

Trajektorien, Bänder, Balken. Spekulationen über eine Materialität bei computergestützten Architekturentwürfen

INGE HINTERWALDNER

Die Frage nach der Materialität gestaltet sich bei computergestützten Bildern komplex, wenn man sie nicht mit einer Frage nach der Materialität von Daten gleichsetzen möchte. Anhand von simulationsbasierten, ikonisierten Entwürfen der ›Post-Architekten‹ seit den 1990er Jahren wird erörtert, inwiefern sich sogenannte Grafikprimitive der Funktionalität einer Materialität annähern können. Sie nehmen das Kräftespiel der Rechenoperationen insofern auf, als sie es über ihre Verformung zu erkennen geben. Verschiedene Beispiele von Primitiven – ideell eindimensionale Trajektorien, zweidimensionale Bänder und dreidimensionale Balken – sind dabei in unterschiedlichem Maße instande, die gerechneten Differenzierungen durch Verschiebungen, Faltungen oder Windungen an sich aufzuführen.

1. Einleitung

Die ›Immaterialitäts‹-These ist angesichts der Computersimulationen schnell zur Hand.¹ Die Auffassung, wonach die Welt der physischen Materialien in diesem Bereich abgedankt habe, ist relativ einfach dadurch zu entkräften, dass man einen technizistischen Standpunkt einnimmt: Man kann auf Ausgabemedien wie beispielsweise den Flüssigkristallbildschirm oder auf das Belegen von Computerspeicher durch die Daten verweisen – ein Speicher, der sowohl etwas kostet, Raum beansprucht, als auch kaputt gehen kann und folglich Merkmale des Materiellen aufweist. Dieser Argumentationsstrang soll hier jedoch nicht verfolgt werden, weil er einen erheblichen Schönheitsfehler hat: Obwohl sowohl der Monitor als auch der Speicher rechnergerechte Daten aufnimmt, sind diese deswegen

¹ Der prominente Auftakt dieser Debatte ist bekanntlich in der 1984 vom französischen Philosophen Jean-François Lyotard im Centre Pompidou Paris kuratierten Ausstellung *Les Immatériaux* zu sehen. Die Schau hatte zum Ziel, den traditionsreichen Materialitätsbegriff angesichts der aufkommenden Informationssysteme kritisch zu befragen. Vgl. Antonia Wunderlich: *Der Philosoph im Museum. Die Ausstellung ›Les Immatériaux‹ von Jean-François Lyotard*, Bielefeld 2008.

noch nicht zwingend als *Bilder* zu bezeichnen. Wenn es also gemäß der Ausrichtung dieser Anthologie um eine Spezifik der Materialität bei Bildern (hier: Simulationsbildern) gehen soll, muss der Fokus auf ikonische Aspekte gelegt werden. Unser Ansatzpunkt ist folglich genau dort zu platzieren, wo Computersimulationen und Bildlichkeit aufeinandertreffen. Damit der Rezipient die Simulationsergebnisse anschaulich vorliegen hat, ist eine Versinnlichung von Nöten. Dabei handelt es sich um eine komplexe Umsetzung und Umgestaltung von in Zahlenreihen vorliegenden und zeitlich aufgefassten Zuständen in eine Form. Die minimalste Formzuteilung bedeutet bei einer Monitorausgabe die Verwendung eines Pixels. Je nach Anliegen und Ziel kommen jedoch andere *Grafikprimitive* zur Anwendung. Als solche bezeichnet man gemeinhin einfache grafische ›Bauteile‹, wie Punkte, Linien, Flächen oder Körper, die dann Transformationen unterzogen werden können.² Wir wollen der Frage nachgehen, inwiefern man diese Primitive im Rahmen von Simulationsdarstellungen als ›Materie‹ oder noch besser als ›Material‹ sehen kann.³ Als exemplarisches Anwendungsgebiet für die Ausführung dieser Gedanken dienen uns simulationsgestützte Architektorentwürfe.

2. Computersimulationen in der Architektur

Der Architekturtheoretiker Kari Jormakka veröffentlichte 2008 ein Buch, in dem er einen Überblick über Methoden der Formfindung in der Architektur gibt.⁴ Dabei fehlen auch die neuesten Entwicklungen wie die Nutzung dynamischer Computersimulationen im Entwurfsprozess durch die Architekturavantgarde seit den 1990er Jahren nicht. Um die Innovation im Vergleich zur traditionellen Architektur zu betonen und um auf die Verbindung zwischen materieller und sogenannter nicht-materieller Kommunikation hinzuweisen, ist in diesem Kontext seitens der Architekten beispielsweise von »electroctecture« (Mark C. Taylor, Bernard Tschumi)⁵,

² Vgl. Peter A. Henning: »Grafische Primitive und Punktmengen«, in: ders.: *Taschenbuch Multimedia*, München 2007, S. 476–477.

³ Die Kunsthistorikerin Monika Wagner nimmt eine erste Differenzierung zwischen Materie und Material vor: »Allgemein bezeichnet Material im Unterschied zu Materie nur solche natürlichen und artifiziellen Stoffe, die zur Weiterverarbeitung vorgesehen sind. Als Material sind Stoffe und Objekte Gegenstand der Veränderung durch Bearbeitung.« Monika Wagner: »Material«, in: *Ästhetische Grundbegriffe*, Bd. 3, hg. v. Karlheinz Barck u. a., Stuttgart/Weimar 2001, S. 866–882; hier: S. 867.

⁴ Vgl. Kari Jormakka: *Methoden der Formfindung*, Basel/Boston/Berlin 2008.

⁵ Der Religionsphilosoph und Kulturkritiker Mark C. Taylor leitete eine Podiumsdiskussion unter dem Motto »Electroctecture: Architecture and the Electronic Future«, die 1993

»algotecture« (Kostas Terzidis)⁶ oder von »solid-state architecture« (Jesse Reiser)⁷ die Rede.

Der Einsatz von simulierter Dynamik zu einem sehr frühen Zeitpunkt beim Entwurf bildet die Prämisse für die hier getroffene Auswahl an Beispielen. Dies impliziert zweierlei: Erstens beschränkt sich das Hinzu-ziehen des Computers nicht auf die nachträgliche Digitalisierung analoger Modelle zu Präsentationszwecken. In diesem Kontext unterscheidet man zwischen *computerization* und *computation*. Wir halten uns an das zweite Konzept, in dem die numerische Rechnung zentral ist. Aber auch hier interessieren – zweitens – nicht alle möglichen Nutzungen. Uns beschäftigen allein generative Anwendungen, d. h. solche Simulationen, die die ersten grundlegenden Schritte eines Entwurfs begleiten. Rein analytische Einbin-dungen von Computersimulationen (etwa zur Berechnung von Belüftung, Beleuchtung, Heizung und andere Usability-Studien) werden an dieser Stelle nicht diskutiert. Wenn es nämlich um die Simulationsbildlichkeit geht, also die Darstellung von modellierter Dynamik, die in der einen oder anderen Weise noch in der Bauform erkennbar bleiben kann, so ist das gestalterische Vorgehen, das diese gerechneten Daten als Ausgangspunkt für die Entwicklung einer Architektur wählt, als je spezifische Strategie der Bild- bzw. Formgenese zu betrachten. Wir wenden uns hier der Rolle und dem Einsatz jener grafischen Primitive zu, derer die Simulationen bedürfen, sollen sie vom Rezipienten ›intuitiv‹ erfasst werden können.

3. Trajektorien

Wie setzen Architekten Simulationen ein? Greg Lynn (Architekturbüro FORM) plädiert dafür, jene Computerprogramme zu verwenden, die es erlauben, fluktuierende Dynamiken und Bewegungen im Moment der Designkonzeption – also zu Beginn des Entwurfsprozesses – hinzuzu-ziehen.⁸ Über die Herangehensweise Lynns schreibt der Architekt und Theoretiker Peter Zellner:

im gleichnamigen Heft von *Architecture New York* erschien (ANY, Bd. 1, Nr. 3, 1993, S. 44–53). Vgl. darin auch Bernard Tschumi: »Ten Points, Ten Examples«, S. 40–43.

⁶ Der Ausdruck *algotecture* spielt auf den Algorithmus an. Vgl. Kostas Terzidis: *Algorithmic Architecture*, Oxford 2006, S. 37–64.

⁷ Jesse Reiser: »Solid-State Architecture«, in: Andrew Benjamin: *Reiser + Umemoto: Recent Projects*, Chichester 1998, S. 49–52.

⁸ Anfangs stand dafür allein Software für Spezialeffekte u.Ä. zur Verfügung. Vgl. Peter Zellner: *Hybrid Space. New Forms in Digital Architecture*, London 1999, S. 140.

Anstatt die Designkonzeption mit einer idealisierten und neutralen Leere zu beginnen, lanciert Lynn seinen Entwurfsprozess in einem aufgeladenen Raum, der die Architektur durch einen und innerhalb eines Fluss(es) mobiler Intensitäten unterweist und informiert.⁹

Für das Projekt *Port Authority Gateway* in Manhattan (Wettbewerb 1995) erhebt Lynn zunächst Befunde über das Verkehrsaufkommen (Autos, Busse, Fußgänger) an den drei anliegenden Straßen des Bauplatzes. Diese Informationen fließen in ein Vektorfeld mit statischen und mobilen Attraktoren ein.¹⁰ Dies bildet die ›Umwelt‹ für jene Teilchen, die sodann vom Ausgang der Busstation losgeschickt werden. Den Teilchen werden Eigenschaften wie Masse und Elastizität attribuiert. Über die Simulation möchte man sehen, wie die geometrischen Partikel bewegt und verformt werden. Gerechnet wird also eine Wechselwirkung zwischen eigenschaftsbefahenen Teilchen und einem Vektor- bzw. Kräftefeld. Es handelt sich wahrscheinlich um Diffusionsprozesse, wobei Lynn aus dem sogenannten Phasenporträt des Teilchenschwarms den Verlauf einiger weniger Partikel extrahiert und deren sukzessive Positionen mit roten Bällen darstellt. Ihre Verlaufsbahnen bilden dann die Trägerbalken der zu konstruierenden Brücke (Abb. 1). Schließlich als durchgezogene Bögen wiedergegeben, werden sie mit weiteren Elementen ergänzt und mit den betreffenden anliegenden Gebäuden verbunden.

Die einzelnen Partikel starten an (fast) derselben Stelle, nehmen dann aber aufgrund ihrer Sensitivität in Bezug auf feine Unterschiede in der ›simulierten Umwelt‹ andere Verläufe. Man könnte diese Dynamik als Ganze somit unter dem Vorzeichen einer progressiven Differenzierung sehen, mittels derer zumindest einige basale ›Eckpfeiler‹ des zu Bauenden ihre Form erhalten. *Morphogenese* ist das Stichwort, unter dem diese Art der Herstellung verhandelt wird.¹¹

Aber man sollte nicht übersehen, dass man sich dafür entschieden hat, einzelne diskrete Zustandsdaten der Partikel als Punkte wiederzugeben und sie über die Zeit hinweg zu einer Linie zu verbinden. Man folgt damit einer üblichen Darstellungskonvention von Graphen, um die Auffassung

⁹ Ebd., S. 148 [meine Übersetzung].

¹⁰ Ein Vektorfeld ist ein Kraftfeld, in dem jeder Punkt einen Wert und drei Richtungen hat. Mit einem Attraktor bezeichnet man eine invariante Teilmenge von Punkten bzw. Zuständen in einem Phasenraum, die unter der Dynamik des betreffenden Systems nicht verlassen wird.

¹¹ Dem Architekten Peter Trummer ist es darum zu tun, das biologische Konzept der Morphogenese und sein Verständnis von »Materie nicht als etwas Statische[s], sondern als dynamische[n] Prozess« im Architekturdiskurs zu etablieren. Vgl. Peter Trummer: »Vom Typus zur Population«, in: *Arch+. Zeitschrift für Architektur und Städtebau*, Nr. 189, 2008, S. 46–51, hier: S. 49.

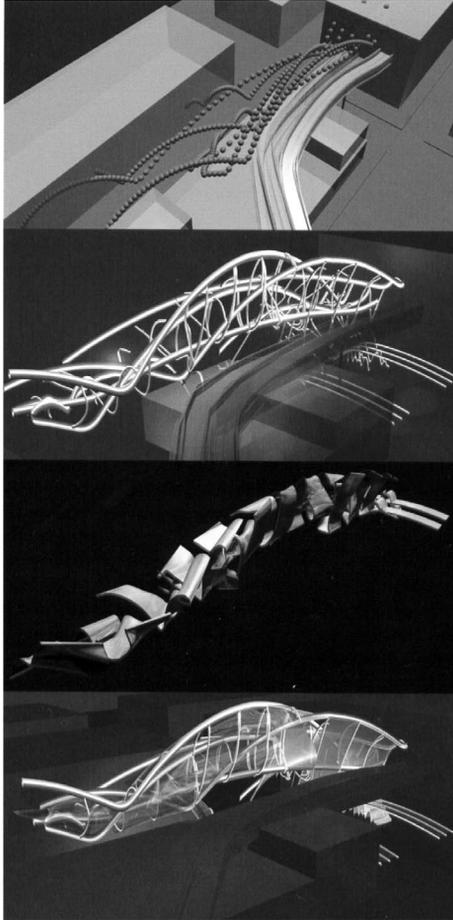


Abb. 1 Greg Lynn/FORM: *Port Authority Gateway*, 1995. Vier Etappen der Modellierung.

des Gezeigten als ›Verlauf‹ zu unterstützen. Es ist durchaus gängig, den zeitlichen Verlauf der simulierten Dynamik als einen Positionswechsel im projizierten dreidimensionalen Raum zu repräsentieren. Die daraus resultierende Linie ist so zu verstehen, dass ein Stück ›Vergangenheit‹ (vorangegangene Rechenwerte) räumlich anwesend bleibt.¹² Diese Linie entsteht

¹² Lynn beschreibt die Trajektorie bzw. den Graphen nicht als Erstarrung des Gewesenen, sondern fasst sie dynamisch auf: »Die Welle ist eine kurvenförmige Ausdrucksbewegung, die innerhalb der monolithischen Struktur durch die individuellen Partikel fließt und so disparate Elemente zu einem dynamischen, zeitbasierten Körper vereint.« Greg Lynn: »Body Matters«, in: ders. (Hg.): *Folds, Bodies & Blobs. Collected Essays*, Brüssel 1998, S. 135–156, hier: S. 151 [meine Übersetzung]. An dieser Stelle kommt die Frage auf, wie dynamisch dies wirklich zu realisieren ist. Lassen wir den Philosophen Gilbert Simondon

nicht einfach aufgrund der Berechnung (letztere liefert nur Zahlenreihen), sondern ergibt sich aus der Wahl einer Versinnlichung. Ein Blick in die Produktionsbedingungen von Entwürfen hat den Vorteil, dass man jene basale, oft übersehene Formbestimmung in den Blick bekommt, die bereits passiert ist, bevor die Dynamik am Monitor perzipiert werden kann. Auf diese erste unverzichtbare Formwahl bauen die nächsten Schritte der Weiterentwicklung auf. Angesichts von vorliegenden Zahlenreihen der Simulation eröffnen sich Freiheiten in der Gestaltung, um die Dynamik perzipierbar zu machen. Diese Gestaltungsfreiräume existieren schon allein aufgrund der Tatsache, dass zwischen Dynamik einerseits und räumlicher Ausdehnung andererseits keine reibungslose Kompatibilität vorausgesetzt werden kann.

Diese Spielräume machen das Simulationsbild – welches dort zu verorten ist, wo sich angesichts der Simulationsdaten eine Formbestimmung dazu gesellt – in diesem computergestützten Entwurfszusammenhang potenziell produktiv. So schreibt auch Peter Eisenman, dass der Architekt in dem Moment, in dem sich Raum nicht länger durch gerasterte Ebenen erschließen lässt (was bei solcherart Simulationen meist der Fall ist), realisiert, dass der Prozess des Darstellens (*imaging*) immer schon im Designprozess und seiner Realisierung gegenwärtig war und sich daher in die materielle Substanz der Architektur eingeschrieben hat.¹³

zu Wort kommen: »Der neue Status des Gegenstands bezieht diesen nicht mehr auf eine räumliche Prägeform, d. h. auf ein Verhältnis Form – Materie, sondern auf eine zeitliche Modulation, die eine kontinuierliche Variation der Materie ebenso wie eine kontinuierliche Entwicklung der Form impliziert. In der Modulation »gibt es niemals ein Innehalten zum Herauslösen aus der Prägeform, da die Zirkulation der Energiezufuhr einem permanenten Herauslösen aus der Prägeform gleichkommt; ein Modulator ist eine kontinuierliche zeitliche Prägeform. [...] Modulieren heißt auf kontinuierliche und immerzu variable Weise durch Prägung formen.« Gilbert Simondon: *L'individu et sa genèse physico-biologique*, Paris 1964, S. 41–42, zit. n. Gilles Deleuze: *Die Falte. Leibniz und der Barock*, übers. v. Ulrich Johannes Schneider, Frankfurt/M. 1995 [zuerst Paris 1988], S. 35–36. Wenn etliche Vertreter der Architekturavantgarde auch geneigt sind, Simondon darin zu folgen und eine Architektur zu visionieren, die einerseits ergebnisoffen angelegt ist und somit nicht auf eine Optimierung hinsteuert, aber andererseits auch den Anspruch erhebt, dem Wesen der Differentialgleichung bzw. Simulation als permanenter Wandlung architektonisch entsprechen zu wollen, so ist der Vorwurf einer konzeptuellen Schwäche nicht weit. Der Knackpunkt besteht darin, dass sich das Modulieren als ein unentwegtes Formen bislang kaum in eine gebaute Architektur überführen lässt.

¹³ Vgl. Peter Eisenman: »Visions' Unfolding. Architektur im Zeitalter der elektronischen Medien«, in: ders.: *Aura und Exzeß. Zur Überwindung der Metaphysik der Architektur*, Wien 1995, S. 203–215, hier: S. 214; Ingeborg M. Rocker: »Architectures of the Digital Realm. Experimentations by Peter Eisenman | Frank O. Gehry«, in: Jörg H. Gleiter, Norbert Korrek, Gerd Zimmermann (Hg.): *Die Realität des Imaginären. Architektur und das digitale Bild*, Weimar 2008, S. 249–262, hier: S. 256.

4. Mythen zu einer autonomen Formgenese

Im Allgemeinen wird dieser erste Gestaltungsfreiraum aber nicht thematisiert. So fasst der Architekturhistoriker Georg Vrachliotis eine verbreitete Ansicht treffend zusammen: Aus der Vorstellung eines ›selbstgenerierenden Designs‹ resultiere, dass in der Rede über den Entwurfsprozess die Begriffe »Formgebung« oder »Formfindung« zugunsten des Ausdrucks »Formgenerierung« aufgelöst worden seien.¹⁴ Man argumentiert dann beispielsweise dahingehend, dass man »die Frage der Formfindung von der Ebene der Form auf die der Form vorgelagerte Ebene der Strukturbildung verschiebt. Form wird dadurch nicht mehr ›gefunden‹, sondern generiert.«¹⁵ Oder anders formuliert: Ein architektonisches Element wird durch die Eigenschaften seines Verformungs*verhaltens* definiert, nicht durch eine singuläre Verformungs*figur*.¹⁶ Angesichts der hierfür verwendeten Algorithmen tauchen auch rhetorische Wendungen auf, die im Dienste der Markierung des Neuen manche Entwurfsentscheidungen verschleiern. Teilweise wird ein autonomer Vorgang betont, indem behauptet wird, das Design beginne sich den operativen Algorithmen und deren entsprechenden Restriktionen gemäß beinahe automatisch zu materialisieren. Auf diese Weise evolvieren die Baukomponenten (scheinbar) aus dem Nichts heraus.¹⁷ Damit wird eine Vorstellung etabliert, die die erste Stufe der Formbestimmung verkennt. Denn: Entweder wird bewusst entschieden, woran sich die Veränderung bzw. die Simulationsdynamik verkörpert, oder man überlässt dies den Standardeinstellungen der verwendeten Visualisierungssoftware. In beiden Fällen ist etwas den Sinnen Zugewandtes beteiligt, das die Simulation nicht einholen oder ersetzen kann. Dazu kommen noch weitere Setzungen im Entwurfsprozess, die nur vermeintlich vernachlässigbar sind. Dazu zählen unter anderem die Skalierung der Raumkoordinaten, in denen sich zum Beispiel das Partikelsystem abspielt, die Zeitspanne bis zum Abbruch der Berechnung, die Größe der verwendeten Punkte, die Art und Farbe der Verbindungslinien zwischen den Punkten, der Einsatz von NURBS und

¹⁴ Georg Vrachliotis: »Generatives Design. Architektur zwischen konstruierter und programmierter Natur«, in: *Arch+. Zeitschrift für Architektur und Städtebau*, Nr. 189, 2008, S. 54–59, hier: S. 56.

¹⁵ Nikolaus Kuhnert, Anh-Linh Ngo: »Entwerfen im digitalen Zeitalter«, in: *Arch+. Zeitschrift für Architektur und Städtebau*, Nr. 189, 2008, S. 7–9, hier: S. 7.

¹⁶ Vgl. Michael Hensel, Achim Menges: »Form- und Materialwerdung. Das Konzept der Materialsysteme«, in: *Arch+. Zeitschrift für Architektur und Städtebau*, Nr. 188, 2008, S. 18–23, hier: S. 20.

¹⁷ Ingeborg M. Rocker: »Versioning. Evolving Architectures – Dissolving Identities; Nothing is as Persistent as Change«, in: *Architectural Design*, Bd. 72, Nr. 5, 2002, S. 10–17, hier: S. 15–16.

Splines usw.¹⁸ Der Architekt Bernhard Franken führt auf, welche Aspekte der Praktiker vorab berücksichtigt:

In einer Versuchsordnung im Rechner definieren wir Grundkörper, Formbildungsgesetz, Randbedingungen und Kräfte durch poetische Übersetzungen der Aufgabestellung und aus Gegebenheiten des räumlichen Kontextes. Die angesetzten Kräfte orientieren sich nicht nur an tatsächlich vorhandenen Einflüssen, sondern sind nicht von dieser Welt. [...] Das endgültige Gebäude [wird] aus zahlreichen Derivaten des Datensatzes zusammengesetzt und bildet damit in der Summe lediglich ein mögliches Abbild der Realität der digitalen Mastergeometry in einer n-ten Ableitung. [...] Diese Methode ist nicht exakt, aber auch nicht zufällig. Vielmehr steuern wir als Entwerfer einen Prozess. [...] Wir geben [der Form] in unseren Rechnern die Möglichkeit, sich zu manifestieren.¹⁹

Der Ausführung von Bernhard Franken ist weitestgehend zuzustimmen. Nur bei der letzten Aussage verhält es sich meines Erachtens anders: Durch die sinnlichen elementaren Primitive – Franken nennt sie »Grundkörper« – wird der Simulationsdynamik die Chance gegeben, sich (an einer Form) zu zeigen.

Einer der etwas unkonventionelleren Architekten, der mit seinen Entwürfen nicht primär auf die Baubarkeit achtet, ist Karl Chu, Gründer des *Institute for Genetic Architecture* an der Columbia University in New York. Den Ausgangspunkt seiner Arbeiten bilden algebraische Formeln. Mit jedem Iterationsschritt wird eine zunehmend komplexe Konstellation generiert, die Chu instantan am Bildschirm mitverfolgen kann. Er kann sie deshalb beobachten, weil seine selbstprogrammierte Software die Recheninformationen interpretiert und auf bestimmte Weise als komplexe Oberflächenstruktur ausgibt. Da Chu erkannte, dass diese Konvertierung ins Wahrnehmbare – lieber wären mir Begriffe, die den darin liegenden Gestaltungsaspekt stärker hervorheben – ausschlaggebend ist, konzentriert er sich auf die Art und Weise, *wie* die Resultate aus algebraischen Regeln als Struktur einer Relationierung von Elementen in eine Geometrie überführt werden können. Hier liegen arbiträre Entscheidungen vor, denn jedes *mapping* bedeutet eine Wahl aus sehr vielen Möglichkeiten.²⁰

¹⁸ Für eine genauere Erläuterung dieser Topologien vgl. Branko Kolarevic: »Digital Morphogenesis«, in: ders. (Hg.): *Architecture in the Digital Age. Design and Manufacturing*, New York/London 2003, S. 11–27.

¹⁹ Bernhard Franken: »Form follows Force. Der Formfindungsprozess für die Dynaform«, in: Gernot Brauer (Hg.): *Dynaform+Cube. Architektur als Markenkommunikation*, Basel/Boston/Berlin 2002, S. 59–73, hier: S. 64, 68 und 73.

²⁰ Alicia Imperiale: *New Flatness. Surface Tension in Digital Architecture*, Basel 2000, S. 67–70. Beiläufig sei hier noch angemerkt, dass sich im Bereich der Architektur an diese erste Formbestimmung (d.h. die Darstellung der Rechnerergebnisse) in aller Regel weitere Überformungsprozeduren anschließen, denn: »Mit reiner Mathematik allein ist noch lange kein baubares Ergebnis zu erzielen.« Christoph Schindler, Fabian Scheurer:

Die formalen Gestaltungselemente im Rahmen von Architektorentwürfen, denen wir uns im Anschluss an die Auseinandersetzung mit der Trajektorie zuwenden, sind das Band und der Balken. Die Diskussion der vielen Facetten der Operabilität dieser beiden Primitive im Hinblick auf die Vermittlung von (Simulations-)Dynamik können wir an dieser Stelle nur anreißen. Wir konzentrieren uns hier auf die Fähigkeit der (Ver-)Formbarkeit, die es zulässt, diese Elemente mit Materialität in Verbindung zu bringen.

5. Bänder

In der VR-Umgebung *Virtual NYSE 3DTF* (New York, 1997–2000) der *Asymptote Architects* sieht man ein Graphendiagramm mit Echtzeitinformationen der New Yorker Aktienbörse.²¹ Das Diagramm ist in einen dreidimensionalen computergenerierten Raum integriert. In diesem Fall wird die Breite des nun zum horizontal liegenden Band gewordenen Graphen nicht für weitere Informationen, wie etwa für zusätzliche Dynamikaspekte, genutzt.

Im Prinzip jedoch erhalten die als Streifen gezeigten Trajektorien oder Graphen eine zusätzliche Raumdimension, mit der operativ gerechnet werden kann und durch die sich weitere Veränderungen manifestieren können. Diese zusätzliche Dimension bietet eine differenziertere Artikulationsmöglichkeit der Einwirkungen bzw. bei Simulationen der Auswirkungen der Wechselwirkungen.²² Erst das zweidimensionale Band sowie – in noch gesteigerter Weise – der dreidimensionale Balken können Verzerrungen, Dehnungen und Biegungen in sich aufnehmen. Dies sind Operationen, die an ideell eindimensionalen Linien weit schwieriger auszuweisen wären. Wenn sich diese damit überhaupt sichtbar machen ließen, denn: Wie sollte sich an einer Linie beispielsweise eine Drehung entlang der Längsachse zeigen lassen? Mit der ›Bandbreite‹ erhöht sich also die darstellerische Fähigkeit, die Auswirkungen eines multiplen Kraftfeldes an sich aufzuführen.

»Die Rückkehr der Geometrie. Parametrische Modelle komplexer Räume«, in: *Arch+ Zeitschrift für Architektur und Städtebau*, Nr. 189, 2008, S. 66–69, hier: S. 67.

²¹ *Virtual NYSE 3DTF* steht für *Virtual New York Stock Exchange 3D Trading Floor*. In dieser VR-Umgebung geht es darum, viele Informationen für das Personal der Aktienbörse in Echtzeit aufzubereiten. Hierfür reproduziert man im Computer die architektonischen Räumlichkeiten und ändert diese zugunsten des Einsatzes vieler aussagekräftiger bewegter Computerobjekte ab.

²² Mit ›Einwirkungen‹ sind hier willkürlich definierte Eingriffe seitens der Benutzer gemeint; die ›Auswirkungen der Wechselwirkungen‹ hingegen adressieren Ergebnisse von computerseitig errechneten Interaktionen zwischen Systemteilen.

Das nächste Beispiel stammt vom Architekturbüro NOX. Es handelt sich um den Entwurf einer Musikhalle in Nancy (*FEDUROK*, 2002). Vorgegeben wird eine gestreifte Fläche oder eine Anlage parallel nebeneinander ausgerichteter Streifen, die das Dach des Veranstaltungszentrums bilden (Abb. 2).

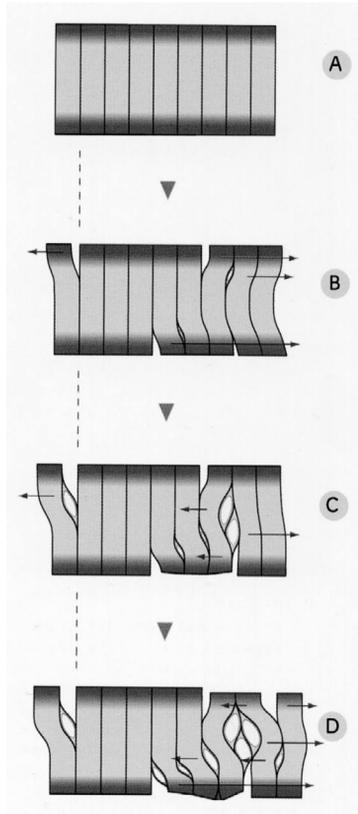


Abb. 2 NOX: *FEDUROCK*, 2002. Schema der schrittweisen Verzerrungen der ursprünglich parallel parzellierten Dachkonstruktion.

Durch die optische Teilung der Fläche in Streifen wird den einzelnen Streifen eine Autonomie im Verhalten zugetraut, während die Schnittstellen als ›schwache‹ Glieder angesehen werden. Nebeneinander angeordnet vermittelt jeder einzelne Streifen einen stärkeren inneren Zusammenhang als die Fugstellen. Anders ausgedrückt: Die Fläche des einzelnen Streifens hat den Anschein einer materialtechnischen Einheit, während im Unterschied dazu die Schnittstelle eine Differenz in der Festigkeit signalisiert. Folglich hat eine Fläche in Streifenanlage unterschiedliche Zonen der Empfänglichkeit für Veränderung. Zudem ergibt sich durch die länglichen

Formen ein ›Entlang‹, eine Ausrichtung. Wenn sich Streifen gegeneinander verschieben, treten sie in ein Verhältnis zueinander, was auch betont, dass sie separiert sind und einzelne Untereinheiten bilden. Damit wäre bestätigt, dass es sich nicht um eine oberflächliche, rein optisch applizierte Art der Rasterung handelt. Vielmehr reicht in diesem Beispiel die Rasterung bis in die ›Substanz‹ der Fläche.

Bei *FEDUROK* bilden die zunächst ebenmäßig und strikt bündig nebeneinander liegenden Streifen die Ausgangslage für eine Verschiebung durch seitliche Zugkräfte, die sowohl das Stadtgeschehen als auch vorweggenommene gebäudeinterne Aktivitäten symbolisieren sollen (Abb. 2). Um die Art der Verzerrung zu bestimmen, entscheidet man sich dafür, den Streifen eine eigene Physik zuzuschreiben, sodass sie sich in einem simulierten Kräftefeld ›verhalten‹ können. Die Architekten beschreiben die Vorgehensweise wie folgt:

Wir haben ein System aus (drei Parkplätze breiten) Bändern verwendet, das als Rahmen über den großen Sälen oder als eine durch einen Gang verbundene Reihe von Räumen dienen könnte. Das Verziehen erfolgt in mehreren Schritten. (A) Das System enthält das Programm ohne Räume für soziale Interaktionen (2400 m²). (B) In dieser Phase öffnet sich das Programm zur Stadt hin und lässt Verbindungen zu (2600 m²). (C) Die Öffnungen wirken sich auf die Aktivitäten im Inneren aus (2800 m²). (D) Mögliche interne Funktionen beginnen zu interagieren, um neue Gemeinschaftsräume wie Clubs und Innenhöfe zu schaffen (3000 m²).²³

Es ist bezeichnend, dass hier die Dehnbarkeit von Streifen in einer parallelisierten Anordnung als begrenzt markiert wird: beim Überschreiten eines bestimmten Maßes entstehen aber Lücken zwischen den Bändern (Abb. 3). »Anstatt Löcher als Subtraktionen zu sehen, betrachten wir sie als Innenkantenzustand. So ist das Loch nichts Fehlendes, sondern ein Element, das Struktur hinzufügt.«²⁴ Da sich diese Bänder nicht beliebig stark biegen und dehnen lassen, bleiben sie immer als längliche Streifen erkennbar. Dasselbe gilt im Folgenden für die Verwendung von Balken.

6. Balken

Abermals ist es das Büro FORM, das hierfür ein prägnantes Beispiel liefert. Um einem Gebäude in der Komposition Leichtigkeit zu verleihen, so der Architekt Greg Lynn, müsse man nicht zwingend in die Vertikale

²³ Lars Spuybroek: *NOX. Bauten und Projekte. Machining Architecture*, München 2004, S. 281.

²⁴ Ebd., S. 280.



Abb. 3 NOX: FEDUROCK, 2002. Computergrafik der Gebäudeansicht.

bauen, sondern könne durch die Annahme von multiplen Anziehungs- und Abstoßungskräften auch den Gedanken einer komplexeren ›Gravitation‹ umzusetzen versuchen. Somit würde das Gewicht auf viele verschiedene Vektoren aufgeteilt.²⁵ Ein Gebäude solle als eine vektorielle Bewegung, die entlang eines Pfades verläuft, aufgefasst werden. Als Trajektorie stehe der Bau zu diversen realen oder nicht realen Kräften in Beziehung, um zu einer Architektur des Kontextes und der Partikularität zu werden. Diese Idee des Integrierens von Einflüssen von außen bei gleichzeitigem Innehaben interner Konstellationen, denen wiederum eine Tendenz zur Ausdifferenzierung eignet, wendet Lynn bereits im Projekt *Stranded Sears Tower* (Chicago, Wettbewerb 1991) an. Gemäß seinem Diktum akquiriert Lynn auch hier rund um den vorgesehenen Bauplatz in Chicago Daten über das nahegelegene Flussufer, das Straßennetz, das Fußgänger- und Verkehrsaufkommen. Die gesammelten Informationen fungieren dabei als externe Auswirkungen in Hinsicht auf eine innere gesetzmäßige Gebäudestruktur. Für letztere orientiert er sich an dem 1974 von Cushman & Wakefield fertiggestellten *Sears Tower*. Er übernimmt bauliche Fakten des Vorbilds, wie die neun Schächte, die wiederum in je 5 x 5 Kompartimente unterteilt sind. Somit bilden insgesamt 2025 Zylinder unterschiedlicher

²⁵ Ole Bouman: »Amor(f)al Architecture or Architectural Multiples in the Post-Humanist Age«, in: Lynn 1998 (wie Anm. 12), S. 7–14, hier: S. 12.

Länge die Ausgangsbasis für Lynn. Er gibt sich also die Röhrenstruktur des höchsten Chicagoer Gebäudes vor, enthebt sie der Vertikalität und passt sie durch die einbezogenen externen Einflüsse dem Stadtgeschehen an (Abb. 4). Lynn beschreibt das Ergebnis treffend:

Der Turm agiert, als ob er eine Faser wäre: eine Sammlung von Fibern oder Fäden, die gebogen, geflochten oder parallel gelegt sind, um eine Einheit zu formen. Dieser Strang ist sowohl ein System miteinander verwobener Fäden als auch eine Singularität, die wiederum fähig ist, sich weiter zu krümmen oder zu durchflechten, zu einem größeren und komplexeren Garn, Gewinde, Strick oder Tauwerk. Das Projekt reformuliert das vertikale Röhrenbündel auf horizontale Weise, entlang eines Landstrichs zwischen Wacker Drive und dem am existierenden *Sears Tower* angrenzenden Chicago River.²⁶

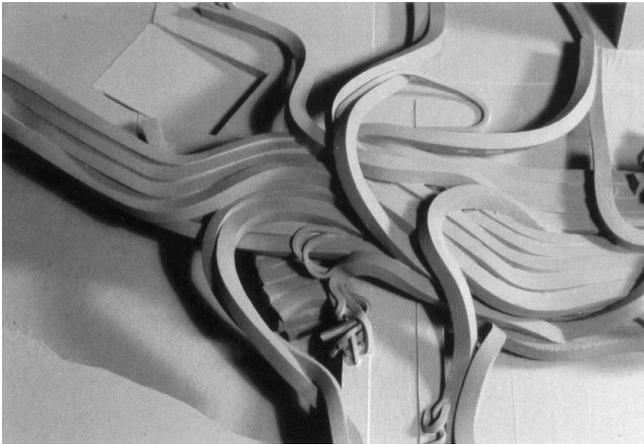


Abb. 4 Greg Lynn/FORM: *Stranded Sears Tower*, 1991. Modellaufnahme, Detail.

Die verbogenen Balken berücksichtigen die urbane Gegebenheit. Sie verlaufen aber nicht beliebig kreuz und quer, sondern zeigen mehr oder weniger in eine Richtung. Dieser Umstand mag den erhobenen Daten geschuldet sein, die sich am Verkehr, d.h. an den Straßen in der Umgebung des Gebäudes, orientieren. Was man als Ergebnis sieht, sind gezeitigte Auswirkungen auf ein Gegebenes. Die Bewegung selbst ist nicht mehr sichtbar; dass hier aber Kräfte gezogen haben, wird laut Lynn anhand der Struktur ersichtlich. Die Krummlinigkeit, die beispielsweise Gesten eigen ist, ist seiner Meinung nach ein Anzeichen für und Ausdruck von Dynamik: »Verformung und Krümmung sind Ausdrücke der dynamischen

²⁶ Greg Lynn: »Multiplicitous and Inorganic Bodies«, in: Lynn 1998 (wie Anm. 12), S. 33–61, hier: S. 54–55 [meine Übersetzung].

dauerhaften Beschaffenheit von Körpern in einem Feld von unterschiedlichen Kräften.«²⁷ Die Einbeziehung interner Elemente und externer Kräfte erlaube ein Annähern an die Umgebung, ein Sich-Öffnen des Baus hin zu den städtischen oder landschaftlichen Gegebenheiten.²⁸

Lynn spricht von einem zweifachen System der Organisation: exogen (äußere Bedingungen, Umwelt, Anpassung) und endogen (Tendenz zur Ausdifferenzierung). Das Ergebnis dieses Aufeinandertreffens allerdings sei als Ereignis weder vorhersagbar noch auf einen Fixpunkt reduzierbar. Es handle sich vielmehr um eine wahrscheinliche Zone kopräsender (interner und externer) Kräfte. Lynn beruft sich auf den Biologen und Mathematiker D'Arcy Wentworth Thomson, der eine Geometrie inklusiver/inkludierender Stabilität vorschlägt, welche fähig sei, sich sowohl unter externen Einflüssen zu biegen als auch diese Kräfte intern einzufalten. Diese Transformationen entwickelten sich eher durch diskontinuierliche Involution als durch kontinuierliche Evolution.²⁹ Dabei definiert Lynn die Evolution als externe Selektion interner Mutationen. Die Involution sei hingegen die interne Auswahl von Mutationen, die einem intensiven Abgleich mit externen Kräften geschuldet seien.³⁰ Die Streifen bzw. Balken bringen eine Art Kohäsion und Spannkraft mit sich. So ist beim *Stranded Sears Tower* klar, dass die neun balkenartigen Schächte unterteilt werden können, sich die innere Struktur somit ausdifferenzieren lässt. Die Schächte mögen dann in verschiedene Richtungen führen; sie gehen jedoch nicht ineinander über, sondern bleiben separiert. Die Balken bleiben immer Balken, auch wenn sie Windungen und Drehungen erfahren.

7. Materialität und Falten

Wenn wir die Beispiele rekapitulieren, so fällt eine Differenz bei der Verwendung der Bänder auf: Während die Trajektorien (als Linien oder auch als Bänder bei *Virtual NYSE 3DTF*) Verbünde von Zeitschritten darstellen, sind die Bänder bei *FEDUROK* nicht erst über die Simulati-

²⁷ Lynn 1998 (wie Anm. 12), S. 148 [meine Übersetzung].

²⁸ Aus Warte derer, die äußere Einflüsse in den Entwurf einbringen oder dies für opportun halten, können solche architektonischen Strategien, die auf eine Beachtung externer Faktoren verzichten, als ›autistisch‹ gelten. Vgl. Roemer Van Toorn: »The Quasi-Object. Aesthetics of a Form of Politics«, in: Gleiter/Korrek/Zimmermann 2008 (wie Anm. 13), S. 43–48, hier: S. 44.

²⁹ Greg Lynn: »The Folded, the Pliant and the Supple«, in: Lynn 1998 (wie Anm. 12), S. 109–133, hier: S. 122. Vgl. ferner D'Arcy Wentworth Thomson: *Über Wachstum und Form*, übers. v. Ella M. Fountain u. Magdalena Neff, Frankfurt/M. 1982 [zuerst Cambridge 1917].

³⁰ Greg Lynn: »Body Matters«, in: Lynn 1998 (wie Anm. 12), S. 135–156, hier: S. 143.

onsdarstellung gegeben, sondern stehen praktisch neben der Ausführung der Simulation bereits (zur Deformation) bereit. Die gerechnete Dynamik folgt dann auch weniger der Längsachse der Bänder, sondern setzt hier orthogonal zu ihnen an, was in der schematischen Abbildung die Pfeile nach links und rechts anzeigen (Abb. 2). Beim *Stranded Sears Tower* ist die Kräftetopologie noch wesentlich komplexer, mit der die Balken und ihre innere Struktur in Verhandlung treten. Beide Male aber werden bereits vorhandene Bänder bzw. Balken durch die Simulation verformt. Folglich stellen sie Angriffsstellen der (gerechneten) Kräfte dar.

Damit sind wir nahe an einer Auffassung von Materie, die der Physiologe und Philosoph Wilhelm Wundt vertrat: »Die Materie ist gedacht als System der Ausgangs- und Angriffspunkte der Kräfte.«³¹ Darüber hinaus sei jede konkrete Materie selbst schon irgendwie geformt. Folglich seien Materie und Form auch nicht als getrennt existierende Wesenheiten aufzufassen. Aus Materie, so Wundt weiter, werde nicht eine Form, vielmehr könne die immer schon (relativ geformte) Materie weitere Formungen erfahren.³²

Mit den besprochenen Beispielen haben wir darauf hingewiesen, dass Analoges bei den *Grafikprimitiven* (Linien, Bänder, Balken) der Fall ist. Die Rechendaten werden den Sinnen als spezifische Ausformungen an »materiellen« Raumdungen vorgestellt, welche lediglich die Disposition zu dieser Ausformung haben. Primitive sind als Materialien im Kontext von Darstellungen der Simulationsergebnisse gerade dazu da, sich dynamikbezogen zu verändern. Dabei sind die Streifen nicht als rein passiv zu verstehen: dies gilt für ihre Definition in der Simulation (ihnen ist eine Physik zuerkannt) sowie ihr optisches Äußeres, das sich in Bezug auf die Darstellung nicht neutral verhält. Eine Linie ist nicht im selben Maße imstande, jenes aufzuzeigen, was ein Balken darzutun vermag. Die Wahl der Primitive beeinflusst, wie man die Simulationsdynamik sieht – beides ist miteinander verwoben. Der Übergang dieser Primitive zu komplexen figürlichen Displays erweist sich als fließend.³³ »Der Spielraum für die Annahme von Formen wird also durch die vorgegebene Struktur der Gegenstände, die Materie für etwas sein sollen, eingeschränkt.«³⁴ In Aristoteles' Sprachgebrauch handelt es sich bei den Primitiven um eine *materia*

³¹ Zit. n. Rudolf Eisler: »Materie«, in: *Wörterbuch der philosophischen Begriffe*, Bd. 2, hg. v. Rudolf Eisler, Berlin 1929, S. 80–94, hier: S. 91.

³² Vgl. ebd., S. 80.

³³ Vgl. zu diesem Konzept vom figürlichen Display Inge Hinterwaldner: *Das systemische Bild. Ikonizität im Rahmen computerbasierter Echtzeitsimulationen*, München 2010, S. 191–210.

³⁴ Zit. n. Wolfgang Detel: »Materie«, in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 5, hg. v. Joachim Ritter, Karlfried Gründer, Basel/Stuttgart 1980, Sp. 870–923, hier: Sp. 876.

secunda, also eine »spezifische und schon relativ geformte Materie, die noch weiter zu formen ist.«³⁵

Wenn man den Primitiven *Kohäsion* und *Spannkraft* zugestehen kann, lässt sich ein weiterer Denker nutzbar machen, dem die zeitgenössische Architektur(theorie) seit 1993 bis in die Fußnoten folgt.³⁶ Es handelt sich um Gilles Deleuze. In seiner Leibniz-Lektüre schreibt er Interessantes zur grundsätzlichen Organisation der Materie. Sie sei nicht als die Zusammensetzung von disparaten Teilchen zu sehen; nicht Punkte bildeten die kleinste Einheit, sondern Falten. Er betont damit einen Zusammenhalt, der sich auch im Entfalten zeige: »[Was] ein absolut Flüssiges definiert, ist eben die Abwesenheit von Kohärenz oder Kohäsion, also die Trennbarkeit der Teile, die in Wahrheit nur einer abstrakten und passiven Materie zukommt.«³⁷ Und weiter:

Das ist es, was Leibniz in einem außergewöhnlichen Text erklärt: ein flexibler oder elastischer Körper hat noch kohärente Teile, die eine Falte bilden, so daß sie sich nicht in Teile von Teilen trennen, sondern sich vielmehr ins Unendliche in immer kleinere Falten unterteilen, welche immer noch eine gewisse Kohäsion bewahren. So ist das Labyrinth des Kontinuums keine Linie, die sich in unabhängige Punkte auflöste, wie der fließende Sand der Körner, sondern etwas wie ein Stoff oder ein Papierblatt, das sich ins Unendliche in Falten unterteilt oder sich in Kurvenbewegungen auflöst, von denen jede durch die konsistente oder richtungsgleiche Umgebung bestimmt ist. [...] Die Einheit der Materie, das kleinste labyrinthische Element, ist die Falte, nicht der Punkt, der nie ein Teil, sondern immer nur das einfache Ende einer Linie ist. Darum sind die Teile der Materie Massen oder Aggregate, als Korrelat der elastischen komprimierenden Kraft. Das Entfalten ist also nicht das Gegenteil der Falte, sondern folgt der Falte bis zu einer anderen Falte.³⁸

Wenn man die Materie, anstatt als Ensemble unabhängiger Punkte, als bestehend aus (bereits gefalteten) Zwischenzuständen annimmt, »von denen ein jeder auf seiner Ebene eine Kohäsion mitbringt«³⁹, erscheint die Bildung eines Organismus plausibler. Der Mechanismus der Materie ist laut Deleuze die Spannkraft. Inwiefern könnte man ein grafisches Grundelement als Material sehen, an dem sich die Simulationsdynamik in eine Form einfaltet? In diesem Sinne wäre das Band wie auch der Balken – auch als Gerade – optisch wie konzeptuell Falte. Somit könnte

³⁵ Eisler 1929 (wie Anm. 31), S. 82.

³⁶ 1993 ist das Jahr der Übersetzung von *Le Pli* ins Englische und der Veröffentlichung von Lynns Ausgabe von *Architectural Design* unter dem Motto *Folding in Architecture*. Vgl. Greg Lynn (Hg.): *Architectural Design, Profile Nr. 102: Folding in Architecture*, New York 1993.

³⁷ Deleuze 1995 (wie Anm. 12), S. 15.

³⁸ Ebd., S. 15–16.

³⁹ Ebd., S. 17.

man ›Materialität‹ bei ikonisierten Simulationen in dem aufsuchen, was ›gefaltet‹ ist und dadurch (ent)faltbar wird: in *Grafikprimitiven*.

Die Rolle dieser bereits elementar artikulierten Zeigegründe ist für die Wahrnehmbarkeit der dynamischen Simulationen als Verläufe kaum zu überschätzen. Die simulierte Kräftekonstellation materialisiert sich nur deshalb als Verformung der Grafikprimitive, weil dieser selbst eine funktionale Materialität zukommt. Erst durch die von den Primitiven gebotene eigene innere Spannkraft kann eine Kräfteeinwirkung von außen greifen. In größeren Computerbildszenarien lassen sich im Hinblick auf eine so verstandene ›widerstandsfähige‹ sowie optisch vorgebrachte Materialeigenschaft und der damit verbundenen Fähigkeiten verschiedene Zonen von Bildlichkeit unterscheiden. Unter Umständen fungieren nicht alle Bereiche als Displays für die Simulationsergebnisse. Dieser Ansatzpunkt eröffnet somit die Möglichkeit, die Diskussion rund um das Thema der Datenvisualisierung durch eine weitere Differenzierung zu bereichern.

Marcel Finke/Mark A. Halawa (Hg.)

Materialität und Bildlichkeit

Visuelle Artefakte zwischen Aisthesis und Semiosis

Mit Beiträgen von

Emmanuel Alloa, Carolin Artz, Marcel Finke,
Mark A. Halawa, Ulrike Hanstein, Inge Hinterwaldner,
Matthias Krüger, Stefan Meier, Dieter Mersch,
Markus Rautzenberg, Marius Rimmele, Klaus Sachs-Hombach,
Richard Schiff, Yvonne Schweizer, Steffen Siegel
und Hellmut Winter

Kulturverlag Kadmos Berlin

Gedruckt mit Mitteln des Universitätsbundes Tübingen e.V.
und der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über <<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Copyright © 2012,

Kulturverlag Kadmos Berlin. Wolfram Burckhardt

Alle Rechte vorbehalten

Internet: www.kv-kadmos.com

Umschlaggestaltung: Marcel Finke

Umschlagabbildung: Alberto Burri, *Grande Nero Cretto*, 1977,

Mischtechnik auf Celotex, 151,5 x 251,4 cm. Musée National d'Art Moderne,
Centre Georges Pompidou, Paris. Mit freundlicher Genehmigung der Fondazione
Palazzo Albizzini, Collezione Burri, Città di Castello (Perugia) © by SIAE 2010.

Gestaltung und Satz: kaleidogramm, Berlin

Druck: Spauda

Printed in EU

ISBN (10-stellig) 3-86599-111-4

ISBN (13-stellig) 978-3-86599-111-9