



# Massiv – aber dünn

Einige Bemerkungen zu Schalenkonstruktionen

Wenn man über die Bedeutung dünnwandig gekrümmter Flächen in der bisherigen Baugeschichte nachdenkt, verbleibt eine gewisse Verwunderung, wieso dieses faszinierende Prinzip der massiven Schalen bei modernen Konstruktionen doch nur marginal vertreten ist.

Hatte doch Eugene Freyssinet mit seinen bekannten beiden Hangars in Orly bereits 1921 eine bewundernswerte stabile Hallenkonstruktion mit parabolischem Querschnitt umgesetzt. Das Thema der räumlich gewellten Begrenzungswände führte Eladio Dieste 1965 in Montevideo, mit den Silos für Fosfato Thomas, und dann 1996-97 mit drei horizontalen Silos in Nueva Palmira weiter – allerdings in einer Kombination mit innen sichtbaren Ziegelementen mit einer Betondeckschicht. Zu einem konstruktiven Kontinuum aneinandergelagerte Hyperbolschalen hatte Heinz Isler erstmals 1979 in der Schweiz für ein Tenniscenter umgesetzt, doch schon 1968 für BP eine dünnchalige Überdachung für eine Tankstelle in Deitingen, in der Schweiz gesorgt. Nicht zu vergessen natürlich Eduardo Torroja der u. a. mit zylindrischen Tonnenformen experimentierte. 1935 formte er in Madrid ein Amphitheater aus zwei parallelen einander zur Tragwirkung durchdringenden Längstonnen, die für den Lichteintritt in zwei durchgehenden Streifen derart

„perforiert“ sind, dass die Tragwirkung nicht verloren geht. Für das Hippodrom von Zarzuela in Madrid entwickelte Torroja ebenfalls bereits 1935 beidseitig auskragende – förmlich „schwebende“ Gruppen von Dächern. Eladio Dieste realisierte 1976 ein freistehendes Tankstellendach auf einer mittleren Stütze, das seither unter dem Spitznamen „Sea Gull“ bekannt ist – wiederum in der kombinierten Bauweise aus Ziegelementen und bewehrtem Beton. Bereits 1939 stellte Robert Maillart für die Landesausstellung in Zürich die Zementhalle her. Eine geniale, parabol-förmig gewölbte Betontonne, der untere Rand durch horizontale Deckenstreifen formstabil gehalten. Zwei parallele parabol-förmige Versteifungsrahmen, nur auf der Außenseite hervortretend, setzen sich als jeweils zwei Doppelstützen bis zum Gelände fort. Die Schalenkonstruktion war lediglich 6 cm dick.

Diese Aufzählung wäre natürlich unvollständig ohne die auf Felix Candela hinweisen, etwa auf seine Kapelle in Cuernavaca 1958, oder im



Eugene Freyssinet, Hangar in Orly 1921



Luis Muncunill, Museum der Wissenschaft und Technik, Katalonien, 1907-1908



Eladio Dieste, Navios Horizontales Silo, Nueva Palmira, Uruguay 1996-1997

selben Jahr das Los Manantiales Restaurant in Xochimilco, Mexiko. Diese wenigen Beispiele stehen hier stellvertretend für eine ganze Reihe systematischer Anwendungen und Entwicklungen auf dem Gebiet schalenartiger Bauweisen. Natürlich kann hier nicht auf weitere wesentliche Beiträge verschiedenster Planender aus dem Bereich der Architektur und des Ingenieurbaus eingegangen werden (Oscar Niemeyer, Jörn Utzon, Eero Saarinen, Frederik Kiesler, Luigi Nervi, Jörg Schlaich, Buckminster Fuller, Ulrich Finsterwalder, Anton Tedesko u.v.a.m.)

Naturgemäß sind die Formkosten für die Herstellung 3D gekrümmter Schalungselemente sehr hoch – eine Anwendung scheint daher nur in Serie sinnvoll zu sein. Das gilt in gleichem Maß für alle Elemente, die aus UHPC (Ultra High Performance Concrete) gefertigt werden. – Zugleich überwiegen heute in der gesamten Bauproduktion „Einzelanfertigungen“ bezogen auf das gewünschte Gesamtprodukt. Hohe Form- bzw.

Schalungskosten werden daher nur in Kauf genommen, wenn eine Aufgabe eben nach dieser Einzigartigkeit verlangt oder eine UHPC-Anwendung durch die nötige Gewichtsersparnis, Dauerhaftigkeit, Wartungsarmut etc. gegenüber herkömmlichen Stahlbeton- oder Stahlbetonverbundlösungen günstiger (im Sinne der Lebenszykluskosten) ausgeführt werden kann oder auch, wenn ohne UHPC konstruktiv noch kompliziertere Baumethoden angewendet werden müssten. Künftig liegt in der Elementierung und guten Sortierung qualitativ ausgezeichneter Fertigprodukte oder Fertigprodukte aus UHPC eine Perspektive. In diesem Sinn gilt es, neu über nachhaltig verwendbare Produkte nachzudenken, sie zu Forschungsthemen zu machen. Schalungstechnik und gewünschtes Produkt sind bei „Einzelanfertigungen“ praktisch aufeinander gegenseitig „angewiesen“. Schon Robert Maillart konnte z. B. mit der Idee seiner Brücke über die Arve nur reüssieren, da er eine gesamt versetzbare Schalungs-

konstruktion für jeden der 3 flachen Dreiecksbögen „ausgetüftelt“ hatte und so in der Herstellung wirtschaftlich konkurrenzfähig war. So gesehen liegt in großformatigen, UHPC-gefertigten Elementen als „verlorene Schalung“ oder „Verkleidung“ mit jeweils perfekter Oberfläche ein gewisses Anwendungspotential im hoch technisierten Bauen. Wird die Elementierung intelligenterweise „kleinformatig“, könnten gut handhabbare Bauelemente angeboten und vielseitig eingesetzt werden. Hier bleibt eine nachhaltige Transportlogistik für die Wege von der Produktion zum Verbraucher mehr als gefragt, damit nicht „Spezialprodukte“ energieintensiv durch halb Europa „gekarrt“ werden müssen.  
Peter Nigst



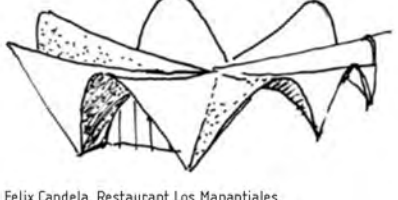
Felix Candela, Barcadi-Abfällerei, Cuautitlán, Mexiko, 1960-1971, Foto Bruce M. White



Eduardo Torroja, Zarzuela-Hippodrom, Madrid 1935



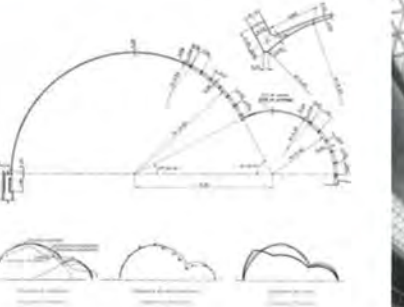
Heinz Isler, Autobahnankstelle Deitingen, Solothurn 1968, Skizze Peter Nigst



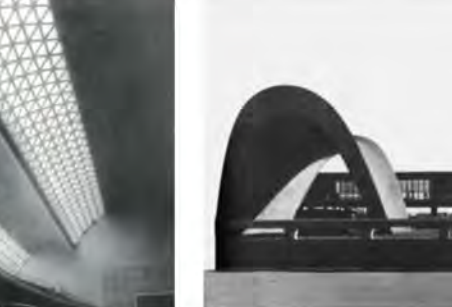
Felix Candela, Restaurant Los Manantiales, Xochimilco, Mexico City 1958, Skizze Peter Nigst



Eduardo Torroja, Überdachung des Tachira-Clubs, Caracas, Venezuela 1957



Eduardo Torroja, Frontón Recoletos, Madrid 1935, Foto Jose Antonio Torroja



Kenzo Tange, Denkmal für die Toten von Hiroshima, 1949-1950



Eduardo Torroja, Instituto Técnico de la Construcción, Madrid-Chanartín 1953



Eladio Dieste, Masarro Agroindustries, Canelones, Uruguay, 1976-1980



Robert Maillart, Zementhalle, Zürich 1939, Skizze Peter Nigst



Felix Candela, Ri's Warehouse im Bau, Linda Vista, Mexico City 1954



Felix Candela, Experimentale Umbrella, Vallejo, Mexico City 1953, Foto Dorothy Candela



Eladio Dieste, Sea Gull, ursprünglich in Salto 1976



Felix Candela, Aquadukt von Aliz, Spanien, 1939



Renzo Zavanella, Skiff im Park, errichtet anlässlich der 9. Triennale di Milano 1951



Geforene Tuschschale, Experiment an der FH-Kärnten, Spittal 2005



Felix Candela, Experimentale Umbrella, Vallejo, Mexico City 1953, Foto Dorothy Candela



Eladio Dieste, Sea Gull, ursprünglich in Salto 1976

# UHPC Anwendung\_spielerisch

Projektarbeit mit SchülerInnen der 7. Klasse des BRG Spittal – Kreativität \_ spielerische Freude \_ präziser Prozess

„Probieren wir’s“ – die neuen Materialqualitäten des UHPC sind allemal einem didaktischen und zugleich wissenschaftlich fundierten Versuch wert. In diese Überlegung die SchülerInnen der 7. Klasse des BRG-Spittal ebenso einzubeziehen, wie Lehrlinge des Lehrbauhofes (Bauakademie Kärnten), und eine potente Erzeugerfirma (SW Umwelttechnik) war das Konzept von Sonja Hohengasser, Peter Nigst und

Joachim Juhart. Irene Rathke unterstützt und motiviert ihre SchülerInnen in dieser praktischen Anwendung der bildnerischen Erziehung ganz besonders. Selbst manche Lehrende können sich der spielerischen Faszination der „Faltaufgabe“ in einem unbeobachteten Augenblick nicht wirklich entziehen. Die konsequente Übertragung der Idee zu diesen verraumlichten Elementen stellt für die SchülerInnen und die

anderen Beteiligten einen im wahrsten Sinne des Wortes „ganzheitlichen“ Lernprozess dar. Vielen Dank an alle, die in diesem interdisziplinären Team mitgewirkt haben. Einige der dünnwandigen, aber robusten Mobelemente werden im Schulhof des BRG Spittal und eine zweite Serie im Hof der Bauakademie Kärnten ihre weitere Verwendung finden. PN

- PROJEKTABLAUF:
1. Ideenfindung anhand kreativer Übungen (z. B. Formfindung durch Faltung)
2. Im Lauf des Entwurfsprozesses wurde die Aufgabe mehr und mehr eingegrenzt. Ein Modell wurde ausgewählt. Von dieser Grundform, die aus einem Karton in der Größe 10 x 15 cm entwickelt wurde, sollten möglichst viele Varianten gefunden werden.
3. Ausarbeitung und Adaptierung von 3 ausgewählten Entwürfen für die Umsetzung (Arbeitsmodelle und Zeichnungen im Maßstab 1 : 1)
4. Anfertigen eines Schalungsplans
5. Herstellen der Schalung und Betoniervorgang
6. Entfernen der Schalung und Bearbeiten der Oberflächen
7. Fotodokumentation und Aufbereitung der Modelle und des Dokumentationsmaterials für die Ausstellung ARCHITEKTUR\_SPIEL\_RAUM\_KÄRNTEN
8. Aufbereitung des Workshops für die Publikationsreihe „ausdruck“ der FH-Kärnten
9. Ausstellung in der Schule



Irene Rathke bei Fallstudien

## AUFGABENSTELLUNG

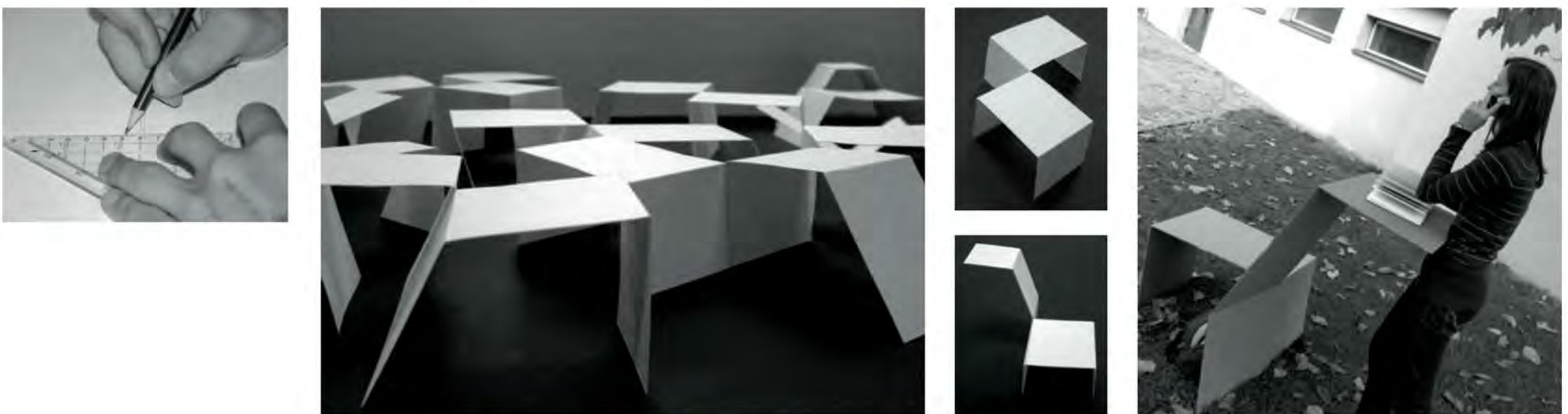
Die Aufgabenstellung dieses Projekts ist es, Mobelemente zu entwickeln, die in späterer Folge gemeinsam mit den Mauerlehrlingen im Lehrbauhof der Bauakademie Kärnten umgesetzt werden.

## DIDAKTISCHE INHALTE

- > Kennenlernen des Materials Beton
> Schulung und Entwicklung des räumlichen Denkens und Fühlens
> Erkennen des Zusammenhangs zwischen Form und Funktion
> Nutzung der Materialeigenschaften für den Gestaltungsprozess
> Zusammenarbeit mit Handwerkern
> Einblicke in die Arbeitswelt
> Reflexion der entstandenen Arbeiten



ausdruck 06 9 10



## Entwurfs - und Herstellungsprozess Betonmöbel



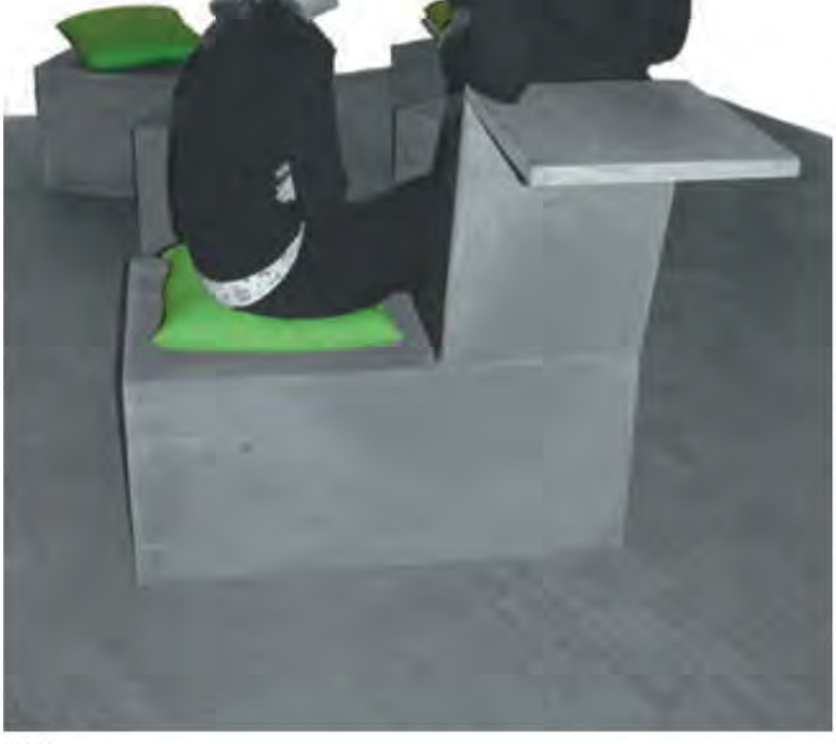
Schalung | Wasserzugabe | Mischvorgang | Metallfasern



Faserzugabe | Betoniervorgang | Erhärtung in der Schalung



Faltanleitung Entwurf Lisa Kofler



Modell 1

ERGEBNIS
Drei der entworfenen Faltobjekte werden in der Produktionshalle der Firma SW Umwelttechnik, in die vom Lehrbauhof der Bauakademie Kärnten gefertigten Schalungen, gegossen. Durch die Materialqualität des UHPC können verblüffende Ergebnisse realisiert werden: dünnwandig, leicht wirkend und trotzdem massiv!



Modell 2



Modell 3

- SchülerInnen 7. Klassen
Alperth Fabian
Auer Corinna
Berger Philip
Egger Barbara
Fischer Gregor
Gartner Michael
Glanzer Thomas
Kalt Marc
Kofler Lisa
Koller Matthias
Marjanovic Darko
Niederkofler Gert
Pajalic Adnan
Pindlbacher Samuel
Schafinger Julia
Schelfinger Stefanie
Schweiger Christoph
Spann Marie-Therese
Steiner Pia
Unterlercher Bianca
Winkler Katharina
Lehrerin
Irene Rathke
Konzept
Sonja Hohengasser, Peter Nigst, Irene Rathke, Joachim Juhart



## Der Baustoff UHPC

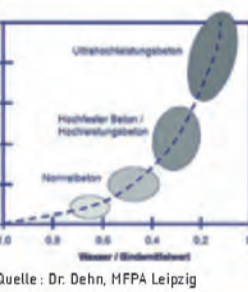
Das englische Kürzel für Ultrahochleistungsbeton ist UHPC: Ultra High Performance Concrete. Dieser international gebräuchliche Überbegriff umfasst besonders hochfeste und dichte Betone, die meist Stahlfasern enthalten. Feinkörnige Gemische, die zudem reich an hydraulisch wirksamen Feinstanteilen sind, werden auch als RPC, „reactive powder concrete“, bezeichnet.

UHPC – ist ein zementgebundener, mineralischer Baustoff, der mehrere hervorragende Eigenschaften in sich vereint. Er ist hochfest, selbstverdichtend sowie äußerst dauerhaft. Er kann als aktueller Höhepunkt in der betonologischen Entwicklung bezeichnet werden und übertrifft die Eigenschaften von Spezialbetonen wie hochfestem Beton und selbstverdichtendem Beton.

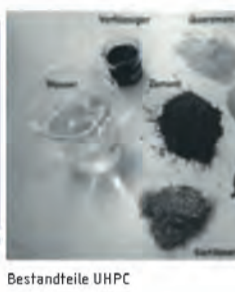
Seine hohe Festigkeit und Dichtigkeit bewirkt eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinwirkungen wie Frost und chemischen Angriff, die mit der von Granit vergleichbar ist. Seine Fließfähigkeit im Verarbeitungszustand kann genutzt werden, um frei geformte Bau-

teile herzustellen, und auch um einen guten Verbund zu anderen Konstruktionswerkstoffen wie zum Beispiel Glas, Stahl oder Normalbeton herzustellen. Im Vergleich zu Normalbeton ist die Druckfestigkeit von UHPC (>150 N/mm<sup>2</sup>) bei etwa gleich bleibendem spezifischem Gewicht um ein Vielfaches höher. Es lassen sich somit unterschiedlichste dünnwandige Bauteile realisieren.

UHPC kann als sehr feinkörniger Beton oder auch grobkörniger mit wenigen größeren Körnern in einem feinteilreichen Gemisch hergestellt werden. Die wesentlichen Faktoren zur Erzielung der außergewöhnlichen Eigenschaften sind: ein sehr geringer Wasser-Bin-



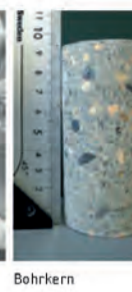
Quelle: Dr. Dehn, HFGA Leipzig



Bestandteile UHPC



Fließender UHPC



Bohrkern



Probekörper Bruchstück

demittelwert (<0,2), die Zugabe von hochwirksamen Fließmitteln, eine optimale Kornabstufung, in die auch die Feinanteile mit einbezogen werden, sowie ein hoher Gehalt an Feinanteilen wie Quarzmehle und hydraulisch wirksame Mikrosilika und Zement. Damit wird eine sehr hohe Packungsdichte der Bestandteile und damit verbunden eine sehr geringe Porosität und Durchlässigkeit erreicht. Die Zugabe von Stahlfasern in den UHPC sorgt für ein duktileres Materialverhalten und für eine ausgeprägte Zugfestigkeit auch nach dem Auftreten von Rissen in der Matrix. Neben der verfeinerten Betontechnologie müssen für eine erfolgreiche Anwendung von UHPC auch alle weiteren

Faktoren im Herstellungsprozess beherrscht werden. Der Mischprozess, der Betoniervorgang und die Qualität der Schalung beeinflussen die Betoneigenschaften wie zum Beispiel das Aussehen der Oberfläche. Weltweit gibt es schon einige Anwendungen von UHPC. In Dänemark werden bereits seit 25 Jahren hochbelastete Industrieböden und Verkehrsflächen sowie Tresorraumwände und Maschinenteile mit einem Produkt der Firma Densit hergestellt. In Frankreich und Übersee existieren mehrere Anwendungsbeispiele, von Brücken bis zum Fassadenelement, realisiert mit den Produkten „Ductal“ der Firma Lafarge und „Ceracem“ der Firma Sika.

Mit dem Know-how der Uni Kassel sind unter anderem einige Brücken aus UHPC-Fertigteilen in Deutschland errichtet worden. In Österreich leistet die Forschungsgruppe um Prof. Sparowitz (TU Graz unter Mitwirkung der FH-Kärnten) Pionierarbeit für Anwendungen von UHPC, wie zum Beispiel die Glas-Beton-Verbundbauweise und neuartige Brückenbauweisen. Es ist offen, zu welchen neuartigen Bauwerken, Bauverfahren bzw. Einsatzgebieten das Potential des Werkstoffs führen wird. Raum für kreative Ideen ist gegeben.

Joachim Juhart

Joachim Juhart – Doktorand, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Baustofftechnologie, Projektleiter geboren 1972 in Villach/Kärnten | 1993–2000 Diplomstudium Bauingenieurwesen, Technische Universität Graz, Vertiefungsrichtung: „Konstruktiver Ingenieurbau“ | 04/2004 Erlangung der Befähigung zum Ingenieurkonsulenten für Bauwesen | seit 02/2004 Doktoratsstudium an der TU Graz zum Thema: „Anwendungen von ultrahochfestem Beton im Verbund mit weiteren Konstruktionswerkstoffen“ | 09/2000–01/2004 Mitarbeit im Ingenieurbüro E. Kargel, Linz | seit 02/2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der FH-Kärnten (Fachgebiet Baustofftechnologie) – Forschungs- und Lehrfähigkeit; Akquisition, technische Bearbeitung und Projektmanagement von Forschungs- und Entwicklungsprojekten, Tätigkeiten im Baulabor



Joachim Juhart

## Ideenwettbewerb für Studierende: Entwurf in Glas-Beton-Verbundbauweise

SS 2005

Inhalt des Wettbewerbes ist ein Entwurf in Glas-Beton-Verbundbauweise als Beispiel für das Potential einer neuen und innovativen Konstruktionsart, die die Robustheit und Wirkungsweise von Stahlbeton mit der Ästhetik von Glas vereint. Auf einem Werksgelände eines Betonfertigteilherstellers soll die Eingangssituation mit einer Überdachung neu gestaltet werden, welche als gebautes Beispiel Formenvielfalt und Flexibilität des Glas-Beton-Verbundbaues demonstrieren soll.



Plakat Wettbewerb

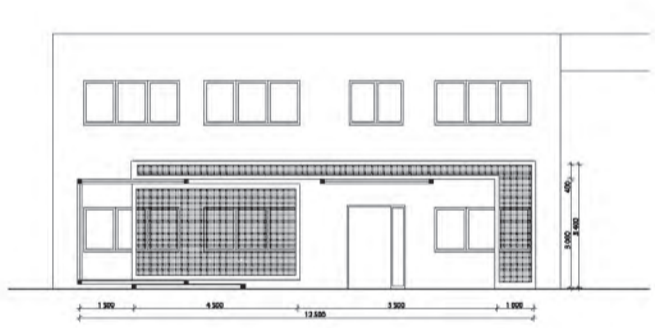


Glas-Beton-Verbundträger, Prüfhalle TU-Graz

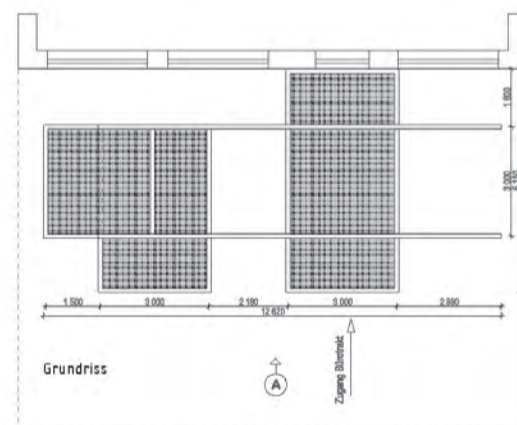


### JUROREN:

- > Ao.Univ.Prof. DI Dr.techn. Peter Schreibernayrer  
Institut für Architekturtechnologie, TU Graz
- > FH-Prof. DI Dr.techn. Peter Nigst  
Studiengänge für Bauingenieurwesen und Architektur, FH-Kärnten
- > DI Dr.techn. Bernhard Freytag  
Leiter des Labors für konstruktiven Ingenieurbau, TU Graz



Schnitt

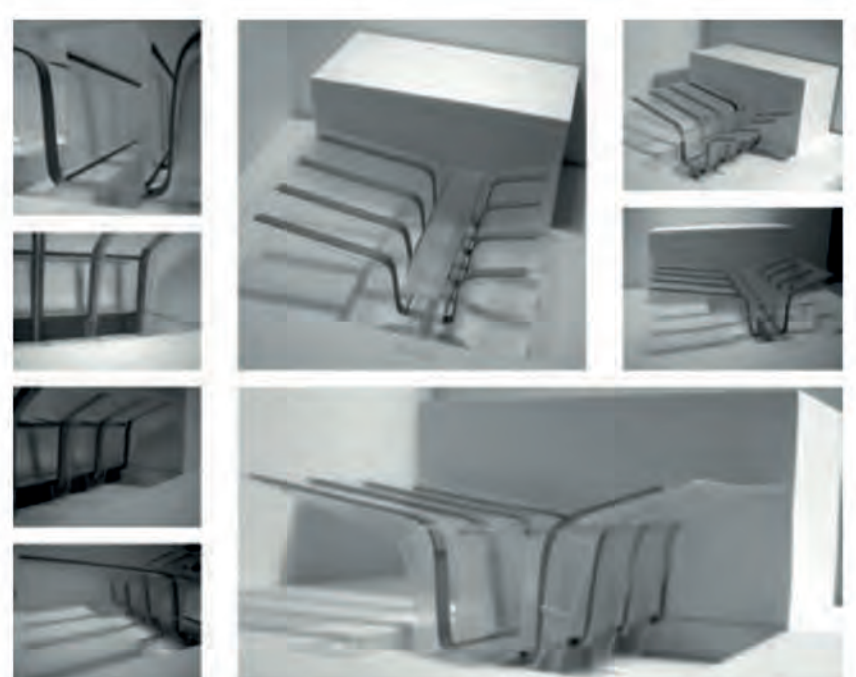
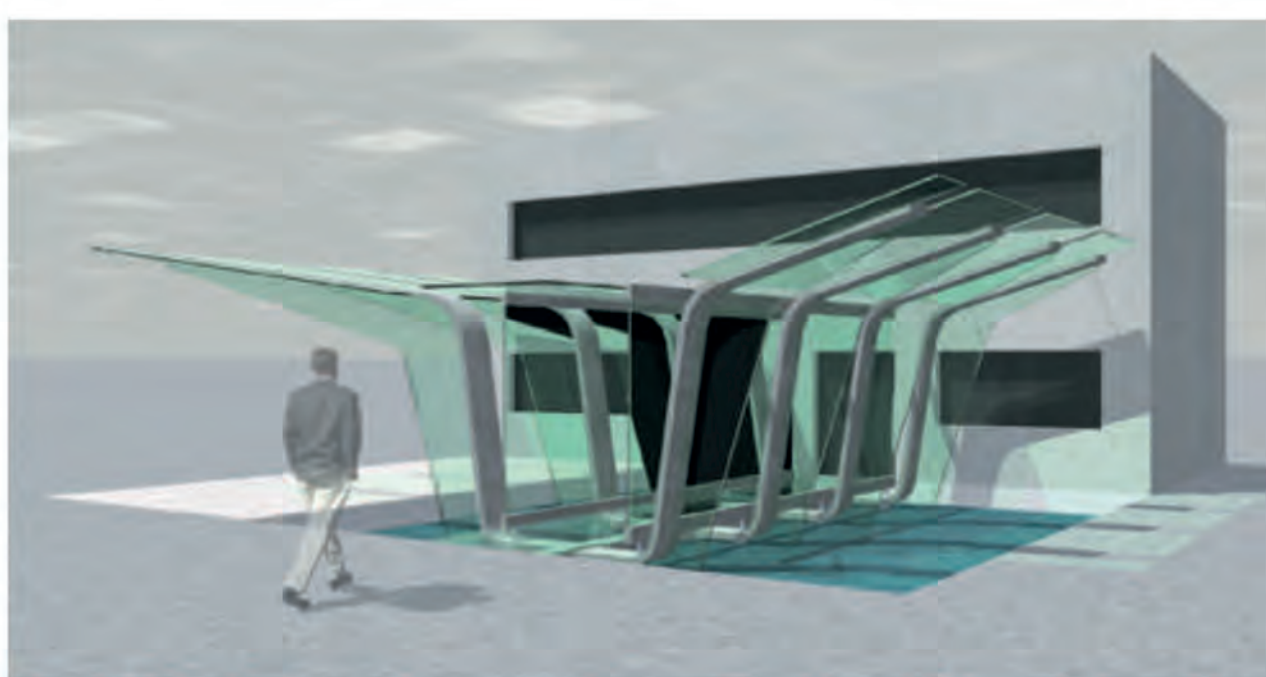
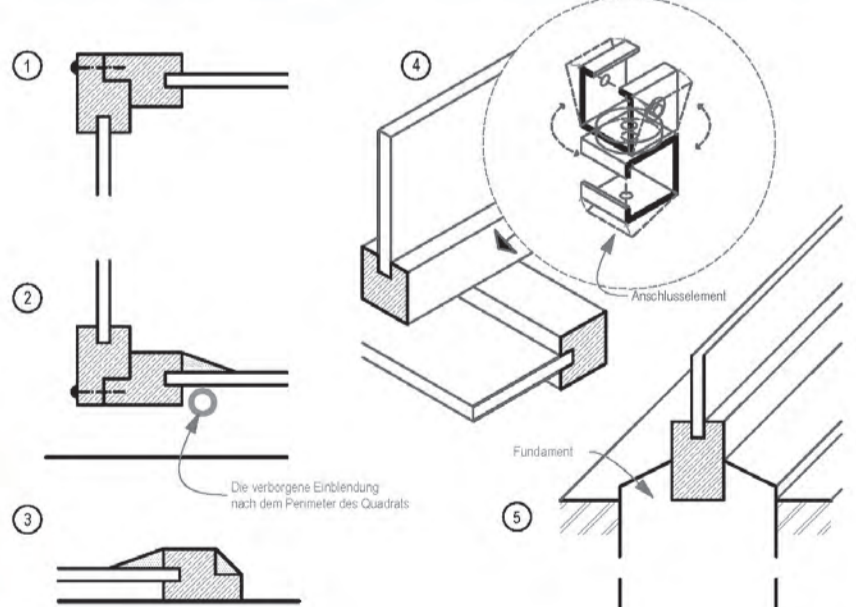
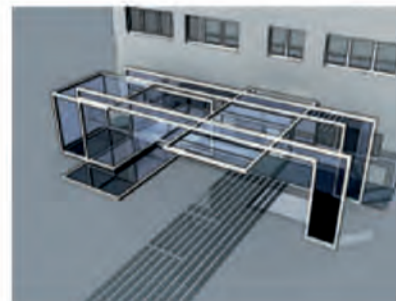
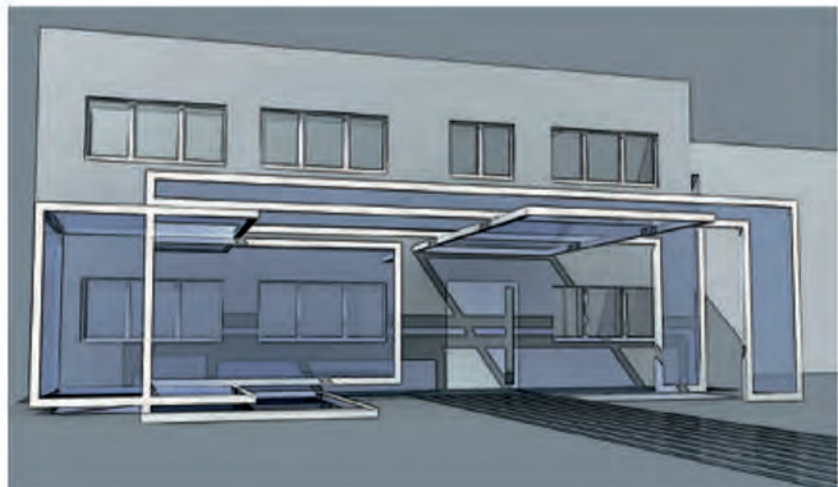


Grundriss

2. Preis: Projekt 5 – Code S70021  
Name: Pukalo Taras

### Kommentar der Jury:

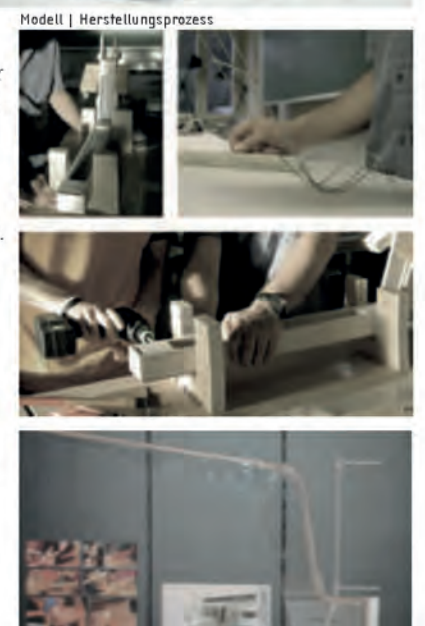
Der Entwurf schafft eine räumlich gut ausgeprägte Eingangssituation, die auch auf das Gebäude Bezug nimmt. Die Fortgebung kann als klassisch modern bezeichnet werden. Die Form der Bauteile ist außerdem für die Anwendung der Glas-Beton-Verbundbauweise gut geeignet. Die Schichtung der Glaselemente hintereinander gibt eine optisch interessante Wirkung, die durch eine Farbgebung der Glasflächen noch gesteigert werden könnte. Der Entwurf kann als gut ausführbar und zugleich vertraut bezeichnet werden.



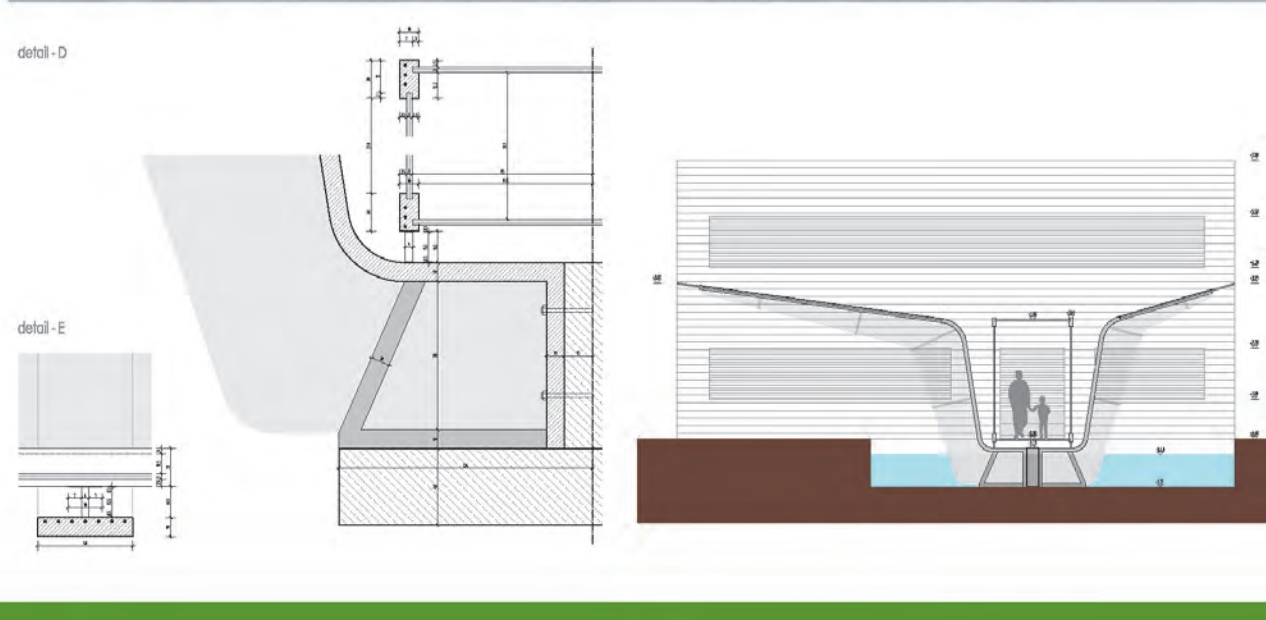
### 3. Preis: Projekt 2 – Code CFPDJ4

Name: Abel Christoph | Hribernig Dietmar  
Wirnsberger Jürgen | Hinterholzer Florian  
Probst Christian

Kommentar der Jury:  
Das wiederholte Tragelement beeindruckt. Es zeigt die Leistungsfähigkeit des Glases. Durch den Glassteg mit freiem Rand und einem leistenförmig quer liegenden Betongurt verbleibt es den Betrachter in seiner Wirklichkeit. Der Ansatz stellt eine interessante, auch organische Fortgebung in Aussicht. Das Element erscheint aber als Lösung der Wettbewerbsaufgabe nicht gut angewendet. Der Entwurf im Gesamten ist widersprüchlich bzw. „umständlich“. Auch konstruktive Details sind noch ungelöst.



Modell | Herstellungsprozess



detail-D

detail-E

# Forschungsschwerpunkt UHPC

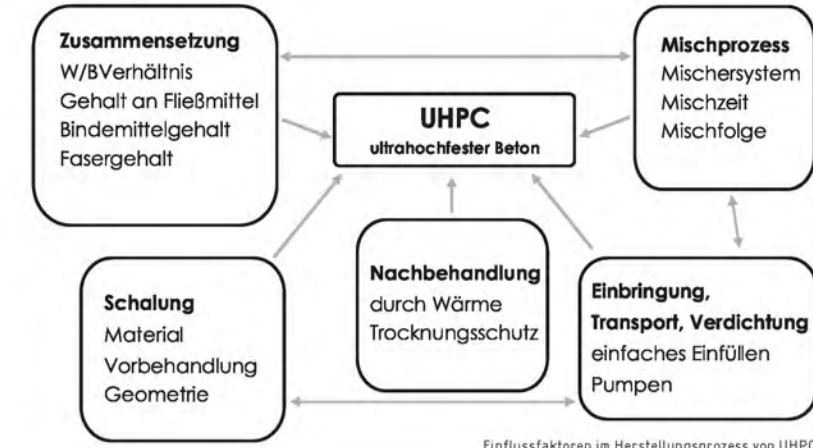
Joachim Juhart

Neue Baustoffe sind faszinierend, sie bieten bisher unbekannt Möglichkeiten in der Gestaltung und machen Wissenschaftler neugierig. Wie kam der Baustoff UHPC, der als aktueller Höhepunkt der internationalen betontechnologischen Entwicklung angesehen werden kann, an die FH-Kärnten?

Alles begann im Februar 2004. Ein neuer wissenschaftlicher Mitarbeiter wurde im Fachgebiet Baustofftechnologie eingestellt und hatte den Ehrgeiz, auch an der FH eine Dissertation zu machen. Sein Doktorvater, Prof. Lutz Sparowitz, schlug als Arbeitstitel „Innovative Anwendungen von UHPC“ vor. Der betreuende FH-Prof. Erwin Baumgartner unterstützte das und war offen für alles Neue. Es sollte um den Einsatz von UHPC für völlig neue Brückenbauweisen gehen, oder um neuartige Verbundkonstruk-

tionen, zum Beispiel mit Glas und UHPC, oder um die baustoffliche Weiterentwicklung von UHPC oder, oder, oder ... ja die Themenfindungsphase war eine schwierige. Dann waren da noch die weiteren Aufgaben des wissenschaftlichen Mitarbeiters in Forschung, Lehre und Administration. Eine Projektfinanzierung mit Fördergeldern musste erst gefunden werden. Die Laborausstattung für Sonderbetontechnologie und konstruktive Prüftechnik fehlte noch ...

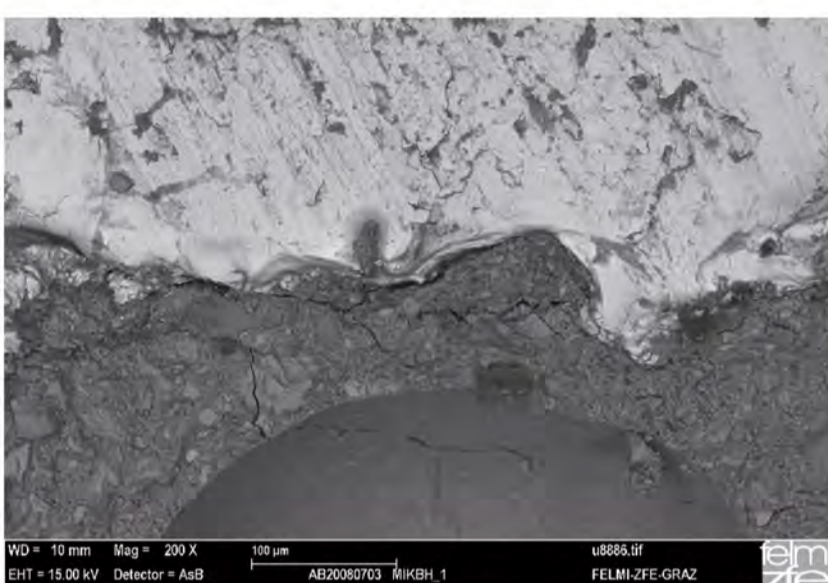
Seither ist einige Zeit vergangen und viel passiert: Das Baulabor ist u. a. um eine leistungsfähige Universalprüfmaschine erweitert worden, ein vom Fonds wissenschaftlicher Forschung gefördertes Projekt wurde im September 2007 in Kooperation mit der TU Graz unter Projektleitung von Dr. Bernhard Freytag gestartet und das Thema der angestrebten Doktorarbeit wurde eingegrenzt auf den „Haftverbund von UHPC mit weiteren Konstruktionswerkstoffen“.



Mittlerweile hat sich die Forschung am UHPC mit einigen Schwerpunkten an der FH etabliert:

- Geeignete Zusammensetzung und Herstellung von UHPC
- Entwicklung von Prüfmethoden zur Qualitätssicherung für UHPC-Bauteile
- UHPC im Verbund mit weiteren Konstruktionswerkstoffen wie Glas und Stahl
- Quais „nebenbei“ spielerisch: Gestaltung von Objekten und Oberflächen

In diesen Bereichen werden auch Dienstleistungen des Baulabors für Firmen durchgeführt, die UHPC anwenden und in der Praxis einsetzen wollen. Im hauseigenen Betonlabor wurden mittlerweile beinahe unzählige Mischversuche mit verschiedenen Rezepturen gemacht, zum Beispiel im Rahmen von Diplom- und Projektarbeiten [1], [2], [3]. Dabei wurde nach dem Vorbild der von der Universität Kassel publizierten Mischungs zusammensetzungen die „eigene Mischung“ der FH-Kärnten entwickelt.



Um den Einfluss der vielfältigen Parameter im Herstellungsprozess auf die Qualität von UHPC festzustellen, werden Frisch- und Festbetoneigenschaften geprüft. Es soll sicher gestellt werden, dass insbesondere folgende Anforderungen an frischen UHPC erfüllt werden: ausreichende Fließfähigkeit und Selbstverdichtung, um engste oder verwinkelte Schalungsräume auszufüllen sowie gute Entlüftung, um Lunker speziell an Bauteiloberflächen zu vermeiden. Am festen UHPC mit Fasern werden die Druck- sowie die Zugfestigkeit und die Nachtragfähigkeit meist nach 28 Tagen getestet. Außerdem wird eine homogene Faserverteilung bzw. geeignete Faserorientierung erzielt. Dazu wurde im Baulabor ein eigenes Verfahren für Zugprüfungen an Bohrkernen aus UHPC-Bauteilen entwickelt [4]. Das Baulabor der FH-Kärnten mit Peter Druml als Labortechniker wirkte zum Beispiel bei der Herstellung und Überprüfung von Großversuchskörpern der Wild-Brücke mit, an denen die Tragfähigkeit der Brückenbauteile im Maßstab 1:1 getestet wurde. Es wurden dabei zwei Versuchskörper in der Originalgröße

in einem Fertigteilwerk hergestellt. Ein 5 m hohes, dünnwandiges achteckiges „Rohr“, als ein Teil des Brückenbogens, und ein kompaktes Element, das ein Verbindungsstück zwischen zwei Rohrelementen darstellt („Knoten“), [siehe auch http://www.wild.raum.at/] Im Rahmen des laufenden Forschungsprojekts „AdBond UHPC“ – „Adhesive Bond of UHPC and Construction Materials“, sollen Grundlagen für Anwendungen von UHPC im Verbund mit weiteren Konstruktionswerkstoffen wie Glas und Stahl geschaffen werden. Das Projekt wird in einer Kooperation der TU Graz mit der FH-Kärnten von September 2007 bis Februar 2010 durchgeführt und vom FWF im Rahmen der Programmlinie Translational Research gefördert. Ziel der Arbeiten ist es, die Haftverbundfestigkeit von UHPC mit Oberflächen weiterer Konstruktionswerkstoffe auf Basis chemisch-physikalischer Zusammenhänge und einiger Kerndaten der Materialien und Oberflächen in einfacher Weise zu beschreiben. Unter anderem wird die Grenzzone der Materialien Stahl und UHPC elektronenmikroskopisch untersucht.

Vorarbeiten wurden zum Beispiel im Rahmen einer Diplomarbeit zum Thema „Haftung von UHPC-Festbeton auf unterschiedlichen Werkstoffoberflächen“ [5] geleistet.

- [1] Bakoian, Wernegret: Herstellung von grobkörnigem ultrahochfestem Beton. Diplomarbeit 2005, FH-Kärnten
- [2] Ladinig, Dieter: Herstellung von feinkörnigem UHPC und Optimierung der Korrosionsschutzschicht, 2005, FH-Kärnten
- [3] Juhart, J., Ellbricht, G., Gross, G., Robnig, M.: Abschlussbericht der Projektarbeit „UHPC im Verbund“, 03/2007, erhältlich bei der FH-Kärnten, auf Anfrage
- [4] Juhart, J., Freytag, R., Linder, J.: Experimentelle Bestimmung der Spannungs-, Dehnungs- und Zugbereich an zylindrischen Proben aus UHPC (ultra high performance fibre reinforced concrete). Forschungsbericht, Spittal: FH Technikum Kärnten, 2007; als download auf <http://www.fh-karnten.at/cms/stg/hq/publikationen.htm#7398> verfügbar
- [5] Ellbricht, H.: Haftung von UHPC-Festbeton auf unterschiedlichen Werkstoffoberflächen, Diplomarbeit an der FH-Kärnten, 2007



Computertomografie UHPC Bohrkern mit Stahlfasern. Quelle: FH-Weis, DI Schlotthauer



Labortechniker Peter Druml beim Mischen

Neben der guten Abstimmung der Ausgangsstoffe bei der Mischungszusammensetzung erfordert die Herstellung und Verarbeitung von UHPC besondere „Know-how“ sowie hohe Präzision. Auf Grund der vielen Einflussfaktoren auf den Herstellungsprozess ist eine iterative Vorgangsweise bei der Entwicklung einer Mischung von UHPC, die für eine Bauaufgabe „maßgeschneidert“ wird, erforderlich. Für eine großtechnische Produktion von Bauelementen stellt das die neue Herausforderung dar. Schon beim Dosieren und Mischen der Ausgangsstoffe muss genau gearbeitet werden, um die gewünschten Betoneigenschaften zu erhalten. Beim Schalungsbau und bei der Nachbearbeitung von Bauelementen aus UHPC sind Genauigkeiten und Toleranzen beinahe wie im Stahlbau gefordert und auch möglich.



Dach der Maststation Vauduit von Millau aus UHPC, Frankreich, 2004



begehbare Brückenelement aus UHPC



Brücke über den Niesterbach, Kassel



Elemente des Daches der Maststation

## UHPC-Beispiele international

Die Anwendungen von UHPC bedingen jeweils exakte und intelligente Überlegungen. Seien sie zu finden in den Prinzipien der Vorfertigung oder in jenen der Elementierung. Jedemal wird die besondere, noch ungewohnte Materialqualität verblüffen; sie kann Anlass für Produkte sein, deren Oberfläche besondere, bisher nicht erzielbare Qualitäten aufweist, als Verkleidung oder dünnwandiges, höchst tragfähiges Konstruktionsmaterial mit unzähligen Anwendungen. In einer ganzheitlichen Sicht ist aber auch die relative Langlebigkeit klar zu erkennen, ihre Vor- und Nachteile zu werten, der Vergänglichkeit mancher bisheriger Baumaterialien gegenüber zu stellen.



Einbauen der Brücke über den Niesterbach, Kassel



Buszentrale RATP in Thiais, Frankreich, 2007. Foto Philippe Ruaull, arch\_crdm



Brücke über die Morge, Instandsetzung mit stahlfaserbewehrtem UHPC als Aufbettung, Kanton Wallis, Schweiz

ausdruck 06  
19  
20

# Forschung und Entwicklung im Studienbereich „Bauingenieurwesen und Architektur“

Erwin Baumgartner

Die angewandte Forschung und Entwicklung zählt neben dem Angebot und der Weiterentwicklung der Lehre seit ihrer Gründung zu den zentralen Aufgaben der österreichischen Fachhochschulen. Dies umfasst die erfolgreiche Durchführung von Forschungsprojekten mit Partnern aus der Wirtschaft, aus den Kommunen und Organisationen und stellt auch ein Qualitätsmerkmal der Fachhochschule Kärnten dar, mit dem wir als dynamische und innovative Organisation in der Bildungslandschaft erkennbar sein wollen.

Zu unseren Forschungs- und Transferleistungen zählen dabei folgende Aufgaben:

- Forschungsimpulse und einfacher Zugang zu Forschungsstrukturen für KMU's
- Damit verbundener Technologietransfer in die Regionen
- Nationale und internationale Forschungskoperationen in definierten Forschungsfeldern entsprechend der im Studienbereich aufgebauten Kompetenzen und strategischen Zielsetzungen
- Hoherqualifizierung von Absolventen als wissenschaftliche Forschungsmitarbeiter

Unsere Kernkompetenz wurde erarbeitet zu den Themen:

## Material - Gestaltung - Konstruktion

Sie gliedert sich zurzeit in folgende Forschungsschwerpunkte:

- Baustofftechnologie mit den Schwerpunkten elektrochemischer Korrosionsschutz von Stahlbetonbauwerken und Entwicklung von Rezepturen, Prüfmethode von „ultrahochfestem Beton“ und UHPC im Verbund mit weiteren Konstruktionswerkstoffen. Diese Forschungs- und Dienstleistungstätigkeiten werden in unserem zertifizierten Baulabor entwickelt bzw. durchgeführt. (Technikum Kärnten Forschungs-G.m.b.H.)
- Bauphysik mit den Schwerpunkten Gebäudehülle und Energieeffizienz,

sowie architektonische qualitätsvolle Objektentwicklung mit Simulation berechnungen von Gebäudelebenszykluskosten.

- Nachhaltigkeit im Gestalten – mit den Themen „Nachhaltiges Bauen“ und „Bauerhaltung“, einem Schwerpunkt, der sowohl den konstruktiven als auch den gestalterischen Teil des Bauwesens beinhaltet und Beiträge zu ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten des Bauens liefert.
- Konstruktiver Ingenieurbau mit den Schwerpunkten Tragwerksentwurf und Tragwerksoptimierung, dem regionalen Schwerpunkt in der Holzfor schung mit den Themen Holzbrückenbau und konstruktiver Holzbau, sowie dem weiteren Schwerpunkt der Befestigungstechnik und der Tragwerksverstärkung.



PETER NIGST: Würdigungspreisträger für Architektur und Baukultur des Landes Kärnten

Wir gratulieren PETER NIGST sehr herzlich zum Würdigungspreis für Architektur und Baukultur 2008 des Landes Kärnten!

Bauinformatik dient zur Unterstützung der vorgenannten Forschungsschwerpunkte und für die Auswahl und Implementierung geeigneter Datenverarbeitungsprogramme. Jeder Forschungsschwerpunkt wird von einer/einem Lehrenden mit entsprechender Fachkompetenz geleitet und ist in einem Team wissenschaftlicher Mitarbeiter organisiert. Die Forschungsteams stellen sich erfolgreich dem Wettbewerb im Rahmen der Forschungsförderung und sind gesuchte wissenschaftliche Partner von Unternehmen und Büros in den Bereichen Bauingenieurwesen und Architektur. Wichtig ist uns dabei auch die Mitarbeit von Studierenden in Form von Projekt- und Diplomarbeiten. Die Ergebnisse unserer Forschungstätigkeit werden bei nationalen und internationalen Tagungen und Kongressen präsentiert; sie finden ihren Niederschlag in entsprechenden Publikationen.

## Veranstaltungen FH-Kärnten

- > 4. – 11. 5. 2009 Workshop Tagungslehre mit Karen Eisenloffel, Gert Ellbricht
- > 4. 5. 2009 Vortrag Berthold Burkhardt
- > 5. 5. – 5. 6. 2009 Ausstellung Gasparin & Meier
- > 13. 5. 2009 Holzbaugespräche Veit Pedit
- > 29. 5. 2009 Eröffnung Ausstellung „INSZENIERTE LANDSCHAFT“ Studienarbeiten des Architekturstudienanges der FH-Kärnten in Gmünd (Lodron'sche Reitschule)
- > 28. 5. 2009 Vortrag Wolfriedrich Ziesel
- > September 2009 STO-Studio 3
- > 1. 11. – 20. 12. 2009 Ausstellung Werner Sobek

architektur und bauingenieurwesen fh - kärnten spittal / drau