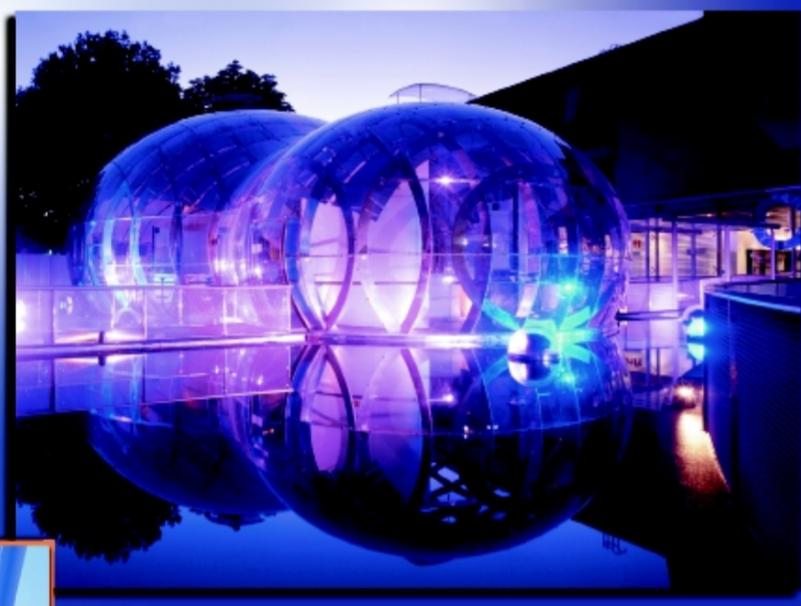


RIBUBBLE

BMW setzt auf Wasserstoff



Wer mit CAD-Programmen in der dritten Dimension arbeitet, hat in der Regel mit NURBS zu tun. Diese Freiformflächen-Objekte haben die guten alten Polygonmaschen bei der Beschreibung komplexer dreidimensionaler Geometrie fast überall abgelöst.

Auch in der Architektur hielten sie Einzug, und die Freiheit und Leistungsfähigkeit, die diese rein mathematisch definierten Flächen mit sich bringen, hat so manchen Entwurf aus dem Lot oder besser gesagt aus der ebenen Fläche gebracht.

Vor Jahren machte der kalifornische Star-Architekt Frank Gehry den Anfang, indem er das in Architektenkreisen noch unbekannte Hochleistungs-Programm CATIA für seine Entwürfe nutzte und damit völlig neue Formen nicht nur kreieren, sondern auch baulich umsetzen konnte. Mit dem Erscheinen schlanker und unkomplizierter NURBS-Modeller

wie *Rhinoce-ros* oder *solid Thinking* hat sich in den letzten drei

Jahren das Arbeiten mit freien Formen bei vielen Architekten und Bauingenieuren zum festen Bestandteil der CAD-Praxis entwickelt. Und so soll sich auch im Büro des Frank Gehry die Software Rhinoceros durchgesetzt haben.

NURBS nicht nur planen, sondern auch bauen

Hierzulande fällt der Frankfurter Architekt Bernhard Franken durch seine ungewöhnlichen Entwürfe aus. Franken hat eine stark experimentelle Herangehensweise an das Werkzeug Computer. Kurz gesagt, er baut NURBS.

Das wäre nichts Besonderes, schließlich sind viele Produkte die Materialisierung eines CAD-Modells. Franken jedoch geht weiter. Er realisiert seine Objekte, wie sie am Bildschirm

erscheinen, also mit der geometrischen Struktur, die sich ihm während der Arbeit am Computer darstellt: Er baut nicht nur die Körper, die die Flächen umschreiben, er baut auch die Gitterlinien oder Isoparameter-Kurven, die die Flächen am Bildschirm beschreiben, gleich einem riesigen dreidimensionalen Screenshot. Die Hauptelemente seiner Architektur sind nicht nur am Computer erzeugt, ihre Entstehung lässt sich auch in jedem Teil ihrer realisierten Struktur ablesen.

Um mit rigorosen Entwurfsmethoden entwickelte Architektur realisieren zu können, braucht es auch einen Bauherren, für den Frankens Architektur das richtige Transportmittel seiner Kommunikation ist. Und es braucht starke Partner bei der Realisierung.

BMW-Projekte für IAA, Genfer Autosalon und EXPO

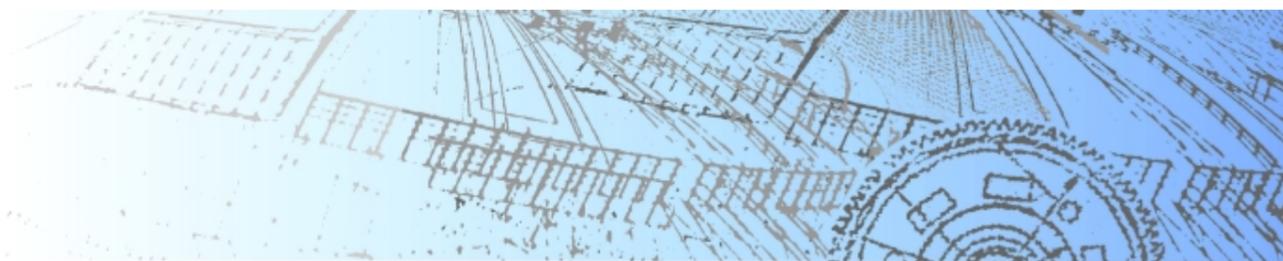
Als Bauherren gewann Franken die BMW AG,

für die er die Messearchitektur für die internationale Autoausstellung in Frankfurt 1999, den diesjährigen Autosalon in Genf und die Expo-Außenstelle von BMW in München entwarf und plante. Im Mittelpunkt der Auftritte von BMW steht die neue Wasserstofftechnologie, die der Konzern zur Serienreife bringt. Verständlich also, dass BMW bewusst auf die hydromorphe, also der Gestalt des Wassers entlehnte Formensprache der Entwürfe von Bernhard Franken setzt.

Und er hat gute Partner. Allen voran das internationale Großbüro ABB-Architekten in Frankfurt, unter dessen Namen er realisiert. Senior-Chef Heinz Scheid und seine Junior-Partner verfügen über genug Erfahrung bei Großprojekten und Fingerspitzengefühl im Umgang mit großen Bauherren. Denn klein wa-

ren Frankens Projekte trotz ihres temporären Charakters noch nie. Unverzichtbar ist auch ein Ingenieurbüro, das die Tropfen und Wellen in seinen Entwürfen in baubare und stabile Tragwerke umsetzt. Die Frankfurter Tragwerksplaner Bollinger+Grohmann sind schon früh auf die "schiefe" Bahn geraten, sind sie doch für die Realisierung der "kriminellen" Entwürfe der Wiener Dekonstruktivisten "Coop Himmelb(l)au" verantwortlich, wie unlängst beim Ufa-Kino in Dresden.

Frankens Karriere begann anlässlich der IAA 1999 in Frankfurt. Der Experimentalbau aus Aluminium und Plexiglas, der hier entstand, stellt zwei Tropfen dar, eingefroren im Augenblick ihrer Verschmelzung. Diesen Vorgang hat Franken in *Maya* von *Alias|Wavefront* simuliert. *Maya* war eigentlich als Animationsprogramm für Filmtricks entwickelt worden und bietet viele Möglichkeiten, Kräfte oder Strömungen auf Körper anzuwenden, die sich in ih-



Software praxis

rem Kraftfeld verformen. Diese Fähigkeiten nutzen Franken und sein Team als Entwurfsmethode, indem sie Grundkörper durch abstrakte Kräfte, die sie aus dem Umfeld der Bauten abgeleitet haben, verformen lassen. Im Fall der "Bubble", wie er sein skulpturales Werk nennt, wurden zwei Tropfen wie auf einer lackierten Motorhaube vom simulierten Fahrtwind ineinander getrieben. Ist die Form einmal erzeugt, verändert Franken sie nicht mehr. Sein Ziel ist es, die Form aus dem Computer auf kürzestem Weg mit allen ihren strukturellen Merkmalen wie Trimmkanten oder Isoparametern, also den Bezierkurven, die die Gestalt der Freiformfläche bestimmen, der Realisation zuzuführen.

Laminare Strömungen auf dem Messestand

Um die BMW AG bei ihren Auftritten beim Autosalon Genf 2000 und für die Clean-Energy-Ausstellung auf der EXPO-Außenstelle in München ins rechte Umfeld zu setzen, ließ Franken ebene Flächen unter Einwirkung von Kräften aus der jeweiligen Umgebung zu expressiven Geometrien verformen. So waren es beim Entwurf für Genf zwei Strömungen, die auf eine messestandgroße Grundfläche Einfluss nahmen: eine laminare Strömung, die aus der Ecke der riesigen Messehalle in den Raum vor



dem Stand wirkte und ein vortexartiger Kraftverlauf aus dem zentralen Objekt auf dem Messestand, dem Formel-1-BMW dieser Saison. Auch hier wurde die verformte NURBS, sobald ihre Gestalt feststand, auf kürzestem Weg zusammen mit den Isoparametern, die ihre Gestalt in Maya beschrieben, auf den Weg der Realisierung gebracht.

Doch auch der kürzeste Weg ist oft ziemlich lang und mit Umwegen versehen. Die Koordination der Ausführung der Freiform-Objekte übernahm bei allen drei BMW-Projekten das Ingenieurbüro der beiden Statik-Professoren Klaus Bollinger und Manfred Grohmann. In deren Konstruktionsabteilung setzt man seit frühesten Beta-Versionen auf den NURBS-Modeller Rhinoceros, der mittlerweile in der Version 2.0 erscheint. Rhinoceros hat sich hier als zentrales Konstruktionswerkzeug einerseits und als vielseitiger Konverter auf der anderen Seite, vor allem zu den eingesetz-



Beim Aufbau des Messestandes anlässlich des diesjährigen Autosalons in Genf wurde der Randträger in über hundert einzelne, einseitig gekrümmte Teile zerlegt.

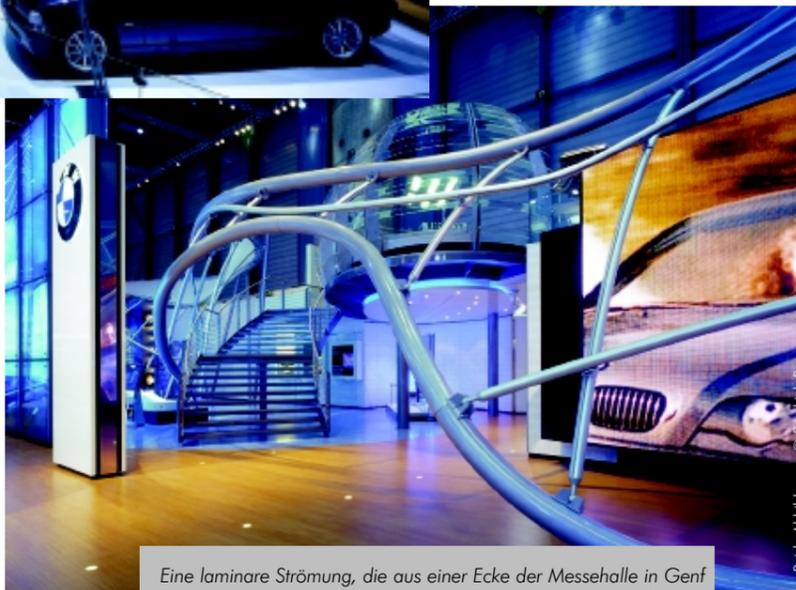
Techniken vor. Die Konstruktion besteht aus einem Gitter von eigens entwickelten Aluminium-Extrusionsprofilen und einem flexiblem Verbindungssystem, das an kräftige Randträger aus Stahlrohren angeschlossen wird. Hierbei werden die Isoparameter der zu Grunde liegen-

krümmte Bogenstücke zerlegt, die zu der komplexen Geometrie zusammensetzbar sind. Im Fall der Aluprofile wurde abschnittsweise in eben verlaufende Kurven vereinfacht und die endgültige Geometrie durch vorberechnetes "Hinziehen" eingestellt.

Für die Stahlrohre, die den Rand der Fläche bilden, wurde ein besonders ungewöhnlicher Weg beschritten: Der Randträger mit seinen 22 Zentimetern Durchmesser wurde in über hundert einzelne, einseitig gekrümmte Teile zerlegt, die dann in nächster Arbeit auf einem eigens entwickelten Richttisch zusammenschweißt wurden.

Mit dieser Bauweise erzielte man eine maximale Präzision, so dass die in jedem Anschluss aufnehmbare Bautoleranz von 6 Zentimetern bei einer Bauteilgröße von über 80 Me-

>>



Eine laminare Strömung, die aus einer Ecke der Messehalle in Genf in den Raum vor dem Stand wirkte, und ein vortexartiger Kraftverlauf aus dem zentralen Objekt des Messestandes, dem aktuellen Formel-1-BMW, bestimmten die expressive NURBS-Geometrie.

ten Finite-Elemente-Paketen ANSYS und R-Stub bewährt. Von der Oberflächenanalyse und Glättung des Entwurfsmodells bis hin zur Aufbereitung der Fertigungsdaten ist die "Nashorn"-Software im Einsatz, deren Bedienung nach Ansicht der Konstrukteure nicht im mindesten mit der Behäbigkeit des namensgebenden Tieres zu vergleichen ist, das der Hersteller McNeel für sein Produkt nicht ohne ein Augenzwinkern auswählte.

Herstellung der Tragstrukturen

War die Herstellung der "Bubble", deren Tragstruktur aus wasserstrahlgeschneidene Aluminium-Spanten besteht, auf denen eine sphärisch gekrümmte Acrylglasschale befestigt ist, vorwiegend durch den Einsatz von CNC-Technik für Alu-Schnitt und Fräsen der Schaumblöcke zum Formen der Acrylglasscheiben geprägt, herrschten bei den gebauten NURBS-Geometrien aus Genf und München mit ihren frei im Raum verlaufenden gekrümmten Profilen und Rohren fast ausschließlich handwerkliche

den NURBS durch Aluminium-Profile abgebildet, während der stählerne Rand die Trimmkante der Freiformfläche beschreibt.

Zu Beginn der Ausführungsplanung für das Projekt Genf stellte sich Ernüchterung ein. Keine Firma, die auf das Biegen von Stahlprofilen spezialisiert ist, war in der Lage, die kräftigen Stahlrohre des Randträgers mit der gewünschten engen Toleranz abschnittsweise zu biegen. Spätestens beim Zusammensetzen der Abschnitte zu der knapp 80 Meter langen Form wären die Toleranzen davongelaufen. Erschwerend kam hinzu, dass an einen kompletten Probeaufbau der Struktur vor allem aus Zeitgründen nicht zu denken war.

Freiformkurven in eben gekrümmte Bogenstücke zerlegt

Den kreativen Köpfen des Ingenieurbüros und der Messebaufirma entstammte schließlich die einfache wie geniale Lösung des Problems: Alle Freiform-Kurven wurden in eben ge-

BMW-Projekte

- IAA 1999
- Genfer Autosalon 2000
- Außenstelle der EXPO 2000

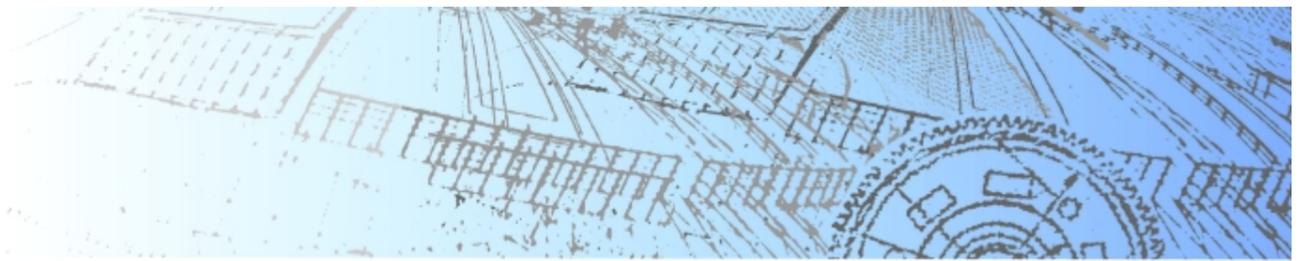
Projektbeteiligte:

Bauherr:
BMW AG, München

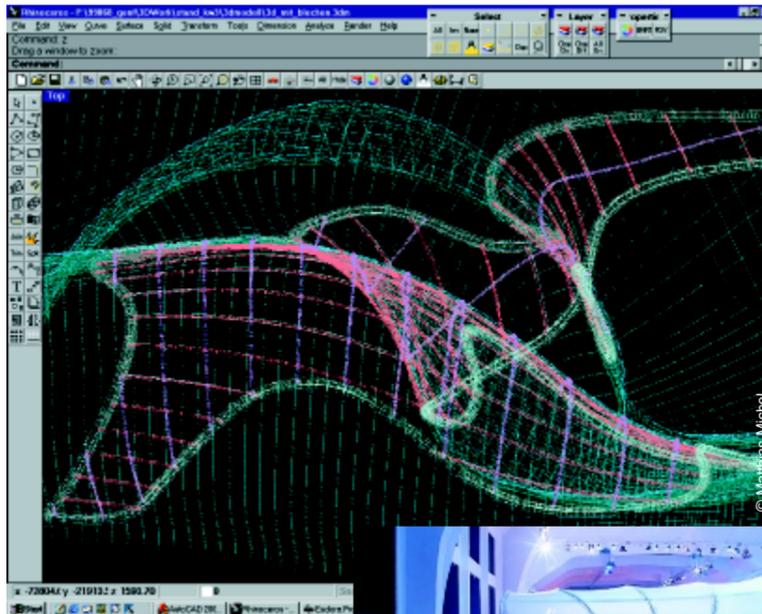
Architekt:
ABB Architekten, Frankfurt/Main,
Entwurf und Projektleitung durch Bernhard Franken

Tragwerks- und Ausführungsplanung der Freiformteile:
Bollinger+Grohmann, Frankfurt/Main
Projektleitung:
Dr. Harald Kloft

Ausführende Firmen der Freiformteile:
"Bubble": Pagitz Metallbau, Friesach, Österreich
Genf und EXPO: Fa. Metron, Eging bei Passau



Software praxis



Mittlerweile entwirft und plant Franken schon an seinem nächsten großen Projekt. Genauerer mag er mit Rücksichtnahme auf seinen Bauherren aber noch nicht verraten. Sicher ist nur soviel, rechte Winkel und ebene Flächen wird man auch

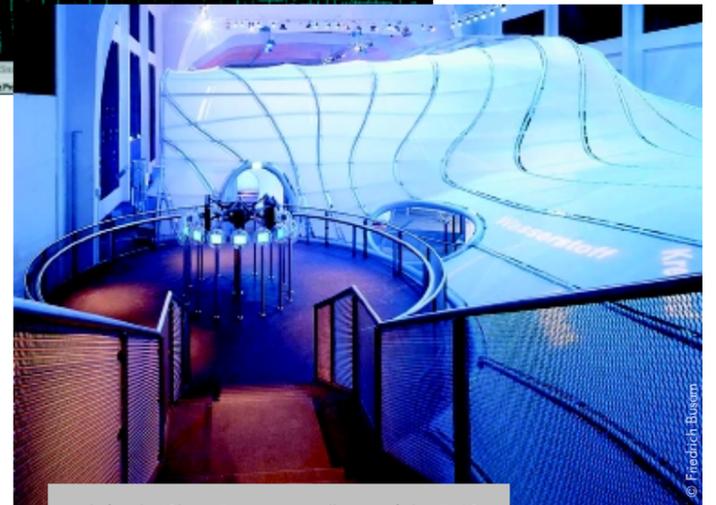
tern nicht annähernd in Anspruch genommen wurden musste.

Beim Versuch, die freien Randkurven in Bogenstücke zu zerlegen, die im Raum tangential ineinander übergehen, stießen die Konstrukteure bei Bollinger+Grohmann jedoch auf die Grenzen von *Rhinoceros*. Die knifflige Aufgabe war nicht in angemessener Zeit zu lösen. Hilfe brachte ein Anruf beim *Rhinoceros*-Distributor *flexiCAD* in München. Herr Meyer, Firmengründer und Übersetzer der Handbücher für dieses Programm in Deutsch, schickte eine 30-Tage-Version des NURBS-Modellers *solid Thinking*, den sein Unternehmen im Bündel mit *Rhinoceros* vertreibt. Dieses Programm bietet neben der ersehnten Möglichkeit, eine freie Kurve in Radien zu zerlegen, eine vollwertige so genannte *History* sowie *Rhinoceros*- und *Maya*-Schnittstellen.

Einmal zerlegt, wurden die Lage der Einzelteile und deren Verdrehwinkel zueinander ermittelt und der Randträger in knapp drei Wochen hergestellt.

Das CAD-Modell wird Realität

Das bange Gefühl, wenn aus einem CAD-Modell Wirklichkeit wird und sich Fehler erbarmungslos offenbaren, kennen wohl viele CAD-Anwender, und es blieb auch den Ingenieuren nicht erspart. Es er-



Auch für die Clean-Energy-Ausstellung auf der EXPO-Außenstelle in München ließ der Architekt ebene Flächen unter Einwirkung von Kräften aus der jeweiligen Umgebung zu expressiven Geometrien verformen.

wies sich aber zum Glück als unbegründet. Alles passte an seinen Platz, der Aufbau, der in Genf mit zweieinhalb Wochen knapp bemessen war, ging schneller voran als erwartet, und die Notebooks der Konstrukteure, die zwecks Hilfestellung für die Monteure mitgebracht wurden, blieben ungenutzt in den Hotels.

Das Folgeprojekt der Clean-Energy-Ausstellung in München stellt den vorläufigen Höhepunkt in der Serie der BMW-Ausstellungsbauten von Bernhard Franken dar. Während im Innenraum einer alten Halle auf dem ehemaligen Münchner Messegelände an der Theresienwiese eine fast 100 Meter lange "Wave" die Ausstellung aufnahm, gab es vor der Halle ein Wiedersehen mit der "Bubble". In einem Wasserbecken gelegen, tagsüber als Cafe und nachts als Nightclub genutzt, bot sie Raum für den wohl "spacigsten" Tanzklub dieses Sommers.

dieses Mal vergeblich suchen.

Es hat sich bei diesen Projekten gezeigt, dass im Bauwesen der Einsatz von CNC-Techniken vor allem wegen ihrer großen Ausmaße stark begrenzt ist. Handwerkliche Techniken dominieren auch die Realisierung des futuristischsten Entwurfs.

Will man in Architektur und Innenarchitektur trotzdem die konventionellen Methoden des Entwerfens verlassen, ist ein geschickter Einsatz von CA-Techniken als Vorbereitung der handwerklichen Umsetzung umso wichtiger. Unter Zuhilfenahme technischer Kreativität, geometrischen Verständnisses und dem Einsatz von Programmfunktionen wie Abwicklungen oder Radien-Zerlegung können mit handwerklichen Techniken erstaunlich komplexe Inhalte geschaffen werden, zu deren Bau bis vor kurzem die planerische Voraussetzung fehlte.

Matthias Michel