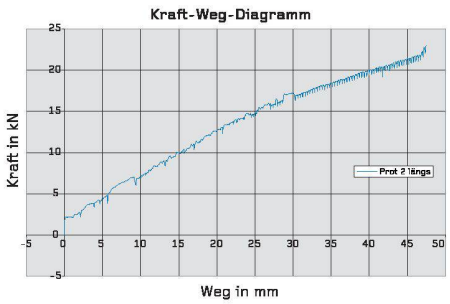
07

## PLATTEN-SCHEIBEN-MODUL PSM

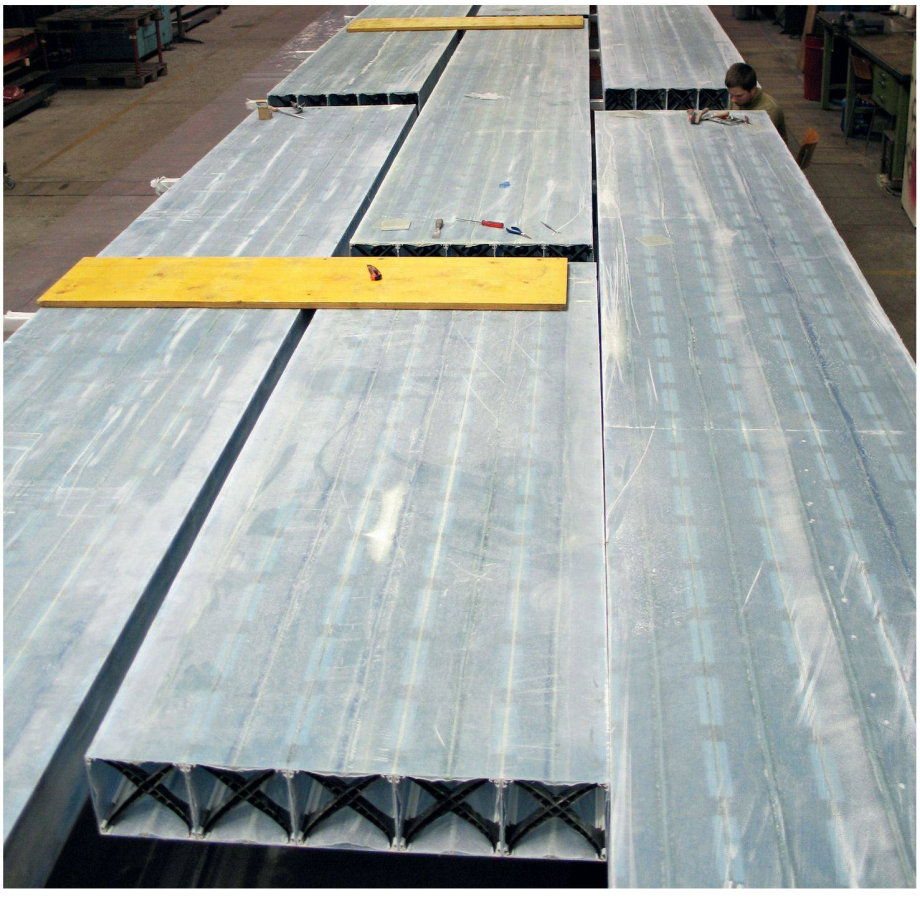
Zwei dünne Häute bilden den oberen und unteren Abschluss der Platte. Die Querkräfte werden mit den Steghäuten und mit nur auf Druck belastbaren Diagonalkreuzen aufgenommen. Anzahl und Abstände dieser Diagonalen sind frei wählbar. Die minimale Dicke der Häute beträgt 2 mm. Die Stärken können einzeln und nach Bedarf beliebig erhöht werden. Die mit Glasfasern verstärkten Diagonalkreuze werden in einem Spritzverfahren, beispielsweise für Computer- oder Natelgehäuse, hergestellt. Die Haut kann mit beliebigen Fasern wie Glas-, Kohle oder Naturfasern verstärkt werden. Auch verschiedene Harztypen können eingesetzt werden. Die Gesamtstärke der Platte ist prozessunabhängig. Plattenstärken bis über t = 60 cm sind machbar und scheinen wirtschaftlich einsetzbar zu sein. Es ist vorgesehen, das Produktionsverfahren so weiterzuentwickeln, dass Platten der Grösse 3.4 m × 18 m hergestellt werden können. Die Konfiguration des PSM-Moduls wurde in mehreren Forschungsprojekten über eine Zeitdauer von fünf Jahren erarbeitet. Das Resultat ist eine sehr leichte Platte, die statisch als Scheibe oder – nomen est omen – als Platte eingesetzt werden kann. Eine 35 kg/m² schwere, 20 cm starke GFK-Platte, die einen Raum von 6 m überspannt, trägt gleich viel Auflast wie eine 500 kg/m² schwere Betonplatte gleicher Stärke. Obwohl der Druckgurt und die Stege sehr schlank sind, ist das PSM-Modul stabil und versagt nicht plötzlich infolge eines Stabilitätsproblems. Nach dem Auftreten von Beulen kann die Auflast nochmals erhöht werden, bis ein Festigkeitsversagen des Materials eintritt. Die Platte ist so konzipiert, dass sie maschinell gut hergestellt werden kann. Industrielle Fertigung und geringer Materialbedarf des noch immer teuren Materials machen die Platte dadurch vergleichsweise kostengünstig.

**02** Brückenquerschnitt mit seitlichen Fachwerkträgern aus Baustahl und Fahrbahnplatte aus PSM als Untergurt (Grafik: ewp, SK&)
**03** Brückenquerschnitt im Bereich der Inserts aus Stahl (Grafik: SK&)
**04** Brückenquerschnitt im Normalbereich (Grafik: SK&)
**05** Detailquerschnitt durch GFK-Untergurt mit Inserts aus Stahl (Grafik: SK&)
**06** Zwei aufgeschnittene PSM-Kammern mit drucksteifen Diagonalkreuzen
**07** Diagonalkreuz aus glasfaserverstärktem Thermoplast, Glasgehalt 70 %
**08** Biegeversuch mit Belastungsdiagramm, einfacher Balken, mittig belastet, Spannweite 2.6 m, Querschnitt 200/200 mm, Obergurt t=6 mm, Stege und Untergurt t = 2 mm, Beulbeginn bei ca. 17 kN und Versagen bei 23 kN
**09** Ausgelegte PSM-Module für die Weiterverarbeitung zur Fahrbahnplatte, Stückgrösse 6.0 × 1.0 × 0.2 m (Fotos & Grafiken: zhaw)






08



09



10



11

10 Transluszente PSM-Module eröffnen gestalterische Möglichkeiten
11 Projekt für einen temporären Pavillon auf dem Bürkliplatz in Zürich
(Foto & Visualisierung: zhaw)

## EINSATZ DES PSM IM HOCHBAU

Das gute, ungerichtete Tragverhalten bei geringem Eigengewicht, die weit reichende Resistenz gegenüber Witterungs- und Umwelteinflüssen sowie die tiefe Wärmeleitfähigkeit des Materials lassen einen künftigen Einsatz des PSM als sinnvoll erscheinen, wo heute traditionelle Leichtbaukonstruktionen zur Anwendung kommen. Die Konzeption einer tragenden, gleichzeitig dämmenden und schützenden Gebäudehülle, die auch die Dachhaut mit einschliesst, erscheint viel versprechend. Gleichzeitig birgt die mögliche transluzente Ausbildung des Grundmaterials zusätzlich ein gestalterisches Potenzial. Von besonderer Bedeutung dürfte der Einsatz des PSM in Verbindung mit andern Primärmaterialien wie Holz, Stahl oder Aluminium sein.

In einer ersten Phase wurden ein Tragsystem und Elementverbindungen entwickelt, die es ermöglichen, einen modulbasierten, mehrgeschossigen Pavillon mit einer Grundfläche von 6×6 m zu konzipieren. Geschossweise gestapelt dient das PSM zur Ausbildung von Wandscheiben und Geschossdecken und bildet in seiner Addition ein Flächentragwerk aus, das ohne stabförmige Tragwerkselemente auskommt. Besondere Bedeutung kommt dabei der Gestaltung der Deckenauflager in der Gebäudehülle zu. Es galt ein Prinzip zu entwickeln, das einen direkten, vertikalen Lastabtrag ermöglicht, montagetechnischen Aspekten Rechnung trägt und ein Minimum an Fugen in der Fassadenebene erzeugt. Neben der Weiterentwicklung des Moduls und der Tragwerkskonzeption stehen in einer nächsten Projektphase Fragen zur dämmenden Gebäudehülle, den Fassadenöffnungen und technische Aspekte zu Montage- und Bauablauf im Vordergrund. Dies mit dem Ziel, in naher Zukunft ein prototypisches Gebäude zu realisieren und damit den Schritt von der Forschung in die Hochbaupraxis zu wagen.

### F&E-PROJEKT PLATTEN-SCHEIBEN-MODUL PSM

**Forschungsstätte:**
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut Bauwesen, Fachgruppe Faserverbundkunststoff (FVK) als Teil des Zentrums Konstruktives Entwerfen, Winterthur
Team: Prof. Josef Kurath, Christoph Sturzenegger, Peter Henckel, Alexis Ringli, Patric Furrer
**Wirtschaftspartner:**
Swissfiber AG, Zürich, Baseli Giger
Walter Mäder AG, Bereich Kunstharze, Killwangen, Urs Haller
Sika Schweiz AG, Zürich, René Ganz
Mitfinanziert durch die Förderagentur für Innovation (KTI) des Bundesamtes für Berufsbildung und Technologie (BBT)

**Josef Kurath,** josef.kurath@zhaw.ch, dipl. Bauing. ETH/SIA
**Alexis Ringli,** alexis.ringli@zhaw.ch, dipl. Arch. FH/SIA//SWB
**Christoph Sturzenegger,** christoph.sturzenegger@zhaw.ch, dipl. Bauing. FH/EMBA