



H. Pottmann, A. Asperl,
M. Hofer and A. Kilian
Architectural Geometry
Bentley Institute Press (2007),
724 pages, 2200 figures in
color,
ISBN 978-1-934493-04-5.
Preis: EUR 125
(EUR 55 für Lehrende)

(Manfred Husty, Innsbruck)

22 Jahre nach H. Brauners Lehrbuch der Konstruktiven Geometrie ist mit dem Erscheinen des Buches *Architectural Geometry* von H. Pottmann, A. Asperl, M. Hofer und A. Kilian endlich wieder ein kräftiges Lebenszeichen der österreichischen Geometrieschule zu verzeichnen. Während aber Brauners Buch eine detailreiche und bis ins letzte ausgefeilte Darstellung der klassischen österreichischen Schule der Darstellenden Geometrie darstellte, ist das Buch *Architectural Geometry* das erste Lehrbuch nach der Computerrevolution und ist auch mit einer gänzlich anderen Intention geschrieben. Darauf wird im Folgenden einzugehen sein. Doch vorerst zu den Fakten: Das Buch umfasst 724 Seiten, hat 19 große Kapitel mit mehr als 2000 Grafiken und Fotos in 770 Abbildungen. Grundlegende Idee für dieses Buch dürfte wohl gewesen sein, Architekten und Designern all die Geometrie zur Verfügung zu stellen, die sie heute unter dem Paradigma der zur Verfügung stehenden Softwarepakete brauchen, um erstens diese Pakete intelligent nutzen zu können, aber zweitens auch zu zeigen wie viel an geometrischem Grundlagenwissen für einen kreativen Einsatz von CAD-Software notwendig ist. So spannt das Buch inhaltlich einen weiten Bogen, der von den absoluten Grundlagen der Darstellung bis hin zu aktuellsten Forschungsergebnissen im CAD, ja eigentlich bis zu derzeit bearbeiteten Forschungsprojekten geht. Die Autoren schreiben: „Zielvorstellung des Buches ist es, einen Weg zur Geometrieausbildung im digitalen Zeitalter aufzuzeigen“. Zielpublikum sind dabei Studenten und Praktiker der Architektur und des industriellen Designs. Das Buch ist aber inhaltlich sehr wohl auch ein Grundlagenlehrbuch für viele andere technische Studienrichtungen. In vielen Kapiteln ist es aber auch ein hervorragendes Anregungsbuch für den Unterricht im sekundären Bildungsbereich bzw. für vertiefende Fachbereichsarbeiten. Manch liebgewordene, heute aber obsolete Miniatur der klassischen österreichischen Geometrieausbildung wird man vermissen. Gleichzeitig ist aber den Autoren zu danken für den radikalen, überlebenswichtigen Schnitt, der in vielen Bereichen vorgenommen wurde. Wichtig ist aber die vertretene Auffassung, dass das geometrisch Wertvolle im Zentrum steht und nicht das schöne Bild! Dass man sich im digitalen Zeitalter noch weniger hässliche, unanschauliche Darstellungen leisten kann wird als selbstverständlich vorausge-

setzt und in hervorragender Weise in den Figuren des Buches umgesetzt.

Dass in einer Besprechung nicht auf alle inhaltlichen, didaktischen und methodischen Einheiten eines derart umfangreichen Werkes eingegangen werden kann ist hoffentlich verständlich. Trotzdem soll der Versuch unternommen werden, die großen Linien nachzuzeichnen. Bemerkenswert klar wird von den Autoren herausgearbeitet, dass durch die Computerrevolution der Geometrie eine Fülle von neuen Objekten, Relationen und Transformationen zur Verfügung stehen, die weit über das klassische Repertoire hinausgehen und dem Anwender ungeahnte Möglichkeiten des Entwurfes, der Bearbeitung und natürlich auch der Darstellung geben. Es ist aber doch überraschend, wie viel von den „Geometriestandards“ im Buch behandelt werden. Es wird deutlich, dass klassische Methoden der Darstellenden Geometrie auch heute noch ihre Berechtigung haben, dass sie aber in vielen Bereichen durch Neues ergänzt und methodisch gänzlich anders aufbereitet werden müssen. Dies wird unter Anderem sichtbar in den Kapiteln über Parallelprojektionen, Orthogonalprojektion und Axonometrie, den Kapiteln über Kurven und Flächen sowie den Abschnitten über klassische Flächen. Sehr einsichtig ist die in diesem Zusammenhang immer wieder gegebene Motivation für z.B. die Einführung der klassischen Projektionsmethoden nämlich der Hinweis auf die geometrisch richtige Handskizze. In keinem Erstgespräch mit einem potenziellen Bauherren wird ein Architekt oder Designer seine Entwurfsideen am Computer entwickeln, er wird immer die Handskizze verwenden um seine Ideen zu visualisieren. Dies zeigt doch wohl deutlich dass bei allem Wandel die Grundlagen gelehrt werden müssen, aber andererseits der Kanon der Möglichkeiten wesentlich erweitert worden ist. Damit kann aber auch ein Auftrag formuliert werden, dass nämlich mit derart starken - inhaltlichen - Argumenten eine Ausweitung des Geometrieunterrichts im sekundären und tertiären Bildungssektor gefordert werden müsste.

Die ersten 11 Kapitel sind - wenn auch methodisch neu aufbereitet - eher klassischen Themen gewidmet, während die folgenden neun Kapitel Schritt für Schritt zu aktuellsten Entwicklungen führen. Dies wird am Deutlichsten klar durch die diesen neun Abschnitten beigefügten Referenzen und Anregungen zu weiterem Lesestoff.

Im ersten Einführungskapitel werden anhand eines konkreten Bauobjektes, nämlich des Winton Guest House von F. Ghery die elementarsten Objekte (Quader, Prismen, Pyramiden, Extrusionsflächen und Solids) eingeführt. Begriffe wie Koordinatensysteme (lokal und global), Polarkoordinaten, Zylinderkoordinaten werden eingeführt und auch erste Operationen mit den Objekten (Objektfang) sowie der Umgang mit Layern, Farben, Texturen und Material werden gezeigt. Ein zweiter, kurzer

Abschnitt beschäftigt sich mit ersten krummen Objekten wie Kugeln, Extrusionsflächen und führt folgerichtig sphärische Koordinaten ein.

Das Kapitel zwei ist den Projektionen gewidmet. Neben den klassischen Projektionsmethoden wie Zentral- und Parallelprojektion werden auch kurz nichtlineare Projektionen behandelt (Zylinderprojektion, Projektion auf die Kugel und stereographische Projektion). Wesentlich neue Abschnitte, die somit Ausdruck des Paradigmenwechsels sind: Licht, Schatten und Rendering. Hier wird z.B. das erste Mal in einem Geometrielehrbuch über grundlegende Algorithmen des Schattierens und der Farbgebung in CAD Programmen gesprochen. Auch das ist Geometrie, denn es ist 3-D Raumdanken erforderlich, um die räumlichen Vorgänge zu verstehen, die den Schattieralgorithmen zu Grunde liegen, und um z.B. zu verstehen, warum Flachschiattierung ein schlechteres Ergebnis liefert als Gouraud Schattierung, dafür aber wesentlich schneller ist.

Kapitel drei ist Polyedern und polyedralen Flächen gewidmet. Neben einer ausführlichen Betrachtung der klassischen Polyeder wie z.B. der Platonischen und Archimedischen Körper werden auch der goldene Schnitt, geodätische Kuppeln und raumfüllende Polyeder behandelt.

Kapitel vier beschäftigt sich mit den Booleschen Operationen und dem Trimmen insbesondere unter dem Aspekt der Konstruktion von Durchdringungen, sowie dem „feature-based modeling“ unter dem Aspekt der Variantenkonstruktion.

Kapitel fünf bringt die geometrischen Grundlagen zu den in CAD Paketen üblichen ebenen Transformationen: Schiebung, Drehung, Spiegelung, Skalierung und Scherung. Ein kurzer Abschnitt in diesem Kapitel bietet aber auch einen Einblick in nichtlineare ebene Transformationen: Inversion, Möbiustransformation und konforme Abbildung.

Kapitel sechs ist den Grundlagen der analogen räumlichen Transformationen gewidmet. Hier wird klar auf den Unterschied zwischen diskreten und kontinuierlichen Transformationen eingegangen, wie sie für Animationen gebraucht werden. Inhaltlich ist hier der Bogen etwas weiter gespannt weil auch affine und projektive 3-D Transformationen behandelt werden.

Im Kapitel sechs werden Kurven und Flächen behandelt, angefangen von ihrer mathematischen Darstellung bis hin zu differenzialgeometrischen Eigenschaften. Methodisch treten mathematische Konzepte in den Vordergrund ohne allerdings allzu weit in die Tiefe vorzudringen. Interessanterweise wird in einem Abschnitt dieses Kapitels auch auf klassische Konzepte der Konstruktion von Durchdringungskurven eingegangen.

Im Kapitel acht werden Freiformkurven thematisiert. Ausgehend von Konzepten der Approximation und Interpolation werden Schritt für Schritt

geometrisch und algorithmisch immer kompliziertere Freiformkurven behandelt: Bezierkurven, B-Splines und NURBS-Kurven. Sehr schön und didaktisch einleuchtend werden dabei ihre geometrischen und mathematischen Eigenschaften sowie ihre Unterschiede herausgearbeitet. Ein letzter Abschnitt ist den subdivision curves gewidmet.

Kapitel neun hat die klassischen Flächenklassen zum Thema: Drehflächen (u.A. auch diskrete Modelle, Torus, Drehquadriken), Schiebflächen, Regelflächen, Schraubflächen, Rohrflächen deren Definition, Erzeugung und Eigenschaften.

Kapitel zehn hat Offsets zum Thema: Offsets sind genau dann interessant, wenn Materialstärken ins Spiel kommen. Es werden Offsetkurven und Offsetflächen definiert und ihre Eigenschaften besprochen. Insbesondere auf das Auftreten von Spitzen und das Trimmen von Offsets wird eingegangen. Ein eigener Abschnitt beschäftigt sich mit Anwendungen von Offsets bei Ausrundungen und bei der Konstruktion von Dachausmittlungen.

Im Kapitel elf geht es um Freiformflächen. Ausgehend von einer kurzen Darstellung der Geschichte der Freiformflächen in Architektur und CAGD werden Bezierflächen, B-Spline Flächen und NURBS-Flächen definiert und in ihren Eigenschaften beschrieben. In einem eigenen Abschnitt werden die Algorithmen zur Konstruktion von Gitternetzen (Meshes) auf Flächen besprochen die ja notwendige Diskretisierungen der Flächen darstellen um sie real bauen zu können. In logischer Folge beschäftigt sich der nächste Abschnitt mit Unterteilungsalgorithmen um die Netze auf den Flächen unter bestimmten Gesichtspunkten zu verfeinern.

Die weiteren acht Kapitel schreiten nun sukzessive voran von etwas tiefer liegenden geometrischen und mathematischen Konzepten bis hin zu den aktuellen Forschungsthemen: Hier geht es zum Beispiel um die Erzeugung von Objekten durch Bewegungen verschiedenster Art, um Deformationsalgorithmen, die Objekte z.B. verbiegen oder verwinden. Es geht aber auch um die Möglichkeiten, Formen zu analysieren. Hier kommen Konzepte aus der klassischen Differentialgeometrie wie z.B. die Gauss'sche Krümmung ins Spiel. Geometrische Topologie und das Auftragen von Texturen werden ebenso thematisiert wie die Darstellung von Geländemodellen. Ein wichtiges Kapitel ist den abwickelbaren Flächen bzw. der Annäherung von zweifach gekrümmten Flächen durch abwickelbare Flächen gewidmet. Die letzten drei Kapitel beschäftigen sich mit dem Herstellen von Modellen (digital prototyping resp. fabrication) und den damit zusammenhängenden Problemen, mit der Geometrie der digitalen Rekonstruktion und mit geometrischen Optimierungsproblemen. Gerade in diesen letzten Kapiteln wird auch der Wandel der Geometrie deutlich in dem Sinne, dass zu den klassischen Objekten der Geometrie neue Objekte dazugekommen sind, Objekte die das Er-

gebnis eines geometrischen oder mathematischen Algorithmus sind.

Deutlich wird in dem Buch auch der Paradigmenwechsel von der Konstruierbarkeit mit Zirkel und Lineal, also im Wesentlichen der Konstruierbarkeit über dem quadratischen Zahlenkörper, hin zu einer neuen Konstruierbarkeit die nur von numerischen Algorithmen limitiert wird. Damit könnte man diesen Paradigmenwechsel auch so formulieren, dass alle Aufgaben und Inhalte, die einzig und allein auf die Konstruierbarkeit mit Zirkel und Lineal reflektiert haben, unter dem neuen Paradigma ihre Bedeutung verloren haben, dies auch insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Fülle an neuem Material und Möglichkeiten, die die „neue“ Geometrie Lehrenden und Lernenden bietet. Dies aufzuzeigen und erstmalig in einem Lehrbuch zusammenzufassen scheint wohl das größte Verdienst dieses höchst empfehlenswerten Buches zu sein. Man kann der Geometrie nur wünschen,

dass dieses Buch den Anfang einer neuen Blüte darstellt, dass der aufgezeigte Weg, vielleicht in Variationen mit unterschiedlichen oder auch gänzlich anderen Gewichtungen fortgesetzt wird und damit zum Ausdruck kommt, dass die Geometrie den Paradigmenwechsel, der durch die Einführung eines neuen Darstellungsmediums diktiert wurde, nicht nur inhaltlich geschafft hat, sondern weit über die klassische Darstellende Geometrie hinaus gegangen ist.

Das Buch ist ein Kompendium der reichen Möglichkeiten, die eine moderne Geometrie dem Anwender bieten kann. Es zeigt aber auch auf, dass diese neue Geometrie eine Vielzahl von Fragestellungen bereit hat, die eingehender Forschung bedürfen. In diesem Sinne ist das Buch als Manifestation des Wandels der Geometrie in den letzten 20 Jahren zu verstehen und gleichzeitig als kräftiges Lebenszeichen einer von vielen schon abgeschriebenen Lehr- und Wissenschaftsdisziplin!

Und zum Schluss ...



Rhino3D-Modell einer lichtdurchlässigen Wand nach einem Entwurf von Erwin Hauer. Die CAD-Modellierung des quadratischen Grundelements ist keine Aufgabe für Anfänger.