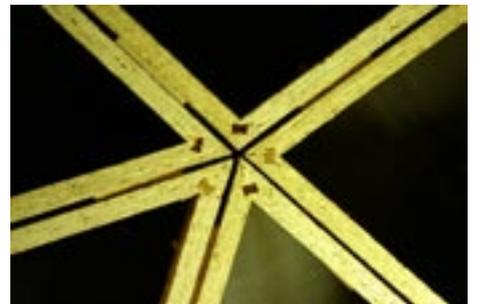
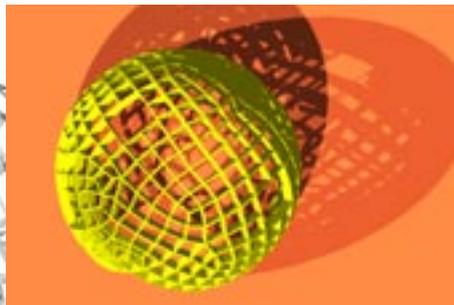


# SWISSBAU Pavillon 2005

Entwickelt für die SWISSBAU '05 repräsentiert der Pavillon den aktuellen Forschungsstand an der Professur für CAAD – eine durchgehende Kette digitaler Datenverarbeitung vom CAD-Entwurf bis zur Fertigung auf CNC-gesteuerten Maschinen.



Für die Messe SWISSBAU '05 in Basel wurde von der Professur für CAAD in Zusammenarbeit mit den Firmen Contec, Bach Heiden und der Fensterfabrik Albisrieden ein Pavillon entwickelt, der die Möglichkeiten digitaler Entwurfs- und Fertigungstechniken in der Architektur demonstriert. Alle Schritte im Entstehungsprozess - vom computerunterstützten Design bis zur Produktion auf computergesteuerten Maschinen - wurden in einer durchgängigen "Digitalen Kette" organisiert. Dadurch bleibt einerseits die Anpassung des Entwurfs an äussere Bedingungen bis zum letzten Moment möglich, andererseits ist der Aufwand für die Herstellung mit dem einer Serienfertigung vergleichbar.

Ausgangspunkt für das Design ist das Prinzip der Kassettenkuppel. Im Unterschied zur traditionellen Bauweise müssen sich die Öffnungen hier jedoch nicht mehr nach der konstruktiven Struktur richten, sondern die Konstruktion reagiert auf die Störungen und passt sich ihnen an. Um diese komplexe Struktur zu erzeugen und zu optimieren werden Wachstumsprozesse digital simuliert: eine eigens programmierte Software generiert ein Netz aus viereckigen Maschen, das sich selbständig an die Position der vorgegebenen Öffnungen und die Fussbodenebene anpasst und dabei die Grösse und Form der Maschen optimiert.

KONZEPT, ENTWURFS- UND AUSFÜHRUNGSPLANUNG:  
Christoph Schindler, Markus Braach, Fabian Scheurer,  
Oskar Zieta  
Professur für CAAD, ETH Zürich

HOLZKONSTRUKTION: Bach Heiden AG  
DACHHAUT: Contec AG  
FENSTER: Fensterfabrik Albisrieden AG

Die Koordinaten dieses Netzes werden im XML-Datenformat ausgegeben und in das CAD-Programm Vectorworks gelesen. Dort generiert ein Vectorscript-Programm aus diesen Daten die Geometrie sämtlicher 1200 Einzelteile der Holzkonstruktion, einschliesslich aller Gehrungen und Bohrungen. Die eindeutig nummerierten Bauteile können innerhalb des CAD-Systems dreidimensional dargestellt und überprüft werden. Ein weiteres Vectorscript-Plugin platziert die erzeugten Bauteile optimal auf den verwendeten Holzplatten und erstellt aus den Geometriedaten den G-Code für die Steuerung einer 5-Achs-Fräse, die die Bauteile von jeweils zehn Kassetten in einem Arbeitsgang produziert.

Die Dachhaut besteht aus ca. 350 Kautschukpolygenen, die ebenfalls computergesteuert per Wasserstrahlverfahren zugeschnitten und dann verschweisst werden. Auch die vier unterschiedlich grossen Fenster sind auf CNC-Maschinen massgefertigt. Alle Bauteile wurden vor Ort auf der Messe montiert. Das Ergebnis ist eine kugelförmige Kuppel mit vier Meter Durchmesser und drei Meter Höhe.

MASSE: 4.0 m Durchmesser, 3.0 m Höhe  
KONSTRUKTION: 321 unterschiedliche Holzkassetten mit einer Kantenlänge zwischen 20 und 40 cm, produziert auf einer 5-Achs CNC-Fräse.  
MATERIAL: 18 mm OSB (41 Platten à 2.5x1.5m, 2.8 m<sup>3</sup>)

# DIE DIGITALE KETTE

Eine "Digitale Kette" ist ein unterbrechungsfreier digitaler Prozess vom ENTWURF (Struktur und Formfindung) über die KONSTRUKTION (Detaillierung) zur PRODUKTION (CNC-Fertigung). Die einzelnen Schritte sind programmierte Einheiten, die über universelle Schnittstellen miteinander verbunden sind.

Der Computer wird nicht als passives digitales Zeichenbrett verwendet, sondern als aktiv den Entwurf beeinflussendes Werkzeug. Vom Architekten werden Regeln, Abhängigkeiten und Zielvorstellungen formuliert, die der Computer aufgrund seiner Rechenleistung variantenreich optimieren kann. Die Rolle des Architekten verschiebt sich dabei vom Formdesigner zum Prozessdesigner. Die Ästhetik der Ergebnisse ist mal aufregend und ungewöhnlich, mal organisch und selbstverständlich – sie ist aber immer Ergebnis der vorgegebenen Parameter.

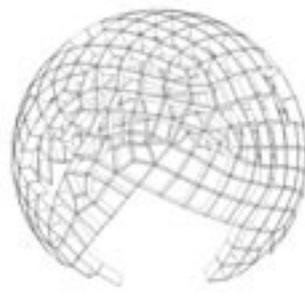
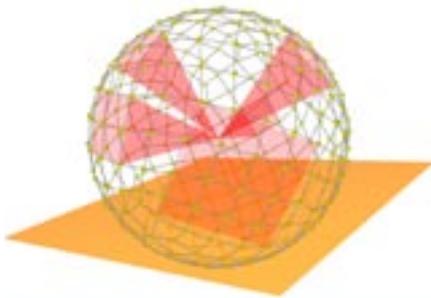
Dabei kristallisieren sich drei Themen heraus, die auf die zeitgenössische Architektur Einfluss haben können:

**EFFIZIENZ:** Mit Hilfe von Programmier- und parametrisierten Bauteilen wird eine Variantenfertigung ohne zusätzlichen Zeitaufwand möglich. Konstruktionen aus individuellen Bauteilen, die bisher nur mit hohem Kostenaufwand realisierbar waren, werden wirtschaftlich interessant.

**KOMPLEXITÄT:** Für die Gesamtform des Bauwerks können komplexe Strukturen erschlossen werden, bei deren konstruktiver Ausformulierung die Programmierung eine wesentliche Unterstützung und Erleichterung darstellt.

**VERFEINERUNG:** Die computergesteuerten Maschinen arbeiten mit einer Präzision und Detaillierung, die handwerklich weder zeitlich noch technisch erreichbar wären. So kann das Detail eine in der Industrialisierung verlorene ornamentale Bedeutung wiedergewinnen.

Alle vier auf der SWISSBAU '05 ausgestellten Entwürfe sind Resultate einer Digitalen Kette.



## ENTWURF

Idee > Java > XML

Die kugelförmige Kassettenstruktur wird mit Hilfe eines speziell entwickelten Java-Programms generiert und für die vorgegebenen Fenster- und Türöffnungen optimiert. Die Software erzeugt auf einer Kugeloberfläche ein Netz aus viereckigen Maschen, das sich selbstständig an die Öffnungen anpasst und dabei die Grösse und Form der Maschen optimiert.

Ein simulierter Wachstumsprozess lässt neue Maschen entstehen, wo sie aufgrund hoher Oberflächenspannung gebraucht werden, und entfernt Maschen die zu klein oder zu unregelmässig geformt sind. Gleichzeitig versucht das Netz sich möglichst dicht an die von Öffnungen und Fussboden definierten Ebenen anzulagern. Die Koordinaten der Maschen werden zur weiteren Verarbeitung im XML-Datenformat exportiert.

## KONSTRUKTION

XML > Vectorscript > CAD-Modell

Die XML-Daten mit den Informationen über das Netz werden in das CAD-Programm Vectorworks gelesen. Ein in Vectorscript programmiertes Plug-In generiert aus diesen Daten die Geometrie sämtlicher 1200 Einzelteile der Holzkonstruktion, einschliesslich aller Gehrungen und Bohrungen.

Die eindeutig nummerierten Bauteile können innerhalb des CAD-Systems dreidimensional dargestellt und überprüft werden. Ein weiteres Vectorscript-Plug-In platziert die erzeugten Bauteile optimal auf den verwendeten OSB-Platten und erstellt aus den Geometriedaten direkt den G-Code für die Steuerung einer CNC-Fräse.

## PRODUKTION

G-Code > 5-Achs-Oberfräse

Der automatisch erzeugte G-Code steuert eine 5-Achs-Fräse, die die einzelnen Bretter für die Kassettenstruktur in einem Arbeitsgang produziert. Die Informationen definieren die Umrisslinie, die Gehrungen, die Nuten für die Schwalbenschwanz-Verbindungen, die Bohrungen zum Verschrauben der Kassetten und den Nummerncode für die eindeutige Identifikation, der ebenfalls in jedes Teil gefräst wird.

Die Abwicklung der Dachhaut und die Geometrie der einzelnen Polygone wird ebenfalls automatisch generiert und zur Steuerung einer CNC-Wasserstrahl-Schneidemaschine verwendet.

caad:arch:ethz:ch

Professur für CAAD  
Prof. Dr. Ludger Hovestadt  
ETH Hönggerberg HIL E15.1  
CH-8093 Zürich

www.caad.arch.ethz.ch  
Tel. +41 (44) 633 34 89  
Fax. +41 (44) 633 10 50

Die Professur für Computer Aided Architectural Design (CAAD) an der ETH Zürich wurde 1988 gegründet und von Gerhard Schmitt erfolgreich aufgebaut. Zwischen 1998 und 2000 übernahm Maia Engeli die Interimsleitung nachdem Prof. Schmitt in das Amt des ETH Vizepräsidenten für Planung und Logistik wechselte. Seit dem Wintersemester 2000 wird die Professur für CAAD von Ludger Hovestadt geleitet.

Im Unterschied zur bisherigen Forschung im Bereich CAAD ist das Forschungsprogramm der Professur bei der traditionellen Stärke der Architekten und Städtebauer verankert: der Systemintegration. Es werden die

verschiedensten, in "fremden" Fachgebieten entwickelten Techniken aufgegriffen um das Tätigkeitsfeld von Architekten, Städteplanern und Ingenieuren zu erweitern:

**GENERIEREN** und Optimieren von Strukturen auf verschiedenen Massstabsebenen mit Methoden der Selbstorganisation in komplexen dynamischen Systemen.

**PRODUZIEREN** von Komponenten mit Hilfe von CAD/CAM-Techniken nach den Prinzipien der Mass-Customization.

**BETREIBEN** von Gebäuden mit vernetzten "intelligenten" Komponenten.