

*„Grundformen, unter sinnvollen Spielregeln entwickelt,
bilden die Grundlage für exemplarische ästhetische
Werte.“*

Alfred Hückler

Krummes Zeug

Formgestaltung mit digitalen 3D-Technologien

artecLAB
Mai 2006

1/35

Thomas Kuby

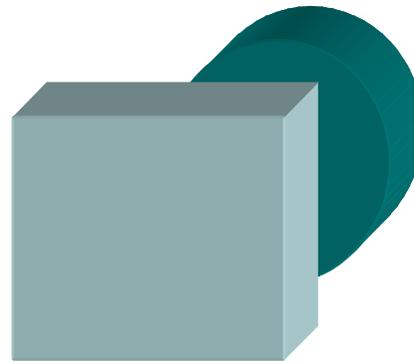


1956-60	Werkzeugmacherlehre, Volkswagenwerk Wolfsburg
1963	Abitur auf dem 2. Bildungsweg, München
1964	Grundstudium Industrial Design Engineering, Illinois Institute of Technology (IIT), Chicago
1968	Diplomstudium Industriedesign, Hochschule für Gestaltung (HfG), Ulm
1970	Master Degree Studium Industrial Design Engineering, Royal College of Art (RCA), London
1970-72	Projektleiter der Intermediate Technology Development Group (ITDG), London
1973-76	Planer der Universität Bremen für den Studiengang Arbeitslehre/Politik
1977-81	Assistent für das Fach „Technik und Gesellschaft“, Technische Universität Berlin
1982-85	Freier Gutachter für Angepasste Technologie
1985-87	Technologieberater der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) in Tansania
1988-05	Mitarbeiter der Stabsstelle für Unternehmensorganisation und Evaluierung, GTZ und Weltbank
	Lebt heute als künstlerischer Gestalter in Bremen.

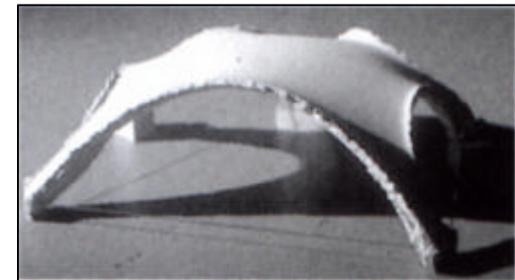
Klassifizierung von Formen

Die Architektur unterscheidet drei Formkategorien:

- geometrisch definierte Formen



- durch Gesetze der Statik bestimmte Formen



- frei gestaltete Formen



Naturformen

Das nur auf anthropogene Formen bezogene Schema der Architekten reicht für eine Erörterung von Formübergängen nicht aus.

Ein allgemeingültiges Schema muss mit dem Formenreichtum der Natur beginnen.

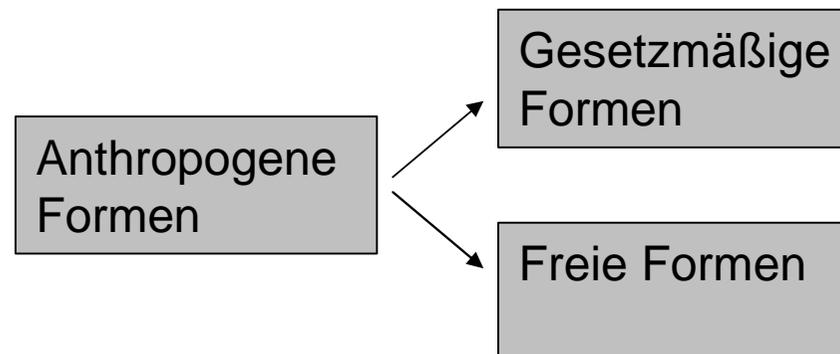


Anthropogene Formen

Den Naturformen gegenüber stehen die vom Menschen geschaffenen, anthropogenen Formen. Die von Architekten unterschiedenen Formtypen – geometrisch, gesetzmäßig und frei – gehören in diese Kategorie.

Allerdings gehören zu den geometrischen Formen heute nicht nur die Grundkörper, sondern auch komplexe Freiform-Geometrietypen wie Splines, Coons oder Bézier-Flächen, die mathematisch beschrieben sind und deshalb als gesetzmäßig erzeugt gelten können.

Es genügt also, unter den anthropogenen Formen lediglich zwei Kategorien zu unterscheiden:

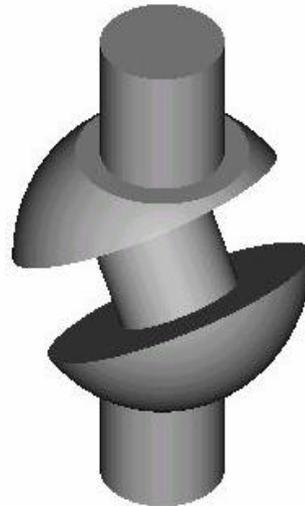


Gesetzmäßige Formen

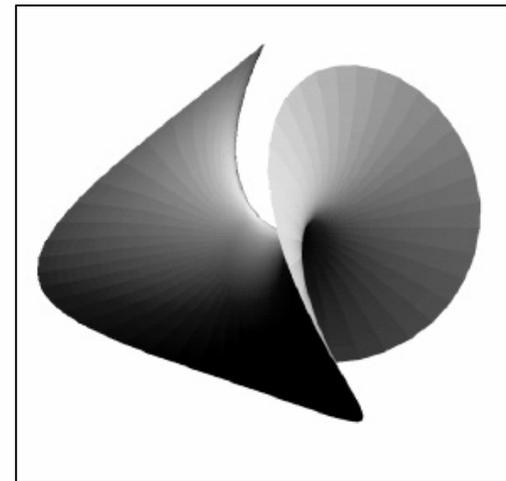
Das Merkmal ist die Abhängigkeit der Formgebung von objektiven, die Freiheit des Gestalters einschränkenden Gesetzen – der Statik, aber auch der Aerodynamik, der Hydrodynamik, der Kinetik und ganz allgemein der Mathematik.



aerodynamische Form



kinetische Form



mathematische Form

Freie Formen

Das Merkmal der freien Formen ist die unmittelbare Kontrolle des Gestalters über jeden einzelnen Schritt der Formgebung.

Freie Formen sind immer von Menschen gemacht. Der in seinen geistigen und körperlichen Fähigkeiten spezifisch geprägte Mensch bringt sie innerhalb der durch Material und Verfahren gezogenen Grenzen hervor.

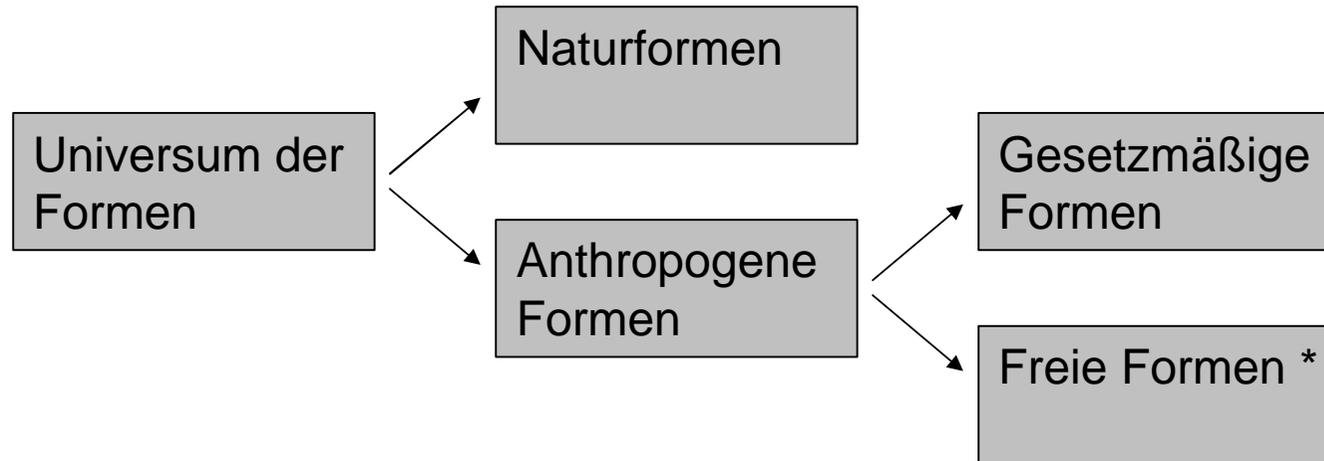


Stahlskulptur von Chillida



Töpfer

Formkategorien



(*) Nicht zu verwechseln mit komplexen Geometrietypen, die als „Freiform“ bezeichnet werden.

Kategorie der „prozessgenerierten Formen“

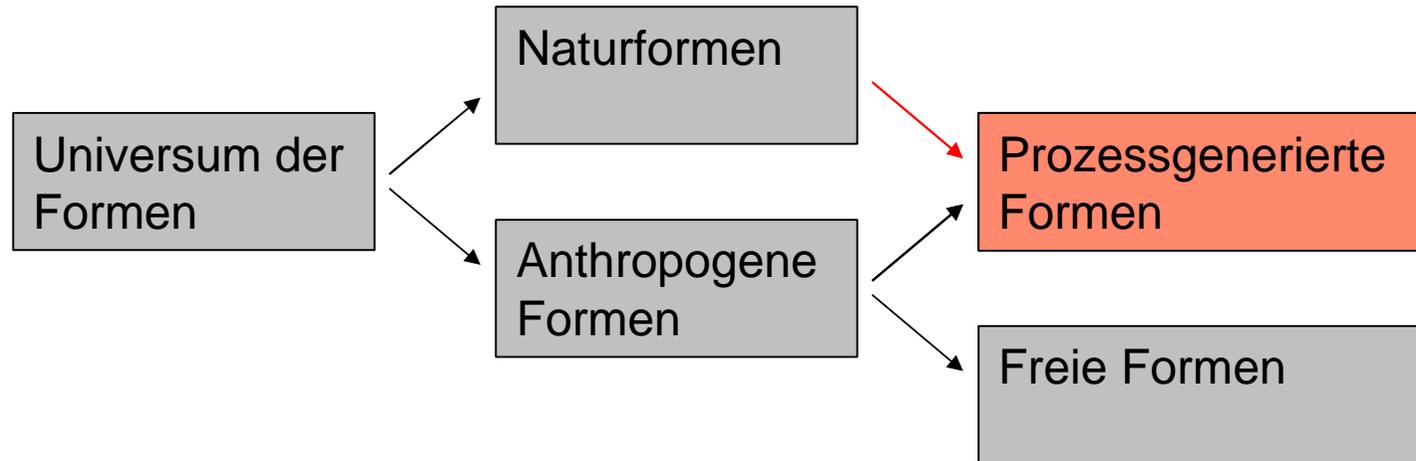
Jede Form geht auf einen Prozess zurück, aber die Eingriffsmöglichkeiten des Gestalters sind unterschiedlich:

Der Töpfer formt eine Vase im direkten Zugriff, der Ingenieur bestimmt die Form des Brückenbogens, indem er Rahmenbedingungen definiert und einen Rechenprozess in Gang setzt, der die Form hervorbringt.

Der Gestalter steuert den Prozess; er kann damit die resultierende Form global beeinflussen, aber nicht im Einzelnen bestimmen.

Alle Naturformen sind prozessgeneriert.

Modifiziertes Schema



Prozessgenerierte Formen der Natur

Alle Naturformen sind „prozessgeneriert“.

Sie beruhen auf natürlichen Abläufe wie Erosion, Gezeiten, Gravitation, Vulkanismus, Wachstum und Zerfall.



Durch Erosion geglättete Basaltfelsen

Kunst und Technologie

Formen, die auf gesetzmäßig ablaufende Prozesse zurück gehen, schufen bisher vor allem Ingenieure und Architekten.

Heute transzendieren gesetzmäßige Formen zunehmend den Bereich der zweckhaften Technik:

- häufig haben Ingenieurformen eine starke ästhetische Ausstrahlung (Brücken, Schiffe, Flugzeuge, Maschinenbauteile)

digitale Technologien machen technische Analyse- und Entwurfsverfahren für künstlerische Zwecke verfügbar und eröffnen neue gestalterische Möglichkeiten



Dazu jetzt etwas „krummes Zeug“

„Flexion“

Das Beispiel bezieht sich auf den Entwurf und die Herstellung einer 6 m hohen Edelstahlskulptur für das neue Verwaltungsgebäude der GTZ in Eschborn.



Ausgangspunkt



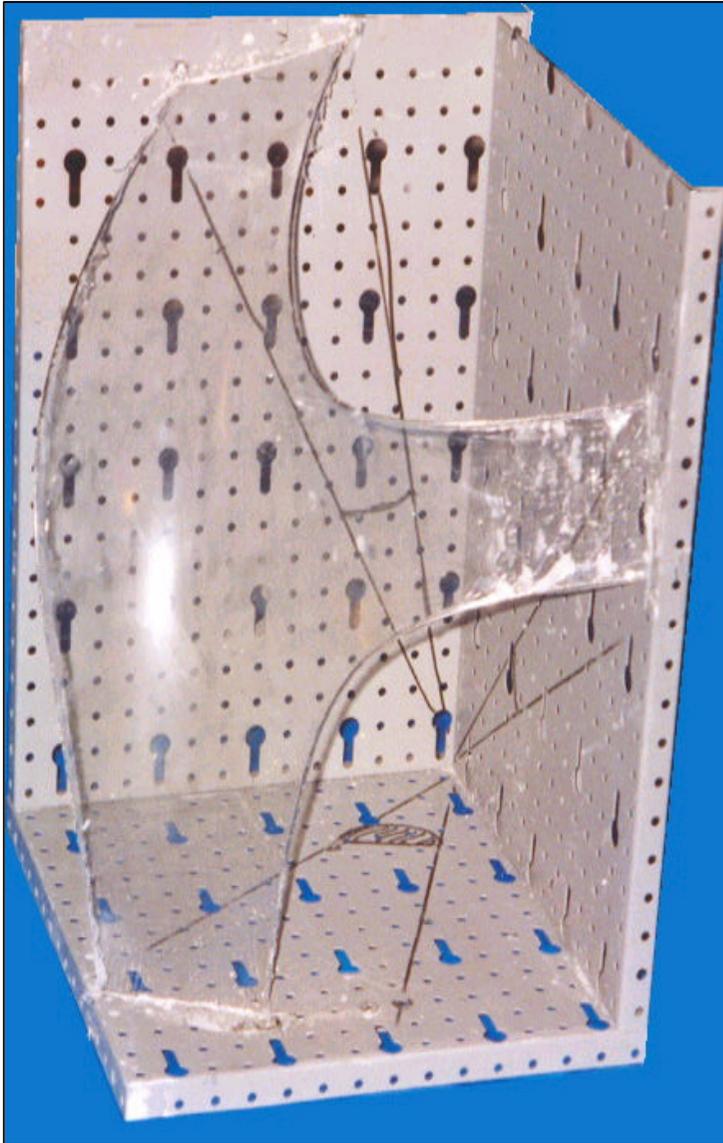
Ein dreifach gegabelter Buchenstamm war der Ausgangspunkt für den Entwurf.

Bearbeitung



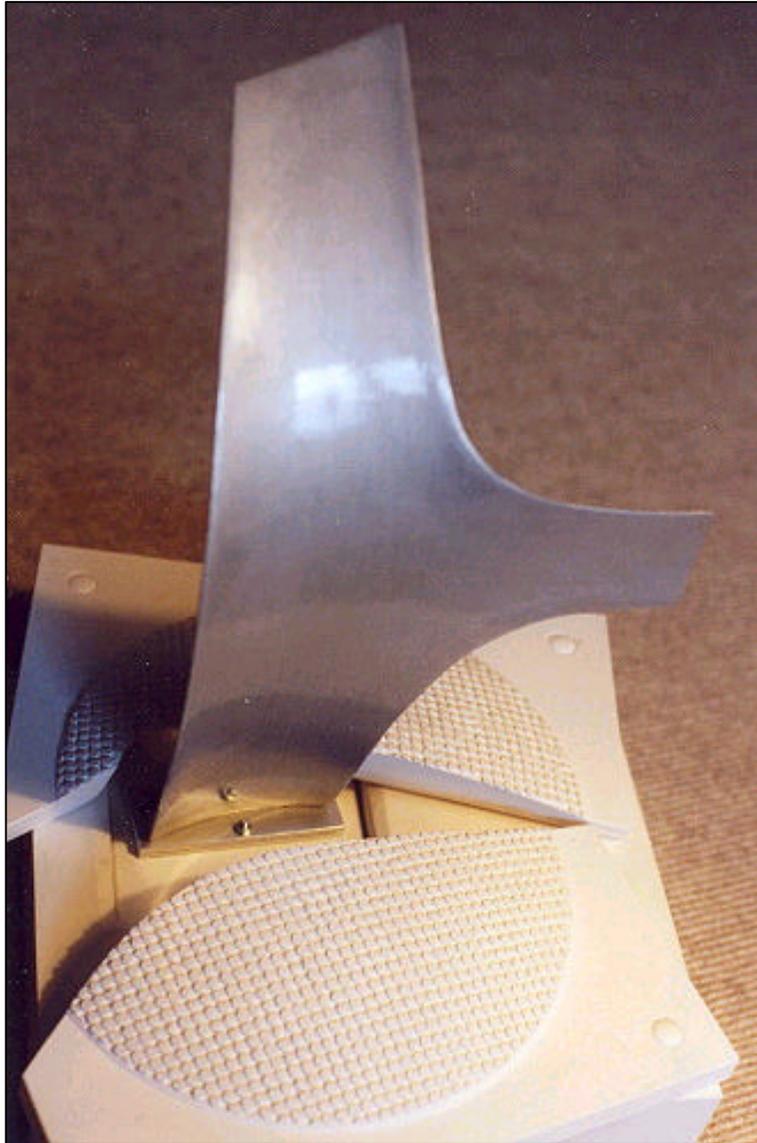
Die Astgabel wurde entlang der Mittelachsen gespalten.

Modellbau



Mit Stahldraht und Schrumpffolie wurde die Ausgangsform für ein 30 cm hohes Modell hergestellt.

Auftrag



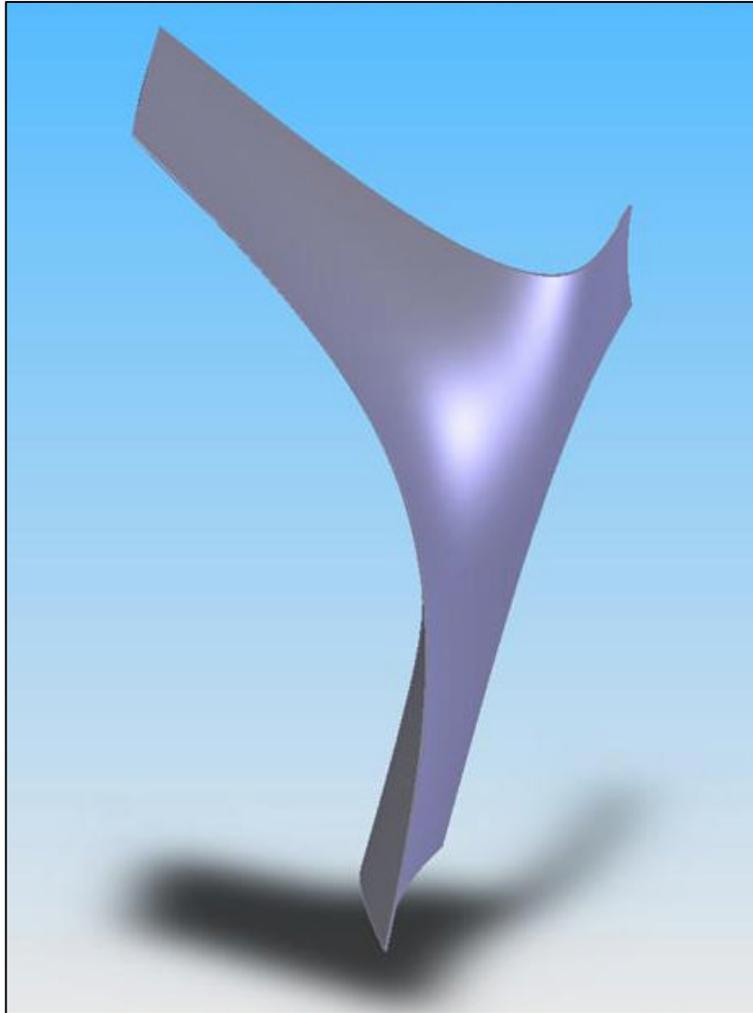
Anhand des 1:20 Modells erteilte die GTZ den Herstellungsauftrag.

Übertragung vom Modell ins Virtuelle



Zur Übertragung des Modells in ein 3D-Programm reichten 15 Messpunkte.

CAD-Konstruktion



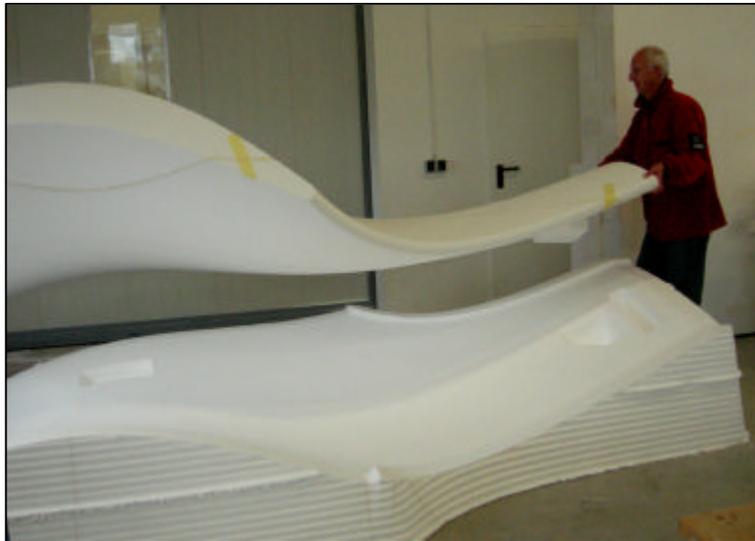
Die Nachkonstruktion des Entwurfs mit SOLID WORKS hatte zahlreiche Vorteile:

- Durch die exakte Definition der Kanten (Splines) sowie der Vorder- und Rückseite (Minimalflächen) wurde die ästhetisch gewünschte Präzision der Form erreicht
- Der Datensatz für die CNC-Fertigung entstand
- Gewicht, Volumen, Material und Statik konnten bauantragsreif dokumentiert werden

Übertragung vom Virtuellen ins Reale



Mit einer 5-Achsen CNC-Fräse wurden die Gussmodelle aus Styropor hergestellt.

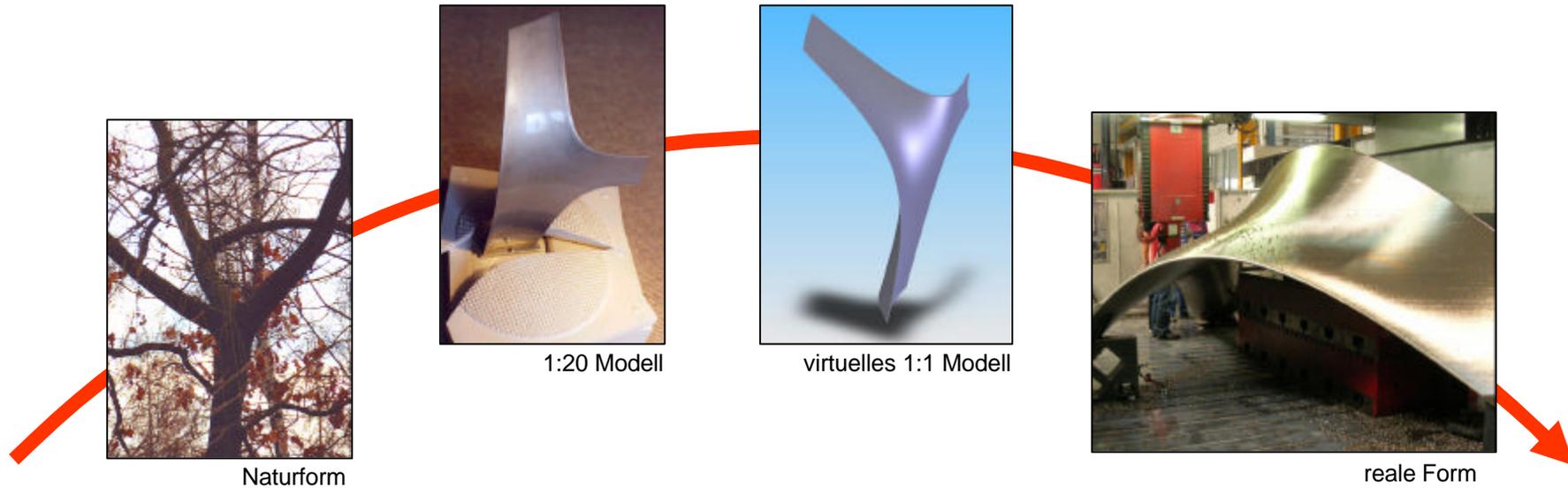


Fräsen



Der Rohguss wurde mit einer 5-Achsen HS-Fräsmaschine in die exakte Form gebracht.

Technologische Brücke



Im Falle der „*Flexion*“-Skulptur gab es mit CAD und CNC eine durchgehende technologische Brücke von der freien Form des Modells ins Virtuelle und zurück in die reale Form.

Neue gestalterische Möglichkeiten



Digitale Entwurfs- und Produktionstechnologien erleichtern nicht nur den Übergang vom Modell zur realen Form; sie eröffnen auch neue Möglichkeiten, eine gegebene Form zu untersuchen und zu variieren.

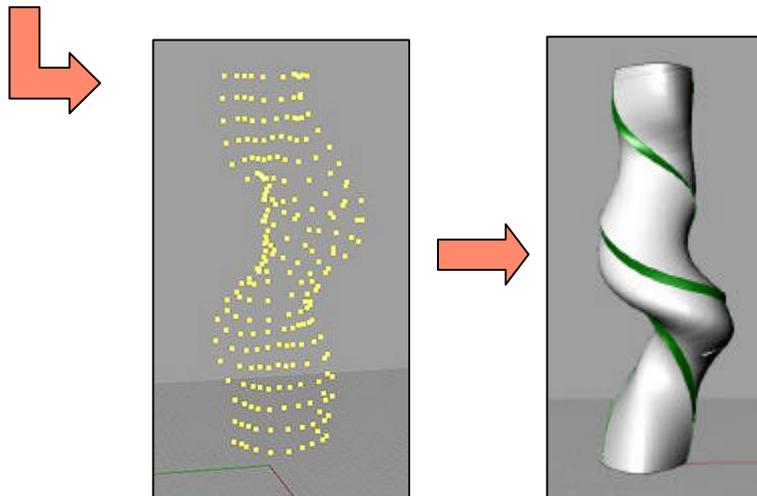
Ein Beispiel sind die Variationen der 20 cm hohen Brozeskulptur "*Hollen*".

Flächenrückführung



Das handgefertigte Modell wurde mit einem billigen 3D-Scanner abgetastet.

Die Flächenrückführung war aufwändig und führte - da der Scanner Kanten und Hinterschnitte der komplexen Freiform nicht sauber abbilden konnte - zu einem nur halbwegs originalgetreuen virtuellen Abbild.



„...sich der Welt zählend nähern“

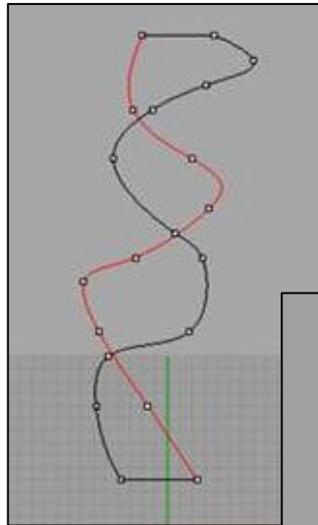


Mit einer selbst gebauten Messvorrichtung konnten die charakteristischen Kanten der Form vermessen werden.

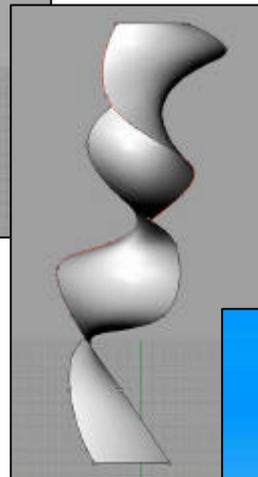
Die Vorrichtung ist als künstlerisch-technische Hommage an die so genannte „algorithmische Revolution“ gedacht, die Frieder Nake wie folgt charakterisiert hat:

„Das Prinzip ist hier, sich der Welt zählend zu nähern, die Zahl zum Maß zu nehmen, und nicht die Welt auszulegen, sich schmiegend an sie zu legen.“

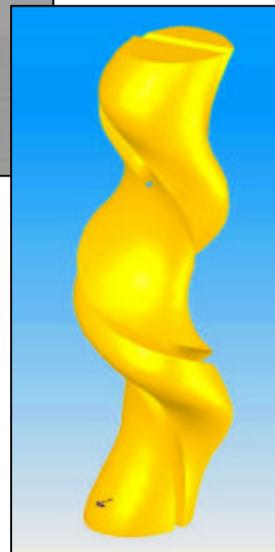
Rekonstruktion über Linien



Linie



Fläche

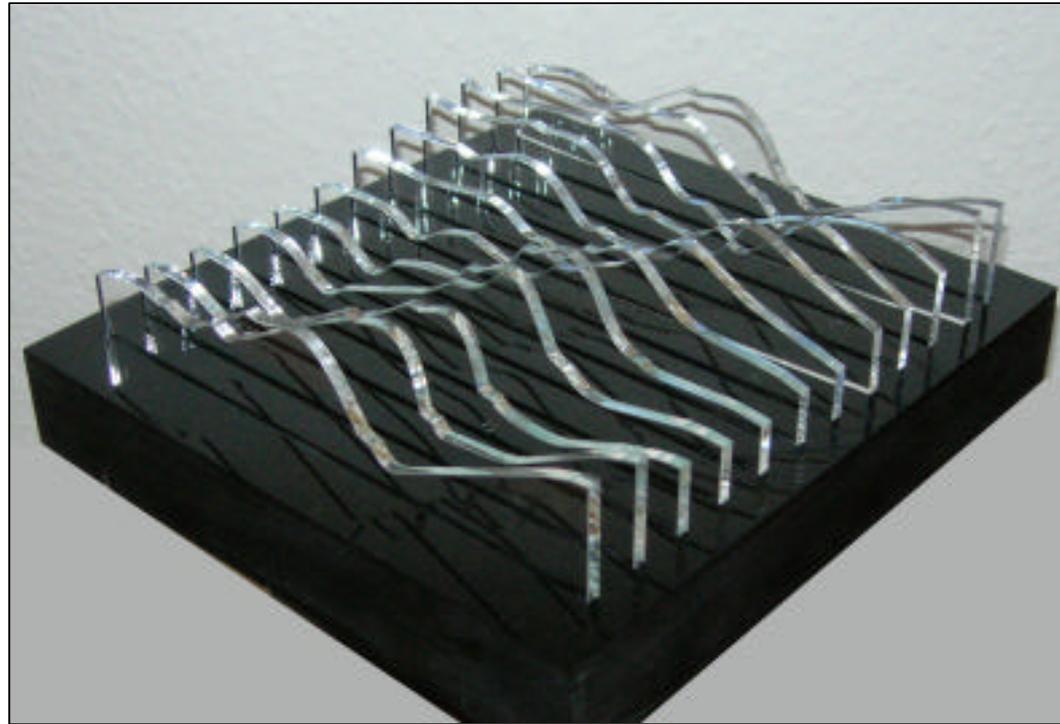


Körper

Aus den charakteristischen Linien wurden mit RHINO Oberflächen erzeugt und diese mit SOLID WORKS in ein echtes Volumenmodell umgewandelt.

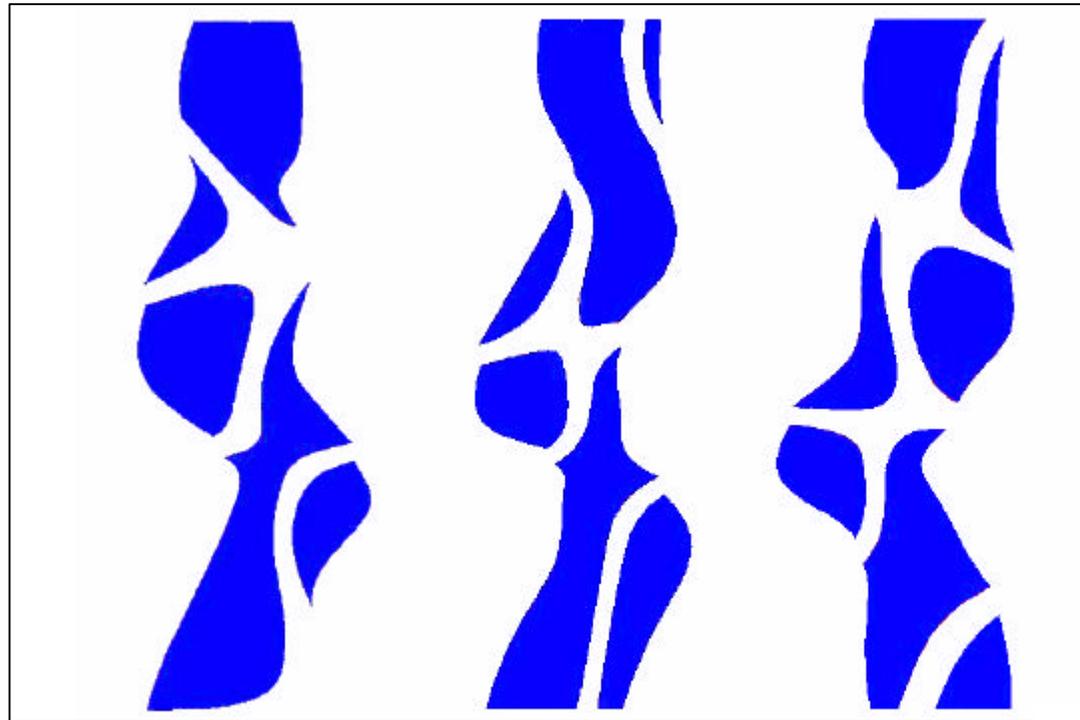
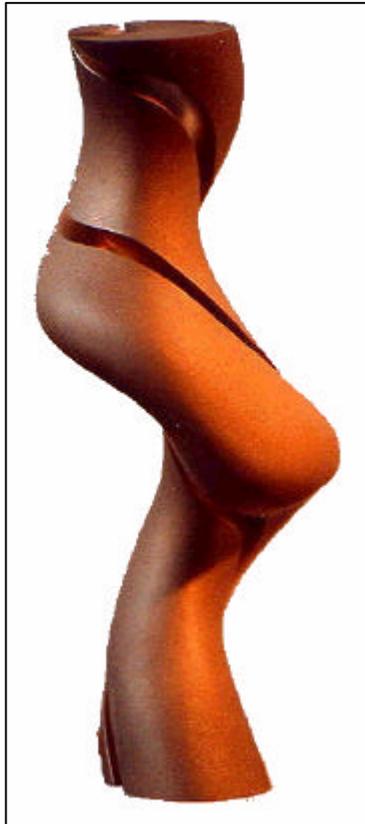
Mit dem virtuellen Modell waren Transformationen möglich, die mit der realen Skulptur nicht zu machen gewesen wären.

Profile



In die Ebene abgewickelte Profile – über einer Lichtquelle

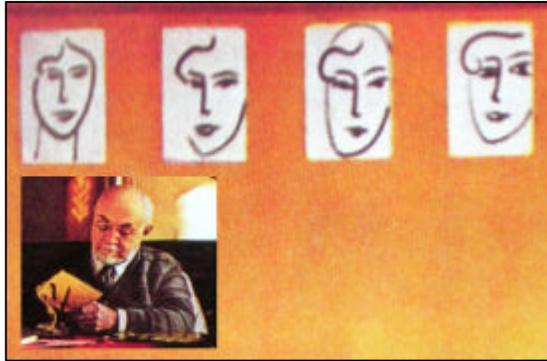
Schnitte



Drei Schnitte als Siebdruck.

Auch kleine
Werke können
große Vorbilder
haben...

Inspiration



Scherenschnitte von
Matisse



Andere Wege zu prozessgenerierten Formen

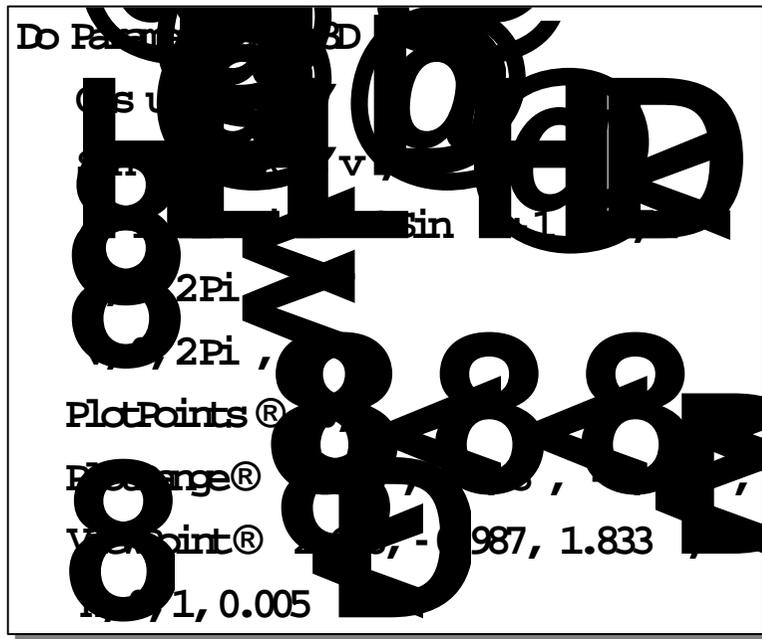
Formen aus Bewegungen



Die Versuche waren hinsichtlich konkaver Flächen interessant, konvexe Flächen ließen sich damit jedoch nur schwer erzeugen.

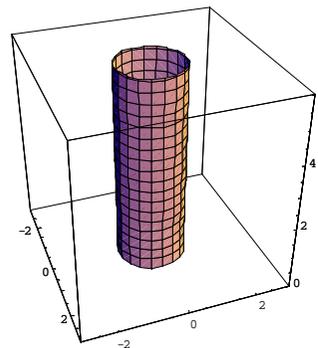
Andere Wege zu prozessgenerierten Formen

Formen aus Gleichungen



Parameterdarstellung lassen sich besonders leicht variieren.

Hier wird die Zylinder-Funktion mit einer Lissajous-Funktion gemischt und die Mischung über den von 0 bis 1 laufenden Parameter „n“ gesteuert.



Zusammenfassung

Die *digitale Revolution* hat die Möglichkeiten zur Herstellung und Analyse prozessgenerierter Formen stark erweitert.

Es gibt sichere Brücken von der realen zur virtuellen und zurück zur realen Form.

Vom Durchgang durch den virtuellen Raum können Freiformen der Kunst, der Architektur und des Design erheblich gewinnen:

- Präzision
- mechanische Reproduzierbarkeit
- Transformation in andere Darstellungsformen
- Variabilität

Fragen

Von der Form zur Formel: Gibt es systematische Wege, um beliebige Formen mathematischen zu beschreiben?

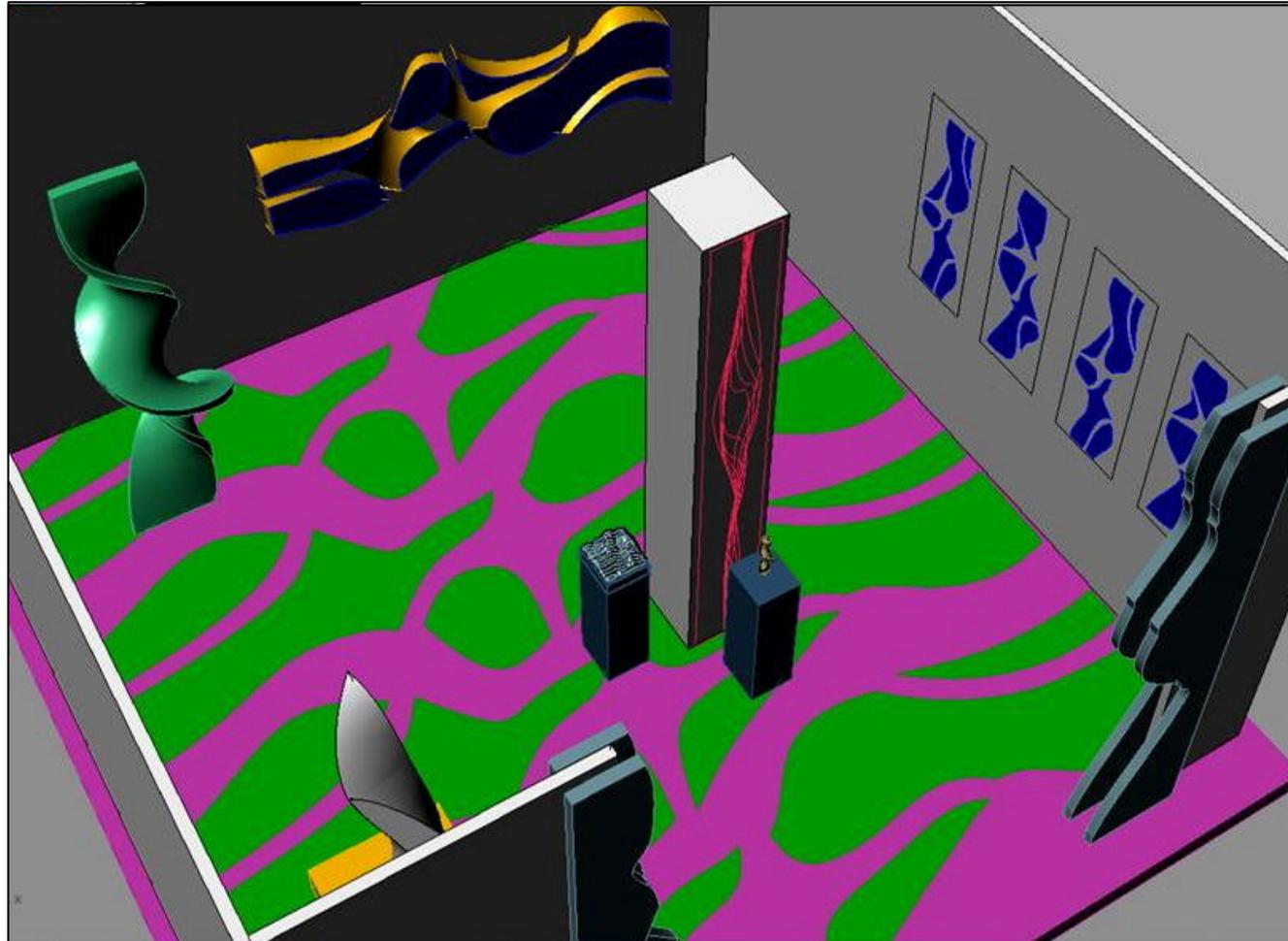
Von der Formel zu Form: Wie können mathematische Funktionen in ein Programm zur Steuerung von Mehrachsenmaschinen umgesetzt werden und welche konstruktiven Alternativen gibt es für solche Maschinen?

Vom Realen ins Virtuelle: Gibt es Alternativen zur Flächenrückführung, mit denen sich beliebige Volumenkörper – z.B. aus charakteristischen Linien - erzeugen lassen?

Transformationen: Lassen sich Standardverfahren zur systematischen Variation einer gegebenen Form entwickeln?

Vorhaben

Ein Raum,
in dem eine
einzige Form in
verschiedenen
Darstellungs-
weisen diskutiert
wird.



Vielen Dank!