

Erweitertes geometrisches und skulpturales Gestaltungsvokabular für Architektur durch algebraische Flächen

Günter Barczik

Günter Barczik
BTU Cottbus
Lehrstuhl für Entwerfen Bauen im Bestand
Konrad Wachsmann Allee 8
gb@hmgb.net
hmgb.net
tu-cottbus.de/lsebib

Dr. Oliver Labs
Universität des Saarlandes, Saarbrücken
Institut für Mathematik und Informatik
oliverlabs.net
mail@oliverlabs.net

Prof. Dr. Daniel Lordick
Technische Universität Dresden
Institut für Geometrie
lordick.darstellende-geometrie.de
daniel.lordick@tu-dresden.de

Wir erweitern das Formenvokabular der Architektur um algebraische Flächen und stellen ein experimentelles Entwurfs- und Forschungsprojekt vor, das die Möglichkeiten einer solchen Erweiterung untersucht. Algebraische Flächen weisen eine Reihe exotischer Formeigenschaften auf und sind geometrisch und topologisch hochkomplex - dabei jedoch sehr strukturiert, harmonisch und ausgewogen. Nachdem algebraische Flächen bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts in der modernen Kunst kurz für Furore gesorgt hatten, ist ihre ausführliche Benutzung in der Architektur erst jüngst durch neuartige Softwarewerkzeuge möglich geworden. Ihre Untersuchung hinsichtlich ihrer Gestaltqualitäten und die ihrer Einsetzbarkeit in Architektur steht daher erst am Anfang.

1. Absichten

Wir verfolgen im wesentlichen 5 Ziele:

- (i) Das skulpturale Vokabular der Architektur erweitern.
- (ii) Das meiste aus 3-dimensionalen Gestaltqualitäten machen.
- (iii) Stark strukturierte Formen benutzen.
- (iv) Das Vorstellbare transzendieren.
- (v) Polynome als neues bildhauerisches Werkzeug benutzen.

Zu (i):

Je größer der Wortschatz, desto angemessener kann formuliert werden. Was für Sprache gilt, gilt auch für Architektur: Je größer das Repertoire an Formen, desto angemessenere Lösungen können für Entwurfsaufgaben gefunden werden. Benoit Mandelbrot sagte dazu in einem Interview mit Paola Antonelli:

„Most of modern architecture was, how to say, cheap ... cubes of the worst kind and I would hate to live there. Admiration for this simplified art ... which sticks to cylinders or cubes or parallelepipeds, was very short-lived. And most people didn't like it. The profession, I'm sure, had no choice at the time. A few people enjoyed it, a few people got a good name for it. But at this point, I think it's safe to say the idea that perfection is a cube is over.“ [Mandelbrot 2008], und Toyo Ito weist auf die Notwendigkeit hin, in einer immer diversifizierteren Gesellschaft auch über ein diversifizierteres Formenrepertoire verfügen zu können: *„Architecture has to follow the diversity of society, and has to reflect that a simple square or cube can't contain that diversity.“* [Ito 2005]

Zu (ii):

Die meisten Gebäude bestehen aus übereinandergestapelten flachen Geschoßen und sind daher eher zwei- als dreidimensional. Menschen leben jedoch in einer dreidimensionalen Welt, und Architektur würde gewinnen, wenn sie diese 3 und nicht nur 2 Dimensionen nützte.

Zu (iii):

Wir möchten jedoch keine Formen benutzen, die unstrukturiert sind. Wir versprechen uns von hoher Strukturiertheit zum einen ästhetische Harmonie und Ausgewogenheit, zum anderen größere bautechnische Bewältigbarkeit. Sowohl das Sydney Opera House als auch das Yokohama Fährterminal, zwei große und wichtige öffentliche Gebäude aus dem letzten Viertel des 20. Jahrhunderts, konnten erst errichtet werden, nachdem nach mühsamer Suche handhabbare geometrische Formulierungen ihrer Bauformen gefunden waren - in beiden Fällen basierend auf Kugelsegmenten.

Zu (iv):

Architekten sollten ihr Vorstellungsvermögen ständig erweitern, denn die angemessene Lösung einer Entwurfsaufgabe hat nicht selten eine Gestalt, die am Anfang des Entwurfsprozesses nicht vorstellbar war. Wir möchten daher bewußt mit Gebilden arbeiten, die den Bereich des Vorstellbaren überschreiten.

Zu (v):

Menschen haben ihre Fähigkeiten von je her durch Werkzeuge erweitert und tun dies heute mehr denn je. Neue Werkzeuge zur Erzeugung und Manipulation von Gestalt und Struktur sollten daher stets willkommen sein und auf ihre Verwendbarkeit überprüft werden. Polynome sind ein solchens gestalterzeugendes Werkzeug, das erst jüngst durch rechenstarke Computer und dementsprechende Software für die Architektur greifbar wurde.

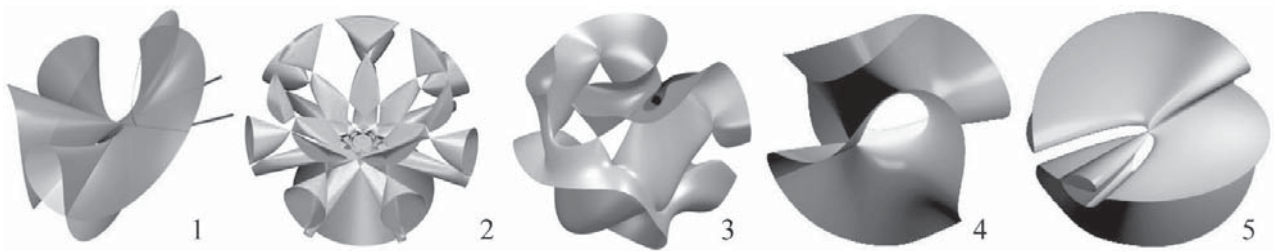


Abbildung 1: Algebraische Flächen von Oliver Labs [1,2], Herwig Hauser [4,5] und einem anonymen Urheber

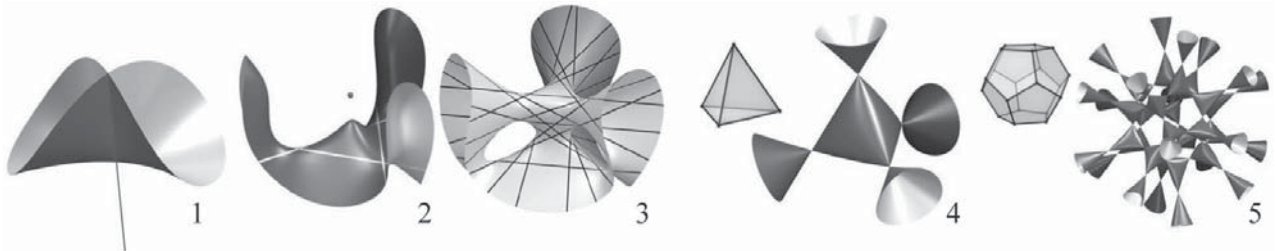


Abbildung 2: Algebraische Flächen: Whitney Umbrella [1], kubische Flächen [2,3], Cayley Kubik [4], Barth Sextik [5]

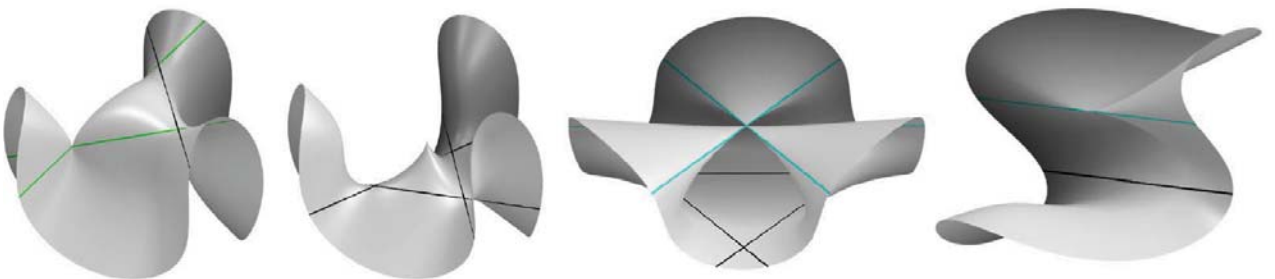


Abbildung 3: Node Singularitäten und gerade Strecken auf algebraischen Flächen [links und Mitte links], eine Fläche mit 3 Nodes [Mitte rechts] und eine unbenannte Singularität - eine flache Stelle in der Mitte einer gekurvten Fläche [rechts]

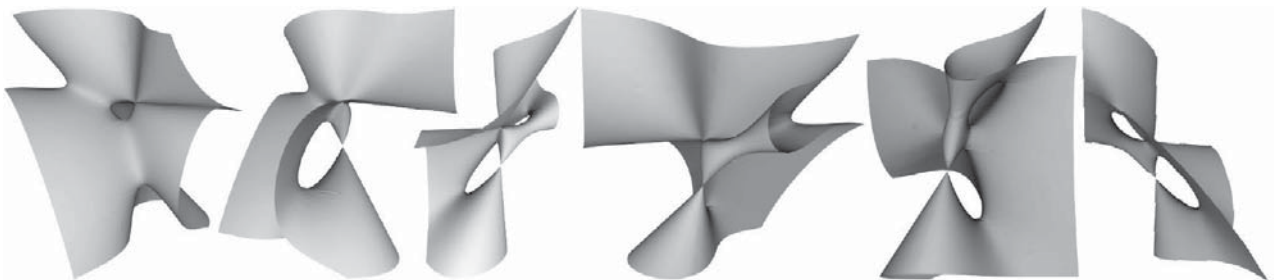


Abbildung 4: Verschiedene Ansichten einer algebraischen Fläche die zeigen, daß sie aus unterschiedlichen Richtungen unterschiedlich aussieht und damit 'polyoptisch' ist. Darüberhinaus enthält sie Cusp Singularitäten und Durchgänge.

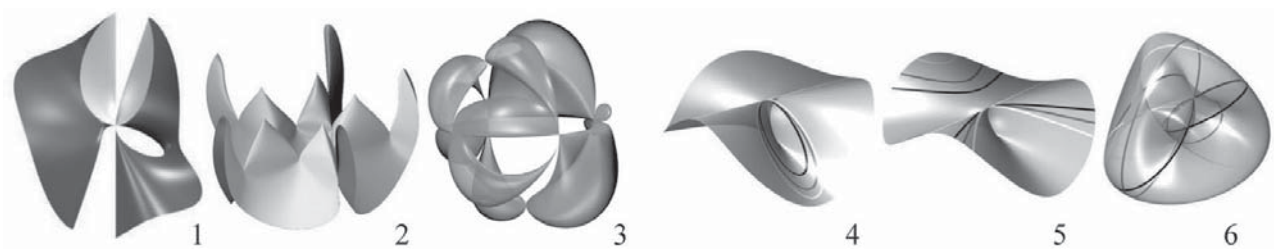


Abbildung 5: Algebraische Flächen mit aufsteigendem Grad [1-3] und Kegelschnitte enthaltend [4-6]

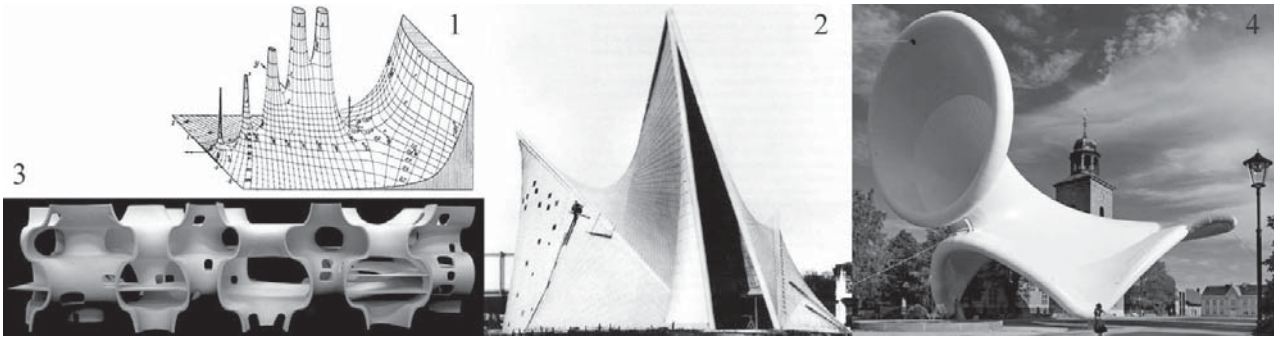


Abbildung 6: Architektur die auf mathematischen Objekten basiert: von Le Corbusier und Yannis Xenakis [1,2], Toyo Ito [3] und Snøhetta Architekten [4]

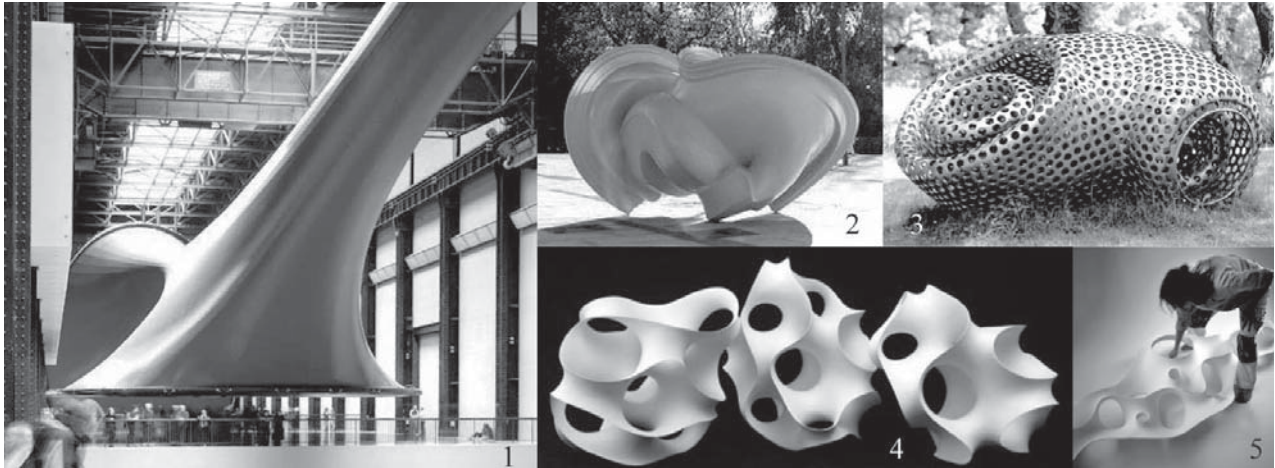


Abbildung 7: Jüngere Arbeiten von den Bildhauern Anish Kapoor [1], Anthony Cragg [2,3] und Eva Hild [4,5]

2. Algebraische Flächen

Algebraische Flächen sind die Nullstellenmenge verschiedener Polynome [siehe Barczik Labs Lordick 2009]. Sie sind oft geometrisch und topologisch sehr komplex, jedoch gleichzeitig sehr harmonisch und ausgewogen. [vgl. Abbildung 1]. Dabei können sie oft sehr symmetrisch sein [vgl. Abbildung 2]. Sie verfügen über eine Reihe exotischer und neuer formaler Eigenschaften: sie sind oft sehr stark gekrümmt und in sich verwunden, verfügen über Selbstdurchdringungen und besondere einzelne Punkte - genannt Singularitäten - in denen die Flächen in einem Punkt spitz zusammenlaufen oder abflachen [vgl. Abbildung 3]. Darüberhinaus beinhalten sie Durchgänge: Öffnungen die weder Löcher noch Tunnel sind, und sie sehen oft von verschiedenen Richtungen aus auch unterschiedlich aus. Für diese letzte Eigenschaft existiert soweit uns bekannt ist kein Wort und wir schlagen vor, sie ‚polyoptisch‘ zu nennen, nach den griechischen Bezeichnungen für Dinge, die aus unterschiedlichen Richtungen unterschiedlich aussehen [vgl. Abbildung 4]. Trotz dieser Komplexität und Exotik finden sich auf algebraischen Flächen nicht selten viele ebene Kurven: u.a. gerade Linien, Parabeln, Hyperbeln, Kreise, Ellipsen [vgl. Abbildung 5].

3. Algebraische Flächen in der modernen Kunst und Architektur

Schon in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts sorgten algebraische Flächen in der modernen Kunst für Furore, als die sogenannten Konstruktivisten wie Man Ray, Naum Gabo, Nikolaus Pevsner und andere in ihrem Bestreben, nicht nur Dinge zu zeigen, die es bereits gab, sondern Dinge, die noch niemand zuvor gesehen hatte, also dem Versuch, der Welt neue Dinge hinzuzufügen, auf Ausstellungen mathematischer Objekte stießen und diese direkt in ihre Kunstwerke integrierten [siehe Vierling-Claasen, 2000]. Die mathematischen Modelle stammten aus dem 19. Jahrhundert und waren von Mathematikern angefertigt worden, um ihre Forschungsergebnisse anschaulich zu machen. Architekten wie Le Corbusier und Yannis Xenakis folgten dem Beispiel der Künstler [vgl. Abbildung 6].

Jedoch erlahmte das Interesse an den Flächen schnell wieder, um dann in den letzten Jahren wieder aufzuleben: Neuerdings kommen in den Werken von Protagonisten zeitgenössischer Skulptur wie Anthony Cragg und Anish Kapoor verstärkt Formen vor, die an die ersten Adaptionen algebraischer Flächen erinnern, ebenso im Werk von Architekten [vgl. Abbildung 6]. Anthony Cragg formuliert das Hinzufügen neuer Formen zu Welt wieder explizit als künstlerisches Programm: ‚My initial interest in making images and objects was, and still remains, the creation of objects that don't exist in the natural or the functional world, which can reflect and

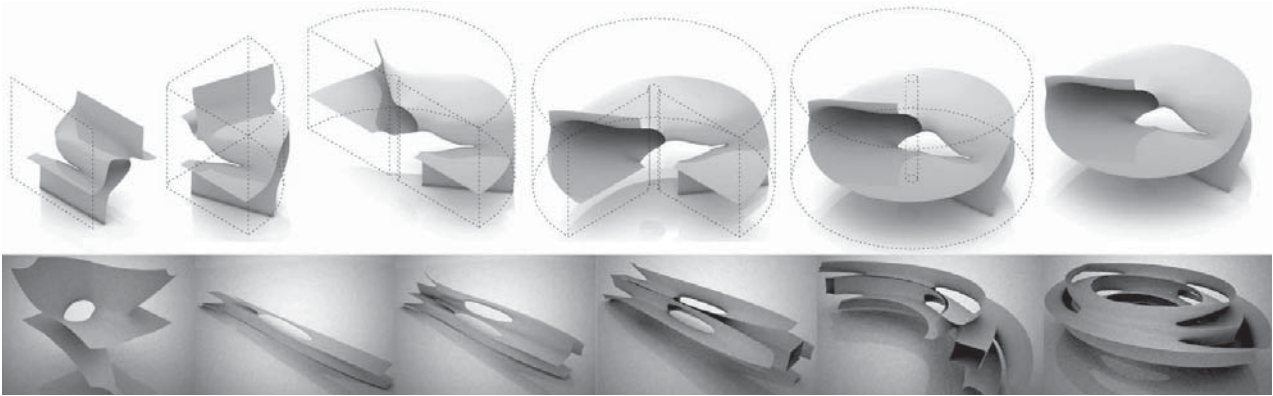
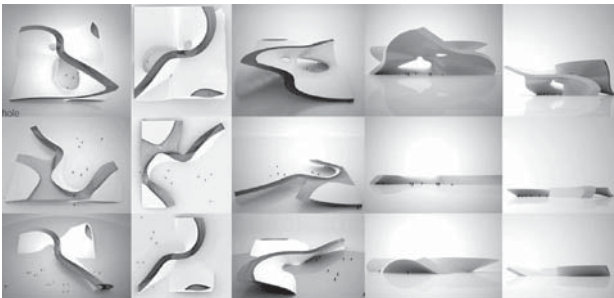
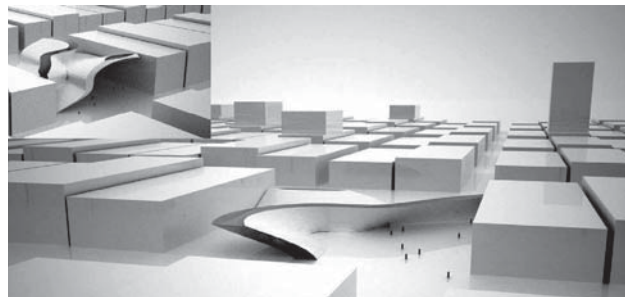


Abbildung 10: Modifikation algebraischer Flächen mittels Verzerrung und Rotation zur Vorbereitung ihrer architektonischen Nutzung [Stefan Schreck, oben und Nicolas Oevermann, unten, Studentenarbeiten, BTU Cottbus 2009/2010]



Abbildungen 12 & 13: Implementation einer algebraischen Fläche als Architektur [Anne Groß, Studentenarbeit, BTU Cottbus 2009/2010]



Abbildungen 12 & 13: Implementation einer algebraischen Fläche als Architektur [Anne Groß, Studentenarbeit, BTU Cottbus 2009/2010]



Abbildung 14: Innenräume eines experimentellen Entwurfes aufgrund einer algebraischen Fläche [David Schwarzkopf, Studentenarbeit, BTU Cottbus 2009/2010]

4. Experimentelles Entwurfsprojekt

Unser Entwurfsprojekt ist in 3 Schritte aufgeteilt: zunächst die Kreation und Exploration von algebraischen Flächen [Abbildung 8], dann ihre Interpretation hinsichtlich architektonischer Benutzbarkeit [Abbildung 9] und schließlich ihre Adaption zu experimentellen architektonischen Entwürfen [Abbildungen 10-15]. In diesem Vorgehen wird die übliche Sequenz von ‚*form follows function*‘ umgekehrt zu ‚*function follows form*‘. Diese Umkehrung ist jedoch nur eine vorübergehende, und sie folgt der Art, in der jede neue Form erlernt wird: durch Wahrnehmung und Experiment. Erst in danachfolgenden Schritten kann dann wieder à la ‚*function follows form*‘ vorgegangen werden - dann aber mit erweitertem Formenvokabular. Die Entwurfsprojekte wurden in CAD entwickelt und dann als physische Modelle auf einem 3D Drucker gedruckt [Abbildungen 16-18].

5. Fazit

Die in 1. aufgelisteten Absichten wurden erreicht. Für die Zukunft beabsichtigen wir, den Zoo der algebraischen Flächen weiter zu untersuchen und die Softwarewerkzeuge zu verbessern. Darüberhinaus möchten wir die

Baubarkeit der Flächen - unabhängig von 3D Druckern - untersuchen.

Algebraische Geometrie erlaubt es uns, der erlebbaren Welt neue Objekte hinzuzufügen, Objekte, die hier keine Vorbilder haben, die verblüffend und dabei schön sind und daher in Besuchern und Benutzern von Gebäuden, die auf Grund von ihnen entworfen wurden, neuartige emotionale Reaktionen hervorrufen können. Wir hoffen, damit für die Architektur erreichen zu können, was Anthony Cragg in der Bildhauerei gelungen ist: ‚[Anthony Cragg] has succeeded where many before him have not, namely in decisively expanding the general horizons of human experience, or, to put it more tangibly, to give birth to forms which we can no longer imagine the world without.‘ [Rield 2001].

Darüberhinaus denken wir, daß auch neue Formen sozialer Interaktion sich einstellen können und die neuartigen Gebäude damit Toyo Itos Forderung [siehe 1.] entgegenkommen.

Entwürfe, die sich algebraischen Flächen annehmen, könne dieselben Gestaltqualitäten haben wie diese, wenn die Adaption sorgfältig erfolgt. Die Tatsache, daß sie polyoptisch sind - aus unterschiedlichen Richtungen unterschiedlich aussehend - bewegt die Besucher

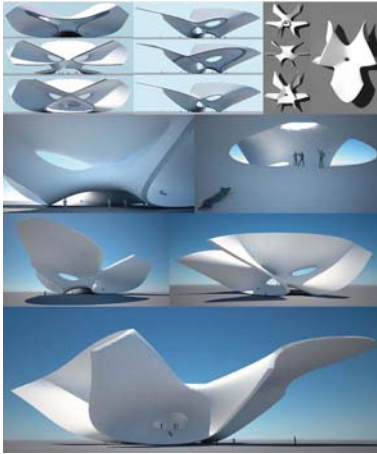


Abbildung 15: Experimenteller Entwurf aufgrund einer algebraischen Fläche [Xing Jiang, Studentenarbeit, BTU Cottbus 2009]



Abbildung 18: Experimentelle Entwürfe aufgrund algebraischer Flächen, 3D Drucke [Stefan Schreck, obere Reihe, Nicolas Oevermann, unten links und Mitte, Xing Jiang, Studentarbeiten, BTU Cottbus 2009/2010]

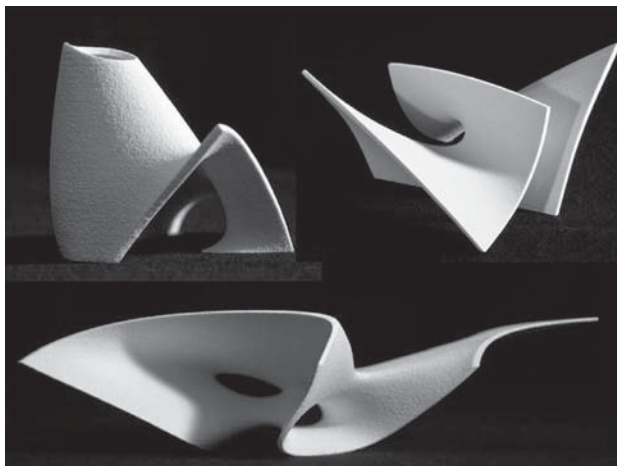


Abbildung 16: Experimentelle Entwürfe aufgrund algebraischer Flächen, 3D Drucke [Tobias Hesse, oben links, Jesse Ender, oben rechts, Xing Jiang, Studentarbeiten, BTU Cottbus 2009]

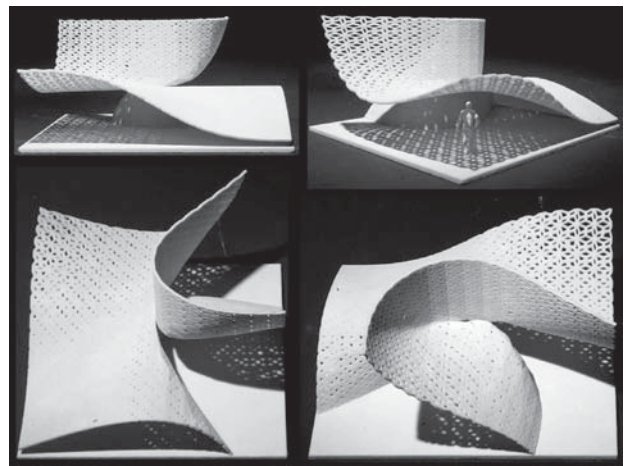


Abbildung 17: Experimenteller Entwurf aufgrund einer algebraischen Fläche, 3D Druck [Stefan Schreck, Studentarbeit, BTU Cottbus 2009]

im wortwörtlichen Sinne: während eine algebraische Fläche, die auf einem Bildschirm oder in einem 3D Print visualisiert ist, gedreht und gewendet werden kann, können dies Gebäude nicht. In ihnen müssen sich die Besucher bewegen, um die Komplexität des Gebildes wahrnehmen zu können. Die so entstehenden Räume werden zu etwas, das im japanischen gelegentlich *michiyuki* genannt wird: eine Szenerie, die von einem bewegten Standpunkt aus wahrgenommen wird. Damit kommen sie auch einer Idee nahe, die Crispin Sartwell über zukünftige Kunstwerke formulierte: *'The forward-thinking artist of the [21st] century will make works too complicated to be grasped in [one] visual or auditory act.'* [Sartwell, 1999]

Anmerkungen

Barczik, Günter; Labs, Oliver; Lordick, Daniel, 2009: Algebraic Geometry in Architectural Design. In: Computation: The New Realm of Architectural Design [27th eCAADe Conference Proceedings] Istanbul (Turkey)

Cragg, Anthony, 1985: Skulpturen, Ausstellungskatalog, Hannover 1985

Cragg, Anthony, 2007: Interview mit Jon Wood in Tony Cragg: In and out of Material, 2007

Ito, Toyo. in: 2005, Architecture + Urbanism #417 'Toyo Ito / Beyond the Image', Tokyo

Treib, Marc: 1996, Space calculated in seconds, Princeton

Mandelbrot, Benoit, 2008: Interview mit Paola Antonelli, SEED magazine 24. März, 2008

Meyer, Henning, Stussak, Christian, Labs, Oliver et.al.: Surfer, <http://www.imaginary2008.de/surfer.php>

Morris, Richard: SingSurf, <http://www.singsurf.org/singsurf/SingSurf.html>

Riedl, Peter Anselm, 2001: in Anthony Cragg, Ausstellungskatalog, Chemnitz 2001

Sartwell, Crispin, 1999: Technology and the future of beauty, Harper's Magazine and <http://www.crispinsartwell.com/long/beauty.htm>

Taha, Abderrahman : K3DSurf, <http://k3dsurf.sourceforge.net/>

Vierling-Claassen, Andrea: 2000, Mathematical Models and Art in the Early 20th Century, <http://www.math.harvard.edu/~angelavc/models/index.htm>

http://www.spektrum.de/page/p_sdww_mathekunst&z=798888