

# Generatives Modellieren

## Das Unplanbare planen

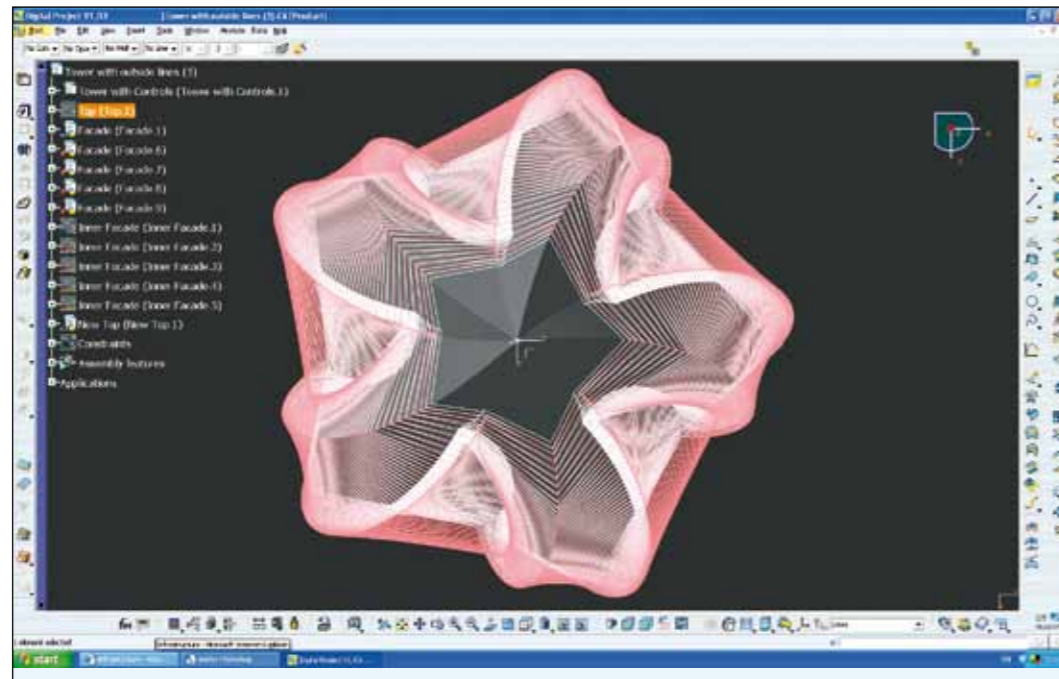
fotos: marian behaneck text: marian behaneck



Neue Werkzeuge ermöglichen die Planung des Unplanbaren – und schaffen eine neue Architektursprache. (GenerativeComponents, NBBJ and EYEDesign)

**B**evor der PC zum Einsatz kommt, werden Entwurfsideen in der Regel zunächst auf Papier skizziert. Immer stärker mischt der Rechner jedoch auch in der Entwurfsphase mit. Neue Werkzeuge wie GenerativeComponents und andere verändern nicht nur den Entwurfsprozess, sondern inzwischen auch die Architektursprache.

Wer kennt sie nicht, die wahlweise „organische“, „fließende“ oder „kristalline“ Architektur von Coop Himmelb(l)au, Zaha Hadid, Foster + Partners, Frank O. Gehry, Grimshaw Architects und vielen anderen? Bis vor wenigen Jahren waren die aufsehenerregenden und deshalb medienwirksamen Bauwerke dieser und weiterer Architekturgrößen mit konventioneller Software schlicht unplanbar: zu komplex die Geometrie, zu aufwendig die baustellengerechte zweidimensionale Darstellung räumlich gekrümmter Flächen. Das hat sich mittlerweile geändert. Insbesondere das sogenannte generative Modellieren eröffnet ungeahnte Möglichkeiten bei der Formfindung und Konstruktion. Dahinter steckt ein neuer Ansatz zur Beschreibung dreidimensionaler Formen: Komplexe 3D-Modelle werden nicht wie üblich durch eine Verscheidung geometrischer Grundkörper oder ein Netz von Dreiecken, Punkten oder Flächen definiert, sondern durch mathematische Funktionen beschrieben. Überlagert werden die daraus resultierenden Algorithmen mit regelbasierten Prozessen, die Eingriffsmöglichkeiten zur experimentellen Veränderung der Parameter ermöglichen.



Aus dem Flugzeugbau, ... (Catia, Newtecnic: Gazprom Tower)

### Ohne Software kein Blob

Die Architektursprache einer Epoche hat viele Einflussfaktoren. Ein Faktor blieb über die Jahrhunderte bis zur Einführung von CAD & Co stets konstant: die technischen Mittel für die Darstellung und Planung. Die begrenzten Möglichkeiten der zwei- und dreidimensionalen Darstellung übten stets einen latenten Einfluss auf die Architektursprache aus. Sieht man einmal von Ausnahmen ab, wie etwa den Kathedralen des Mittelalters, der Wohnarchitektur des „gemeinen Volkes“ oder der Architektur eines Gaudí, die ohne Bauplä-

ne auskam, ist ein Zusammenhang zwischen den durch die zur Verfügung stehenden Wiedergabetechniken und der Konzeption von architektonischen Entwürfen nicht von der Hand zu weisen. Die gerade Linie, die ebene Flächen, die Horizontale und Vertikale haben – während der Architekturepochen in unterschiedlicher Ausprägung – die Formensprache beeinflusst und teilweise auch eingeschränkt. Die neue Formenfreiheit kam erst in den 1990er-Jahren auf. Sie wurde durch die Einführung des Computers möglich gemacht. In den großen Architektur- und Ingenieurbüros begann man aus dem Produktdesign, Flugzeug- oder Automobilbau stammende CAD-Software einzusetzen, um räumlich gekrümmte Oberflächen mithilfe sogenannter NURB-Splines darzustellen. Mit diesen mathematisch definierten Kurven oder Flächen war

man plötzlich in der Lage, gleichmäßige oder ungleichmäßige, konkave oder konvexe, weich fließende oder kantige, einfach oder mehrfach gekrümmte Flächen zu modellieren und gleichzeitig statisch zu berechnen. Herkömmliche, an geraden Wand- und Deckenscheiben orientierte Bau-CAD-Programme waren (und sind es teilweise auch heute noch) überfordert und dafür ungeeignet. Inzwischen hat sich die Freiformarchitektur zu einer eigenständigen Architekturgattung und zu einer selbständigen Formensprache entwickelt. Zwar spielt in der Praxis eines „gewöhnlichen“ Architektur- oder Ingenieurbüros die experimentelle Entwicklung neuer Formen und Strukturen derzeit



Automobilbau oder dem Produktdesign stammende Werkzeuge ... (Cinema4D)

noch kaum eine Rolle. Sie ist im Wesentlichen prominenten Star-Architekten und akademischen Ausbildungsstätten vorbehalten. Diese beiden Gruppen sind es, die derzeit für neue Impulse sorgen und die Formensprache der Avantgarde beeinflussen. Gerade die junge Architektengeneration lässt sich von den nahezu unbegrenzten Möglichkeiten begeistern. Mit entsprechenden Werkzeugen ausgestattet, sorgen führende Lehranstalten für Architektur und Ingenieurwesen weltweit mittlerweile dafür, dass eine neue „Generation Generative“ heranreift. Diese wird die Entwicklung auf dem Architektur- und Designsektor in den nächsten Jahren nachhaltig beeinflussen.

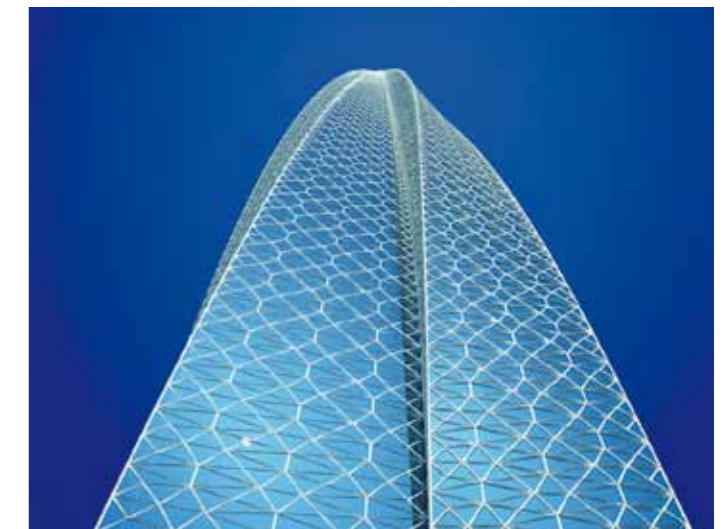
### Catia, Maya, GenerativeComponents & Co

Wer von CAD-Programmen mehr Freiheit beim Gestalten ungewöhnlicher Gebäudegeometrien erwartet, muss auf Konstruktions-Software aus architekturfernen Bereichen ausweichen. Programme wie Catia, Carrara, Maya, Rhino und andere bieten eine mehr oder minder umfangreiche Palette an Funktionen für die Konstruktion, Darstellung und teilweise auch Berechnung und Optimierung von Freiformen. Bedingt durch das meist architekturferne Einsatzgebiet enthalten sie aber in der Regel keine architektur-spezifischen Funktionen und meist auch keine Möglichkeit der direkten Weiterbearbeitung der Daten mithilfe bauspezifischer CAD-Programme und der direkten Generierung von Grundrissen, Ansichten, Schnitten oder Detailplänen. Als Alternative bleibt nur eine Datenübergabe per DXF, IGES, STEP, VRML etc. mit den entsprechenden Informationsverlusten und der Notwendigkeit zur Nachbearbeitung von Daten. Im Folgenden werden einige ausgewählte Produkte kurz, GenerativeComponents aber aufgrund seiner Alleinstellungsmerkmale im Detail vorgestellt:

Autodesk Maya ist eine vorwiegend im Film- und Animationsbereich eingesetzte Lösung für die 3D-Modellierung, Visualisierung und Rendering. Das Programm baut auf einer offenen Architektur auf, sodass es Anwender per Programmierschnittstelle oder einer der beiden integrierten Skriptsprachen MEL oder Python individuell anpassen können, was auch eine generative Modellierung freier Formen ermöglicht. Preis: ab 2099 Euro. Catia ist ein sehr umfangreiches, professionelles und ursprünglich für die Luft- und Raumfahrt entwickeltes High-End-CAD-System, das sich mittlerweile in zahlreichen Bereichen wie dem Fahrzeug-, Maschinen- und Anlagenbau, aber auch in Nischenbereichen des Bausektors etabliert hat. Mit der Software lassen sich dreidimensionale Modelle beliebiger Form entwickeln und per Finite-Elemente-Methode optimieren sowie die dazugehörigen 2D-Pläne ableiten. Preis: (auf Anfrage). Carrara richtet sich vorwiegend an Grafiker, Produkt- oder Web-Designer. Bauspezifische Funktionen stehen zwar nicht zur Verfügung. Mithilfe intelligenter Verknüpfungs- und Verformungsfunktionen lassen sich dennoch auch komplexe Architekturobjekte realisieren. Werden Oberflächen mit Texturen belegt, Lichtquellen und Beleuchtungseffekte de-



finiert, lässt sich der Entwurf attraktiv „in Szene“ setzen. Preis: ab 55 Euro (inkl. MwSt.). Die Präsentations-Software Cinema4D für professionelle 3D-Bilder und -Animationen wurde für die Bereiche Architektur, Maschinenbau, Möbel-, Schmuck-, Produktdesign und andere konzipiert. Auch Gelegenheitsanwender können dank intuitiver Bedienung schnell in die dritte Dimension einsteigen. Schnittstellen zum bauspezifischen CAD-Programm Allplan und anderen ermöglichen eine direkte Weiterbearbeitung. Preis: ab 685 Euro. Rhinoceros (kurz: Rhino) zeigt Stärken, wenn es darum geht, 3D-Freiformflächen zu modellieren. Das Programm kann Kurven, Flächen und Volumenkörper erzeugen. Auch Polygonnetze und Punktwolken werden verarbeitet. Somit sind auch frei geschwungene Formen oder komplexe Konstruktionen kein Problem. Rhinoceros eignet sich hervorragend als Ergänzung zu bauspezifischen 2D-/3D-CAD-Programmen, um komplexe 3D-Flächen und -olumenmodelle aufzu-

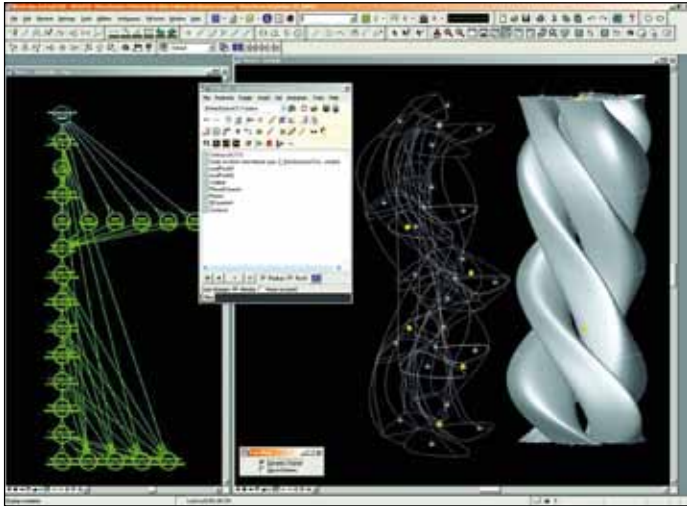


... ermöglichen eine völlig neue Formensprache. (Catia, Newtecnic: Gazprom Tower)

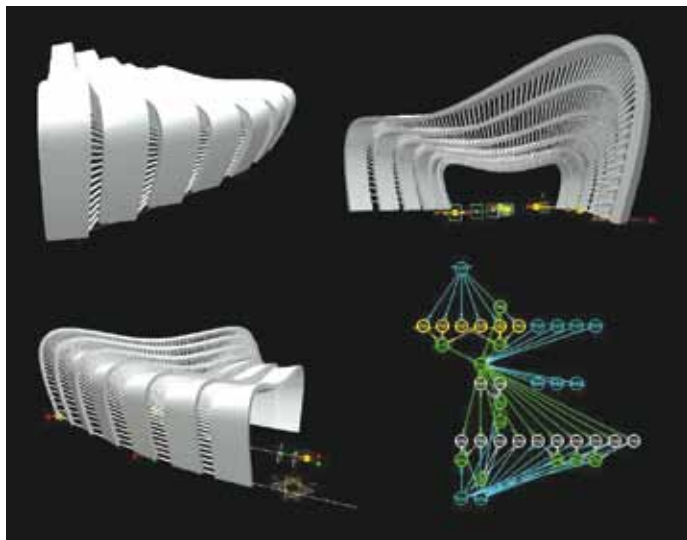
bauen. Preis: ab 995 Euro. Vor einigen Jahren schuf Bausoftware-Hersteller Bentley mit GenerativeComponents ein Modelliersystem, das gleich mehrere Besonderheiten aufweist: Es wurde speziell von Architekten für Architekten entwickelt, es beschreibt jede Art von Freiformarchitektur mithilfe algorithmischer Formeln, und es ist direkt in das bauspezifische CAD-Paket von MicroStation eingebunden bzw. verfügt über entsprechende Schnittstellen. Das ermöglicht eine direkte Weiterbearbeitung der Daten. Binnen kurzer Zeit hat sich diese Lösung zu einem Standardwerkzeug in großen, international tätigen Büros und zahlreichen Architektur- und Bauingenieur-fakultäten rund um den Globus entwickelt. Preis auf Anfrage.

### GenerativeComponents: Intuition + Logik = Kreativität

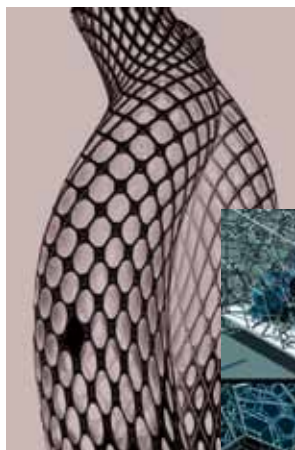
Nicht das Ergebnis des 3D-Konstruktionsprozesses steht im Mittelpunkt des generativen Entwerfens mit GenerativeComponents, sondern der Konstruktionsprozess selbst. Durch die Kombination leicht veränderter Operationen ist eine praktisch unbeschränkte Formen- und Konstruktionsvielfalt möglich. Änderungen bei einer Systemkomponente führen automatisch zu Änderungen bei allen mit ihr verknüpften Komponenten. Varianten, auch sehr komplexer Geometrien, lassen sich dadurch in kürzester Zeit generieren, bewerten, verwerfen oder weiterentwickeln, bis man schließlich der optimalen Lösung nahekommt. Die größte Herausforderung für Planer ist aber sicherlich die Entwicklung neuer Formen, die mit konventionellen Mitteln wie dem



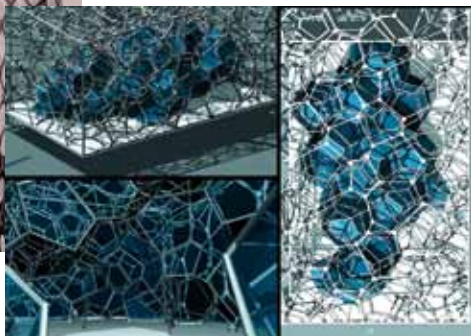
Generatives Modellieren vereint Mathematik und Logik mit Intuition und führt zu einer neuen Kreativität. (GenerativeComponents, Mark Cichy)



Freiformflächen werden durch mathematische Funktionen beschrieben, die individuelle Eingriffe zur experimentellen Veränderung ermöglichen. (GenerativeComponents, Judit Kimpian)



Am PC sind Formen und Strukturen generierbar, ... (GenerativeComponents)



... auf die man mit konventionellen Mitteln überhaupt nicht gekommen wäre. (Generative Components, Arup\_NSC, Beijing)

Modellbau oder auch der konventionellen 3D-CAD-Konstruktion nicht oder nur sehr umständlich realisierbar wären. Nicht nur der Entwurfs-, auch der Entscheidungsprozess lässt sich rationalisieren und beschleunigen, denn Gestaltung, Konstruktion und Präsentation ist mit demselben Programm möglich, was die visuelle Kommunikation mit Bauherren und Investoren erheblich vereinfacht. Ergänzend lassen sich jederzeit reale 3D-Modelle mithilfe von 3D-Druckern ausgeben, die Laien komplexe räumliche Zusammenhänge noch anschaulicher vermitteln können. Auch die Kooperation des „kreativen Architekten“ mit dem „rechnenden Ingenieur“ wird auf eine neue Basis gestellt, denn sowohl die Form als auch Tragstruktur lässt sich parallel, teilweise sogar mit demselben Programm gestalten und optimieren. Mithilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) können stützende und tragende Elemente auf das statisch notwendige Maß minimiert und damit Strukturen verschlankt werden. Gleichzeitig kann auch der Materialeinsatz optimiert werden, sodass die Konstruktion leichter und wirtschaftlicher wird. Sogar Fertigungsdaten, etwa für Glas-, Fassaden- oder Metallbaubetriebe, lassen sich aus dem Modell ableiten. Werden dabei ausführungsrelevante Parameter schon im Planungsstadium berücksichtigt, können die Bauausführung und -montage rationalisiert und Kosten gesenkt werden. Das generative Modellieren kann so Design, Form, Konstruktion und Wirtschaftlichkeit unter einen Hut bringen – und damit letztlich die Wahrscheinlichkeit der Realisierung auch extravaganter Ideen steigern.

## Form-follows-Software?

Offensichtlich ist die Einstellung gegenüber dem Rechner eine Generationenfrage. Groß war nämlich vor einem Vierteljahrhundert die Skepsis vieler Planer, als CAD in die Büros Einzug hielt. Zwar erkannte man die Vorteile des „elektronischen Zeichenbretts“ in der Genehmigungs- und Ausführungsplanung, befürchtete jedoch negative Folgen für den Architektentwurf. Kritiker warnten gar vor einer seelenlosen, einförmigen und sterilen „Maschinenarchitektur“ als Folge des automatischen, rechnergestützten Prozesses. Spätestens die junge Architektengeneration mit ihren neuen Werkzeugen macht deutlich: Das Gegenteil ist der Fall! Hard- und Software beschränkt planerische Kreativität nicht, sondern verleiht ihr neue Freiräume, die längst noch nicht ausgelotet sind. Ob dies jedoch per se ein Gewinn ist, steht auf einem anderen Blatt. Amorphe „Blob-Architektur“ ist zwar populär, weil außergewöhnlich, lässt sich jedoch kaum in ein städtebauliches Umfeld integrieren, weshalb sie eigentlich nur als Solitär funktioniert. Wenn die Form nicht mehr der Funktion folgt, sondern sich selbst genügt und nur die Möglichkeiten der Software repräsentiert, so kommt das einem Missbrauch dieses neuen, vielversprechenden Werkzeugs gleich. Generatives Design vermag gestalterische und konstruktive Grenzen sprengen und der Architektur zu einer neuen Popularität verhelfen. Wie es letztlich eingesetzt wird, liegt in der Verantwortung des Nutzers. Man darf auf die weitere Entwicklung in diesem Bereich gespannt sein...

## Weitere Infos

<http://grasshopper.rhino3d.com>  
[www.3ds.com/de](http://www.3ds.com/de)  
[www.autodesk.at](http://www.autodesk.at)  
[www.bentley.com/gc](http://www.bentley.com/gc)  
[www.generative-modeling.org](http://www.generative-modeling.org)  
[www.nemetschek.at](http://www.nemetschek.at)  
[www.rhino3d.at](http://www.rhino3d.at)  
[www.smartgeometry.com](http://www.smartgeometry.com)  
[www.software3d.at](http://www.software3d.at)  
[www.youtube.com](http://www.youtube.com)

Generatives Modellieren für Rhino  
 Rubrik: Produkte, Catia/Solidworks  
 Rubrik: Produkte, Autodesk Maya  
 Infos zu GenerativeComponents  
 Infos zur generativen Modellierung  
 Rubrik: Produkte, Cinema4D  
 NURBS-Modelliersoftware  
 SmartGeometry-Konferenz  
 Rubrik: Objektmodeller, Carrara  
 Suchwort: Generative Components