

Norbert Palz

Architektonischer Entwurf und differenzierte Mediennutzung

Einleitung Wissenschaftliche Innovationen entstehen in den seltensten Fällen als gänzlich originäre Erfindungen, sondern sind oftmals das Ergebnis einer kreativen Neubetrachtung und Montage zuvor getrennter Erkenntnisse in neuen Verfahren oder eigenständigen Technologien. Diese schöpferische Rekombination¹ vereinigt (fragmentarische) Erkenntnisse aus vielen Bereichen und Zeiten in einer neuen dynamischen Wissenslandschaft, die sich in der Folge wieder für einen neuerlichen Prozess der Wissensgewinnung und Innovation öffnen kann. Diese Perspektive auf innovatives Handeln betrachtet *historisches* und *gegenwärtiges* Wissen als – potentiell – wirksame Einflussgrößen, die ein zukunftsgerichtetes gestalterisches Handeln formen können. Implizit zu dieser Haltung ist ein Verständnis von Geschichte, das nicht als Sequenz abgeschlossener – tendenziell linearer – Narrative begriffen wird, sondern als reflexives und schöpferisches Element eines Gestaltungsvorgangs.

Eine besondere Rolle kommt hierbei den operativen, medialen und instruktiven Schnittstellen gestalterischen Handelns zu, haben sie doch dafür Sorge zu tragen, dass formgebende Informationen in eine les- und vermittelbare Form überführt und transformiert werden können. Die Architektur hat in der Vergangenheit verschiedenste dieser medialen Schnittstellen von großer Abstraktion entwickelt, um aus den unterschiedlichsten planerischen Parametern – seien sie technisch oder heuristisch – eine eindeutige räumliche und konstruierbare Lösung ableiten zu können. So fußten die Architekturzeichnungen der Renaissance auf den mathematischen Regeln der Darstellenden und Projektivgeometrie wie sie von Gaspard Monges beziehungsweise Philibert de l'Orme niedergelegt waren. Die Universalität dieses repräsentativen Mediums,

unabhängig gegenüber individuellen stilistischen Ausprägungen, fungierte als informative und integrierende Schnittstelle – von der Baustelle bis zum Auftraggeber – aber auch als kommunikatives Instrument innerer Vermittlung architektonischen Wirkens. Es versteht sich von selbst, dass sich trotz dieser Festlegungen immer auch eigenständige Auslegungen dieser Protokolle in Bild und Modell finden lassen, die als Signatur des Gestaltenden eine Interpretation des mathematischen und ikonographischen Raumes formulierten. Interessanter als diese individualisierten Interpretationen sind allerdings die Wechselwirkungen, die diese abstrahierten Schnittstellen im Verlauf ihrer Anwendung auf das räumlich-konstruktive Vokabular des sie anwendenden Planers ausüben und so einen reziproken Dialog zwischen Planungswerkzeug und konstruktiver Materialisierung beförderten.² Die Möglichkeiten mathematischer Beschreibbarkeit entlang einer codierten zeichnerischen Prozessorialität bereiteten den Weg für neue räumliche Morphologien und Bauteiltypologien, die nur diesem Werkzeugkasten avancierter Geometrie entspringen konnten.³ Entwerferische Entscheidungen entwickelten sich nun aus einem Selektionsvorgang geometrischer Variantenbildung.

Ein besseres analytisches Verständnis über die Wechselbeziehungen von Material und Geometrie war ab dem 19. Jahrhundert für eine Neubetrachtung und teilweisen Ablösung tradierter Geometriesysteme verantwortlich, indem das Material selbst und seine darin eingeschriebenen strukturellen Vorgänge zunehmend in den Vordergrund einer ingenieursmäßigen Entwurfsauffassung und davon abgeleiteten neuen Raumformen rückten. Durch die experimentellen Arbeiten Heinrich Hübschs, Antoni Gaudís, Frei Ottos, Sergio Musmeci und Anderen entstanden nun aus den strukturmechanischen Eigenschaften des Materials abgeleitete Formfindungsmethoden, die unabhängig von tradierter Tektonik und zeichnerischer Darstellung operierten. Das physische Modell lenkte den Entwurfsprozess, die Darstellungsform und den impliziten morphologischen Lösungsraum, der sich aus einem emergenten Materialverhalten prozessoral herausbildete. Ein sich aus dieser Praxis entwickelnder Wandel der Bedeutung zeichnerischer Darstellung hatte auch pragmatische Gründe angesichts der geometrischen Komplexität sich bildender Materialgefüge, die mit den Hilfsmitteln der Darstellenden Geometrie nicht mehr praktikabel zu bestimmen waren.

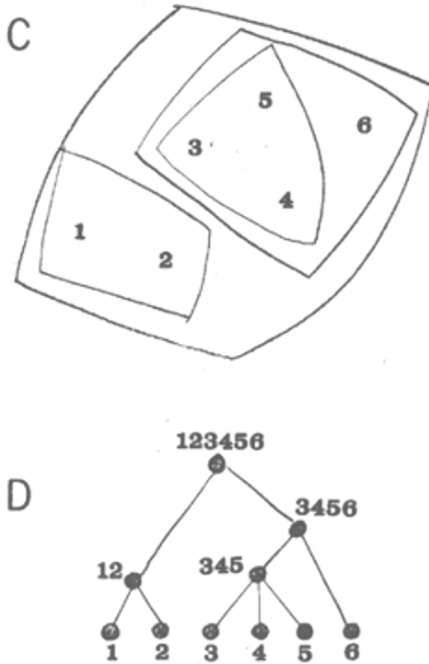
Gerade am Beispiel von Gaudís Hängemodell der Colònia Güell Kirche finden wir ein eigenes, zeichnungsunabhängiges vernetztes physisches Entwurfsmedium, das eine Position zwischen einem realen Gebäude und dessen Repräsentation einnimmt. Aber auch Heinrich Hübschs – fast hundert Jahre zuvor – entwickelte Zeichnungsinstrumente, die er für seine Formfindung zweidimensionaler druckbeanspruchter Bogenformen verwendete, basierten vornehmlich auf einem idealisierten Materialverhalten, das sich an der Hängefigur von Kettenlinien orientierte, in seinem resultierenden formalen Kanon allerdings noch stärker vom Historismus des 19. Jahrhunderts vorkonditioniert war.⁴ Beide Formen eines über das Materialverhalten vermittelten Entwurfsprozesses entsprangen keiner epochalen Modeströmung, sondern einer forschenden Praxis, deren Ursprünge vielfältig waren und sich aus einer individuellen Entwurfsauffassung ableiteten. Es kann spekuliert werden, dass Gaudís über Formfindungsmodelle entwickelte Gewölbestrukturen von katalanischen Mauerwerkstraditionen inspiriert waren, die für ihn als patriotischen Architekten große Bedeutung hatten und in der Folge mit seinem radikalen Ansatz zu struktureller Formfindung, handwerklicher Innovation und künstlerischen Talenten verbunden wurden. Jeder der obengenannten Architekten verfügte also über einen höchst individuellen Satz an experimentellen Planungs- und Konstruktionswerkzeugen, die einem eigenen, über Jahre entwickelten Forschungsinteresse entstammten, jedoch auch von den personellen und infrastrukturellen Konditionen der Profession und Epoche abhängig waren.

Zeitgenössische computergestützte Entwurfsprozesse erweitern das Repertoire planerischer Werkzeuge, Instrumente und Medien. Räumliche Form entsteht nun aus einem Prozess ineinander verschränkter technologischer, performativer und qualitativer Rahmenparametern, die in Verbindung zu prozessoralen digitalen und analogen Werkzeugen gesetzt und kalkulatorisch abgewogen werden. Das Narrativ der Formgebung leitet sich aus der elaborierten organisatorischen Komposition technischer Prozessabläufe ab, die in Abstimmung zu den prinzipiellen Parametern eines computergestützten Gestaltungsraumes und einer vielfältigen Herstellungstechnologie gesetzt werden. Die gestalterischen Lösungsräume werden in diesem Prozess also technologisch, prozessoral und repräsentativ so vorkonditioniert, wie es in den Bedingungen algorithmischer Beschreibbarkeit angelegt

ist. Dieser determinierte gestalterische Handlungsraum ist jedoch auch nicht frei von potentiell manipulativen Einflussfaktoren, die die Zusammensetzung der zur Lösung angewandten Parameter bestimmen.⁵ Eine ganzheitlichere mediale Betrachtungsweise, die eine übergreifende *Kombinatorik aller* Entwurfs- und Herstellungsmedien – digital wie analog – potentiell und gleichermaßen in Anwendung imaginiert, ist allerdings innerhalb zeitgenössischer computergestützter Architekturforschung nur selten zu finden. Ein projektspezifisches Tableau hybrider Mediennutzung und zeitlich beziehungsweise inhaltlich weiter aufgespannter Themenfelder zu entwickeln erscheint sinnvoll, zu repetitiv sind doch die Resultate eines ausschließlich am Digitalen ausgerichteten Entwurfszugangs.

Ein kurzer Blick auf historische Beispiele computergestützten Entwerfens zeigt allerdings auch, dass diese Abhängigkeit von Technologie in ihrer logischen Konditionierung und Raumproduktion schon früh nachweisbar und intrinsisch mit dem Medium verbunden ist und die Rahmenbedingungen des Entwurfs immer beeinflusst hat. So konzentrierten sich die Forschungen zum computergestützten Entwerfen in den ersten Dekaden der Nachkriegszeit weitestgehend auf numerische Berechnungen einer (vermeintlich) rationalen Raumkombinatorik, die einen nicht heuristischen Planungsvorgang anleiten sollten. Begründen lässt sich dieser thematische Fokus einerseits aus der bescheidenen Funktionalität früher Rechenanlagen und andererseits aus einem politischen Interesse an einer wissenschaftlicheren Bewertung von Planungsverfahren in der Nachkriegszeit.⁶ Die logische Konditionierung räumlicher Relationen, durch die ein idealisiert-positivistischer, algorithmischer Entwurfsprozess ausgelöst wurde, lieferte am Ende des Rechenvorgangs abstrakte Graphen und zweidimensionale Matrizen. Die algorithmische Beschreibung typologisch kombinierbarer Raumqualitäten und Sequenzen basierte jedoch auf Festlegungen, die sich an traditionellen und vernakulären architektonischen Beispielen orientierten. Die Varianten räumlicher *Relationen* wurden computerbasiert bestimmt, die architektonische Übersetzung blieb formal unbestimmt und musste – wie gewohnt – in analoger Manier extrapoliert werden, zum Beispiel in Christopher Alexanders⁷ *Pattern Language* (Abb. 1) oder George Stinys *Shape Grammar*.

Computergestützte Entwürfe der 1990er Jahre konzentrierten sich dahingegen auf die konkrete morphologische und zeitbasierte



1 Christopher Alexander, Diagramm aus „A City is not a Tree“

Entwicklung einer neuen Raumgestaltung, die auf der prozessoralen Anwendung kinematischer Animationssoftware beruhte. Die dabei entstehenden spektakulären Visualisierungen und Animationen dreidimensionaler fluider Oberflächenaggregate profitierten von den Innovationen der Computergrafik, welche ab den 1970er Jahren große Fortschritte in der farbigen Bildgebung von dreidimensionalen Geometriedaten erreicht hatte. Diese architektonische Avantgarde, die auch den Ursprung der aktuellen Diskurse bildet, hatte sich bewusst für einen Bruch mit den bekannten tektonischen, typologischen und konstruktiven Architekturkonzepten der vordigitalen Zeit entschieden. Diese Generation war also gerade *nicht* daran interessiert eine konzeptionelle Kontinuität zwischen „historischen“ analogen Entwurfsverfahren und digitalen Arbeitsabläufen herzustellen, sondern setzte auf einen grundsätzlichen Neuanfang

in der Beziehung zwischen Medium und Raum in direkter Korrespondenz zur Technologie.

Der Unterschied dieser beiden, zeitlich um 30 Jahre versetzten, computergestützten Entwurfskonzepte liegt auch in einer qualitativen Verschiebung der Interaktion zwischen Medium und Nutzer – vom *numero-logischen* zu *pikto-morphologischen*⁸ – praktischen und repräsentativen Entwurfsanwendungen, die jeweils direkt in das Denken und Handeln der Entwerfenden zurückwirkte. Diese enge, technikzentrierte Beziehung zwischen Medium, entwerfender Person und Entwurf setzt sich bis heute fort. Die Leistungsfähigkeit computergestützter architektonischer Entwurfsmedien basiert heute auf einer technisch immer avancierter und benutzerfreundlicher werdenden Hard- und Software, letzteres zusätzlich von den Aktivitäten global vernetzter Nutzergruppen profitierend, die in Form eines Bottom-Up-Prozesses an der Diversität möglicher funktionaler Programmbausteine arbeiten.

Die im Folgenden aufgeführten Fallstudien sollen beispielhaft für einen erweiterten Diskursraum stehen, der Technologie, Autorenschaft und heterogene Wissensgebiete auf neuartige Weise verbinden möchte. Warum ist dies von Belang? Es ist zu vermuten, dass architektonische Innovationen eben nicht nur in etablierten Forschungssegmenten computergestützter Gestaltung, sondern auch in deren fachlichen Randbereichen zu finden sind, die sich nicht sofort für eine prozessorale Verarbeitung anbieten und die sich anschicken, heterogene Wissensfelder, Praktiken und Erkenntnisse zu verbinden. Auch die bewusstere Wahrnehmung und Operationalisierung von existierendem vor-digitalem architektonischem Wissen kann sich positiv auf das gestalterische Repertoire auswirken und neue typologische, formale und strukturelle Innovationen – jenseits der Vorhersehbarkeit – erschließen. Der avantgardistische Kern der so entstehenden Architektur wird dadurch nicht berührt. Dieser konzeptionell eklektische Zugang ist hilfreich, um einen Gestaltungszugang zu stärken, der sich nicht ausschließlich nach positivistischen Kategorien⁹ ausrichtet, sondern eine individualisiertere projekt- und kontextspezifische Kombinatorik formrelevanter digitaler und analoger Prozessakteure versammelt.

Die Notwendigkeit, diese Wege intensiver zu beschreiten, leitet sich auch aus der systemischen Rolle von Architektur ab, ist sie doch lebendiger Knotenpunkt in einem von technologischen, soziokulturellen, räumlichen und wirtschaftlichen Parametern

prozessoral aktualisierten und sich materialisierenden Umweltsystem. Es ist ein für die Zukunft herausforderndes Ziel, Prozesse computergestützter Gestaltung an diese Komplexität menschlichen Zusammenlebens anzupassen und sie technologisch auszuentwickeln. Reifere computergestützte Gestaltungsprozesse können nun auch Themenfelder verbinden, die über einen guten Forschungsstand innerhalb und außerhalb der Architektur verfügen. Sie finden sich beispielsweise in der Entwicklung von Gestaltungskonzepten im urbanen Kontext, in deren Materialien und Traditionen, aber auch in der Modellentwicklung für prozessorale politische, ethnische, soziale, ökologische und ökonomische Konditionen des Raums. Diese Schwerpunktverlagerung von der *Technologie* zum *Konzept* würde hiermit einer historischen Kritik Christopher Alexanders an rein von Technologie geleiteter Gestaltung entgegenreten, indem nun solche Anwendungen gefunden werden könnten, die die Konditionen kultivierten menschlichen Zusammenlebens positiv entwickeln könnten und konkreten Problemstellungen entstammen: „Jemand, der fragt: Wie können wir den Computer auf die Architektur anwenden? ist gefährlich, naiv und dumm, denn nur eine dumme Person möchte ein Werkzeug verwenden, bevor er einen Grund für dessen Verwendung hat. Er ist naiv, denn wie uns die tausend Beamten gezeigt haben, kann ein Computer nur sehr wenig, wenn wir nicht zuerst unser konzeptuelles Verständnis von Form und Funktion erweitern. Zudem ist er gefährlich, weil uns seine Voreingenommenheit womöglich daran hindert, dieses konzeptuelle Verständnis zu lesen, sowie Probleme so zu sehen, wie sie wirklich sind.“¹⁰

Der nachfolgende Textabschnitt wird Projekte präsentieren, die für das bessere Verständnis einer solch erweiterten Praxis computergestützter Gestaltung hilfreich sein können. Sie sind in der Wahl ihrer formgebenden Informationen heterogen und in deren Wechselwirkung komplex.

Verbindung heterogener Wissensgebiete durch computergestützte Entwurfsmedien Die folgenden drei architektonischen Projekte demonstrieren beispielhaft die Anwendung computergestützter Gestaltungsprozesse für die Vermittlung unterschiedlicher Themen aus den Bereichen Konstruktion, Materialität und Nutzung. Die Projekte unterscheiden sich erheblich in den jeweiligen Maßstäben, der Darstellungsmethode und ihrer physischen

Präsenz, sie teilen aber alle drei die Eigenschaft, dass sie nicht ohne technologische Infrastruktur und avanciertes Wissen in Informatik und Ingenieurwesen realisierbar wären. Sie sind also computerbasierte Projekte.

Das erste Projekt *Project ColomBrick* (von der Block Research Group ETH, Zürich) untersucht einen hybriden Mediengebrauch, der zwischen computerbasiertem Entwurf und traditionelleren handwerklichen Praktiken liegt. So finden digitale Verfahren zur strukturellen Formfindung von unbewehrten Gewölben aus dünnen Fliesen Anwendung, die Errichtung erfolgt über ungeschulte lokale Hilfskräfte.

Das zweite Projekt *Concrete[1]land* (von François Roche / New Territories / LabM4 + Michigan Ann Arbor) entwickelt ein filmisches Narrativ um einen architektonischen Entwurf, eingebettet in einen komplexen sozialen und technologischen Kontext eines thailändischen Ghettos. Eine hüttenähnliche Struktur aus additiv gefertigten Schindeln mit adaptiver Morphologie stellt den eigentlichen – fragmentarisch bleibenden – Entwurf dar, um den der Film kreist. Der Beitrag kombiniert technologische Beiträge mit ästhetischen Qualitäten und Darstellungsmethoden aus Wissenschaft und Kunst.

Das letzte Projekt *Multisensory Architecture* (von Sean Ahlquist, Taubman College of Architecture and Urban Planning; Leah Ketcheson, University of Michigan, School of Kinesiology; Costanza Colombi, University of Michigan, Department of Psychiatry) untersucht neue erweiterte räumliche und taktile Schnittstellen für die Förderung des Lernens und sozialen Engagements von Kindern mit Autismus-Spektrum-Störung (ASS).¹¹ Das Projekt leitet seine geometrische Formgebung und Materialität von medizinisch-therapeutischen Funktionen ab.

Die verschiedenen Beschreibungen und Interpretationen, die auf den folgenden Seiten dargelegt werden, konzentrieren sich auf die Beziehungen zwischen den gebauten Objekten, ihrer Darstellung und ihren breiten konzeptuellen Wurzeln, von denen sie abgeleitet wurden – seien sie digitaler oder analoger Herkunft.

Projekt ColomBrick Das Projekt beschreibt Formfindung und Herstellung einer flachen, halb eingegrabenen Mauerwerksschale am Saum des Parks Juanes de la Paz in Medellin, Kolumbien (Abb. 2). Das Projekt entstand im Jahr 2014 anlässlich des siebten World



- 2 Links: Mauerwerksstruktur als Freiformschale, Verhandlung des städtischen Grüns und der Stadtlandschaft; rechts: Minimale Skelettschalung, die die Oberflächen zeigt, Block Research Group ETH Zürich 2014

Urban Forums und wurde von einer internationalen Kooperation¹² von Architektinnen, Ingenieuren und Handwerkern entwickelt und gebaut.

Für die spezifische Situation des Grundstücks am Rande eines innerstädtischen Parks wurde eine dünne, mehrlagige Ziegelstruktur entworfen, die zwischen Stadtlandschaft und urbanem Grün vermittelt. Die Freiformschale differenziert sich in innerer und äußerer Anmutung, Materialität und Geometrie. Der „innere“ urbane Teil der Schale, welcher sich zu einer befestigten Freifläche hin öffnet, weist eine sichtbare Ziegelstruktur mit farblich abgesetzter Mörtelfuge auf, während der zum Park orientierte „äußere“ Bereich von einer dicken Grünschicht bedeckt wird, die sich kontinuierlich vom Park aus auf das Vordach über die gesamte Oberfläche erstreckt. Der Aufbau der Ziegelschale erfolgt hierbei in der traditionellen katalanischen Gewölbetechnik, bei der dünne Ziegel in einem mehrschichtigen Fischgrätenmuster verlegt werden.

Die Berührungslinie beider Bereiche ist durch einen robusten Ziegelrand akzentuiert, die als Aufkantung zur Aufnahme der Begrünung fungiert. Durch eine Überlappung beider Oberflächen – der des Parks und der des Stadtraumes – entsteht eine räumlich wirksame und ortsspezifische Geste, die den Entwurf bestimmt.

Die konstruktive Entwurfsabsicht ist wie folgt formuliert: „Das neuartige an diesem Projekt ist die Verwendung eines Ziegelgewölbes, um halbvergrabene Räume in einem öffentlichen Park zu integrieren, wodurch eine Kontinuität der Schnittstellen und elegante Übergänge zwischen der grünen und der gepflasterten

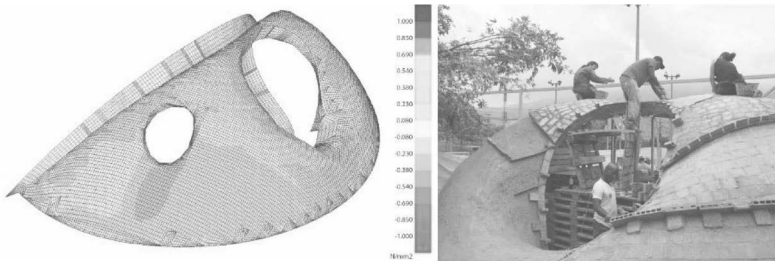
Oberfläche geschaffen werden. Gleichzeitig wird die Sicherheit der Nutzer gewährleistet sowie neue Details entwickelt, die dafür benötigt werden“.¹³

Die Morphologie der Schale wurde mit Hilfe von Rhino-VAULT entwickelt, einem benutzerfreundlichen und intuitiven Programmbaustein für den materialgerechten Entwurf regel- und unregelmäßig gewölbter Formverläufe druckbeanspruchter Konstruktionen innerhalb der Modellierungsumgebung von Rhinoceros3D.¹⁴

Die digitale Modellierung geschieht im frühen, kostengünstigen und flexiblen Bereich des Planungsprozesses und benötigt keine kostspielige Computerhardware. Die Bedienung erfordert architektonisches und strukturelles Grundwissen über Schalentypologien, jedoch keine spezifischen Programmierkenntnisse. Im Gegensatz zu üblichen Herstellungsmethoden digitaler Konstruktionen findet nach der Formfindung jedoch keine Verlegung der Ziegel mithilfe einer CAD/CAM-gesteuerten, teureren Fertigungstechnologie statt, sondern der Entwurf wird ausgeführt als manuell verlegter Ziegelverband im katalanischen Stil. Diese Technik fand im Mittelmeerraum und angrenzenden Regionen Anwendung und wurde ob ihrer Fähigkeit zur schnellen und wirtschaftlichen Errichtung von Gewölben, Treppen und anderen druckbeanspruchten Bauteilen geschätzt.¹⁵

Die Besonderheit des Konstruktionsverfahrens liegt unter anderem in seiner (Abb. 3) lediglich skelettartigen Schalung, die als räumliche Struktur für die Flächenverteilung aufgebaut wird. Die Absenz von materialintensiven Schalungskonstruktionen, wie sie gewöhnlich für Schalenbauwerke benötigt werden, verstärkt zusätzlich die wirtschaftlichen und prozessoralen Vorteile des Bauablaufes. Die Verlegung wird wie folgt beschrieben:

„Für Fliesengewölbe wird ein leichtes Sandwich aus typischerweise drei Schichten dünner (15 bis 25 mm) Strukturfliesen verwendet, um den druckbelasteten Raum effizient zu überbrücken. Der schnellbindende (5–20 Sekunden, abhängig von den Umgebungsbedingungen) Gipsmörtel (Pariser Putz), mit dem die erste Fliesenschicht verlegt wird, reduziert den Bedarf an Schalungen, da das Mauerwerk temporär nicht abgestützt werden muss (in der Regel nur wenige freitragende Reihen, abhängig vom gewählten Kachelmuster). Diese erste



3 Links: Spannungsanalyse des Ziegelmodells; rechts: Bau des Gewölbes beim Übergang von der zweiten zur dritten Ziegel-schicht zeigt, Block Research Group ETH Zürich 2014

Fliesenlage wird dann zu einer dauerhaften Schalung für den schnellen Aufbau der anderen Fliesenlagen, für die ein normaler Zementmörtel verwendet wird.“¹⁶

Die Wahl dieser – eigentlich ortsfremden – Herstellungsmethode erscheint in diesem Zusammenhang trotzdem angemessen, da Kolumbien bereits über eine Tradition ornamentaler Ziegelarchitektur verfügt,¹⁷ das Material also bekannt ist und handwerkliche Kenntnisse für die Verlegung vorhanden waren. Die Entscheidung für den Herstellungsprozess hat Auswirkungen auf die Fertigungsgenauigkeit und Dimension des Gebäudes, aber auch für die notwendige Kompetenzstufe des ortsansässigen Konstruktionssteams, das eine individuelle Schulung für die Verlegung katalanischer Ziegelsteinverbände erhalten sollte. Frühere Projekte der Block Research Group in Äthiopien wurden in ähnlicher Weise ausgeführt und lieferten pädagogische Erfahrungswerte für die effiziente Schulung der Maurer-Neulinge in der Bauphase.

Diese „Hybridisierung“ der Prozesskette vom digitalen Modell zum handwerklichen Konstrukt ist von großer Bedeutung, erlaubt sie doch eine Anwendung avancierten architektonischen Fachwissens in Gesellschaften mit prekären wirtschaftlichen und technologischen Ausgangsbedingungen, denen der Zugriff auf CAM-Technologie üblicherweise erschwert ist. Diese kombinierte Entwurfs- und Konstruktionsmethodik erzeugt einen eigenen ästhetischen Ausdruck, der zwischen Tradition und Progressivität formal zu vermitteln vermag.

Projekt Concrete[I]land *Concrete[I]land* ist ein filmisches Architekturprojekt, das im Jahre 2015 von der französischen Architektengruppe New Territories zusammen mit Studierenden im illegalen Slumgebiet Makkasan in Bangkok realisiert wurde. Projekttitle und einzelne narrative Versatzstücke sind inspiriert von James Graham Ballards Roman *Betoninsel* aus dem Jahre 1974.

Zwei Kurzfilme geben fragmentarische Hinweise zum Konstruktionsprozess und dem sozialen Kontext einer funktional nicht näher bestimmten überdachten räumlichen Struktur. In der dystopischen Szenerie des ersten Films *Concrete[I]Land- fiction-short movie* (Länge 8:32 Minuten) (new-territories / R&Sie(n) 2015) führt ein ortskundiger, westlicher Führer den Betrachter in das Innere einer dichten, verwirrenden und beengenden Slum-Siedlung, die von psychisch kranken Menschen bevölkert wird; Andeutungen von Drogenkonsum und sexueller Aktivität tragen zur verstörenden Atmosphäre bei. Der eigentliche architektonische Beitrag erscheint fast beiläufig zum Ende des Films, gezeigt wird dort ein organisch geformter Unterstand mit einer metallisch-grauen Fassade aus additiv hergestellten Schindeln. Der Film legt nahe, dass das Baumaterial der Schindeln aus dem Granulat lokaler Abfälle gewonnen wird.

Im zweiten Film *Sound – voice for RSI (real sensor interface) perturbations of trajectories/stochastic* (Länge 0:51 Minuten) wird das Herstellungsverfahren dieser Bauelemente genauer erklärt. Die futuristisch anmutende Szenerie, gefilmt mit einer fixen Kameraperspektive, zeigt einen am Tisch sitzenden, jungen Asiaten neben einem Roboterarm. Während dieser über eine Düse den Betonschlamm für die Schindelproduktion auf eine Wellblechform aufträgt, gibt der junge Mann einen monotonen Klang von sich. Der Film suggeriert, dass der Bewegungsablauf des Roboterarms durch die menschliche Stimme beeinflusst wird und diese akustische Information über eine veränderte Bewegungstrajektorie der Düse in die Form der Schindeln übertragen wird. Die einzelne Schindel fungiert nun als Archiv akustischer Informationen, die in der Morphologie gespeichert werden (Abb. 4): „Die Komponenten des Unterstandes werden mithilfe eines Robotersystems mit realem Sensor-Interface hergestellt... Dabei beeinflusst Nick [...] die Bewegungsabläufe der Düse. [...] Der Unterstand als versteinerte Stimme [...]“.¹⁸



- 4 Links: Unterstand aus additiv gefertigten Schindeln, hergestellt aus recyceltem Material; mitte: Robotischer Verteilungsprozess; rechts: Akustische Anpassung der Roboterbewegung, New-Territories, M4, with Innsbruck University, François Roche with Camille Lacadee and Stephan Henrich

Diese fragmentierte und surreale filmische Narration zeigt ein rätselhaftes, vage zukünftiges Universum, in deren Zentrum eine beunruhigende Ökologie menschlichen Verhaltens im ritualisierten Austausch mit computergestützter Technologie steht. Die menschlichen Laute, die den Bewegungspfad der Maschine bestimmen, folgen keiner erkennbaren Melodie, sie zeigen auch keinerlei semantische Strukturen, sondern erinnern vage an schamanistische Gesänge.

Die kultische Interaktion von Mensch und Maschine führt in diesem Projekt zu einer technologisch ermöglichten, spirituellen Aufladung des Bauwerks jenseits der reinen Materialität, sie verhandelt unumkehrbare materielle Objekthaftigkeit und menschliches Handeln.

Projekt *Multisensory Architecture* *Multisensory Architecture* untersucht die Rolle der Architektur als therapeutisches Instrument für Kinder mit Autismus-Spektrum-Störung (ASS). Diese Störung beeinflusst die Kontrollfähigkeit der Patienten über eingehende Impulse multimodaler Sinnesdaten (die normalerweise durch neurologische Filterung erzielt werden) und deren anschließende Umsetzung in aufeinander abgestimmte verhaltensmäßige und motorische Handlungen (Abb. 5).



- 5 Räumliche Geometrie der sensorischen Spiellandschaft mit erweiterten visuellen und akustischen Rückkopplungsfunktionen, Sean Ahlquist 2017

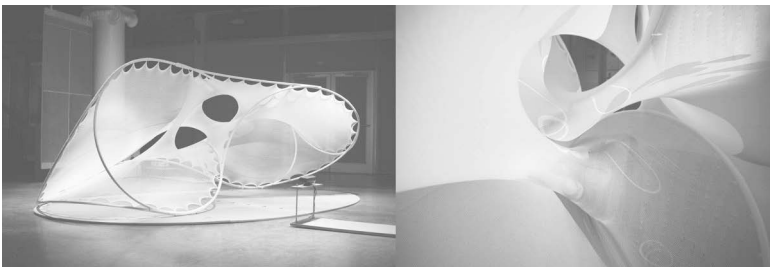
Der Entwurfsansatz der transdisziplinären Forschungsgruppe aus Architekten, Psychiatern und Kinesiologen orientiert sich an einem nicht-reduktionistischen, dynamischen und systemischen Verständnis menschlichen Handelns. ASS wird unter dieser Prämisse als Verbund singulärer sensorischer Behinderungen verstanden, die sich als Beeinträchtigung der motorischen oder kommunikativen (verbalen und nonverbalen) Fähigkeiten der Patienten manifestieren. Therapeutische Maßnahmen zur Behandlung von ASS wurden aus diesem Grunde als multi-sensorische Patienteninteraktion konzipiert. Die Forschungsgruppe entwickelt einen Entwurf für eine kindgerechte „multivalente Architektur von taktilen Interfaces, physischen Landschaften und Instrumenten der sozialen Interaktion“¹⁹ aus einer elastischen textilen Oberfläche, die durch gebogene GFK-Randstäbe ausgesteift wird. Eine interaktive Projektion mit einstellbaren akustischen und visuellen Informationen erlaubt kalibrierbare therapeutische Maßnahmen zur Steigerung der räumlichen und sensorischen Empfindlichkeit der Patienten: „Die Oberfläche des Textils wird durch eine Reihe von Triggern bestimmt, die von einer Microsoft Kinect erfasst werden, um festzustellen, wann das Textil an einer solchen Stelle bis zu einer bestimmten Tiefe gedrückt wurde. [...] Sobald ein Trigger gefunden wurde, werden die folgenden Schritte eingeleitet: (1) Ein Kreis pulsiert, um die Erinnerung daran zu stärken, wo sich der

Aktivierungspunkt befindet. (2) gefolgt von der Projektion einer Animation über die Oberfläche des Textils und (3) Abspielen eines mit dem Inhalt der Animation synchronisierten Soundclips.“²⁰

Die Knotenform der Flächen bildet den Potenzialraum motorischer Bewegungsmuster eines im Zentrum interagierenden Menschen, andere spielerische Interaktionen sind (Abb. 6) ebenfalls vorstellbar. Die Aktionspotenziale der therapeutischen Oberfläche werden einzeln aktiviert und zusammengestellt, jede Patienteninteraktion löst in der Folge eine individuelle Kombination visueller, akustischer und räumlicher Impulse aus.

Die hybride Struktur erlaubt darüber hinaus die Überwachung und Analyse der Bewegungsmuster des Kindes mithilfe der verschiedenen Interaktions-Schnittstellen. Die Koordination dieser Funktionen innerhalb eines einzelnen Objekts erfordert eine inter- und transdisziplinäre Arbeitsmethodik zwischen Psychologie, Kinesiologie, Textildesign, Interaktionsdesign und Architektur. Das Wissen computergestützter Gestaltung findet so eine therapeutische Anwendung komplexer, dynamischer Prozesse, die räumlich und interdisziplinär realisiert werden können und sich in der materiellen Form der Struktur manifestieren.

Schlussbemerkung Die drei hier vorgestellten Architekturprojekte stellen unterschiedliche Beziehungen zwischen computerbasierten Prozessen und anderen Themenfeldern her. Diverse Medien operieren dabei als individualisierte und transformative Schnitt-



- 6 Links: Therapeutische interaktive Oberfläche aus CNC-gestrickten, nahtlosen, elastischem Textil und aktiv gebogenen GFK-Stäben, rechts: Spielendes Kind in Interaktion mit textiler Oberfläche und Projektionen, Sean Ahlquist 2017

stellen zwischen menschlichen und technologischen Akteuren, sie verfolgen einen experimentellen und kritischen Mediengebrauch, der einem technisch entwickelten eigenständigen Gestaltungsbe- griff verpflichtet ist. Die Eigenständigkeit dieses Ausdrucks – in und aus der Zeit – entsteht aus einer Amalgamierung von Kulturtech- niken, Wissenschaften und künstlerischen Positionen. Die Implika- tionen dieses Vorgehens sind auch für die Ausbildung von zukünf- tigen Architekten, Architektinnen und Gestaltern von Bedeutung, erfordern sie doch eine mediale Eloquenz und fachliche Expertise in vielen Wissensfeldern und ein konzeptionelles Verständnis für deren Übertragung in bestehende und noch kommende computer- gestützte Entwurfs- und Fabrikationsprozesse. Die in den Projekten erkennbare transdisziplinäre Methodik integriert hierbei selbst- verständlich die Rückkopplungen der angewandten technischen Entwurfsmedien in ihrer Agency als konzeptionelle Elemente eines sich erweiternden Begriffsverständnisses architektonischer Form- gebung und Raumbildung.

Anmerkungen

- 1 Eine Beschreibung dieser technologischen Neuordnungen am Beispiel der additiven Fertigung finden sich hier: Norbert Palz, *Emerging Architectural Potentials of Tunable Materiality through Additive Fabrication Technologies*. PhD Thesis, Centre for Informa- tion Technology and Architecture, Copenhagen 2012, S. 59.
- 2 Der britische Architekturtheoretiker Robin Evans hat die Wechsel- wirkung zwischen Planungswerkzeug, Geometrie und gestalteri- schem Vokabular ausführlich untersucht. Sie dazu Robin Evans, *The Projective Cast Architecture and Its Three Geometries*, Cambridge Mass. 1995.
- 3 Palz (Anm. 1), S. 118–122.
- 4 Hübsch ist sehr explizit in seinem Aushandlungsprozess zwischen typologischer Identität und struktureller Effizienz. Er schreibt in Heinrich Hübsch: *Bau Werke*, Karlsruhe 1838, S. 44: „Auch handelt es sich beim architektonischen Entwerfen immer um ein Ab- und Zu-Geben, um eine Verschmelzung der verschiedenen Formen, welche einerseits die Bestimmung des Gebäudes erheischt, ander- seits die Statik verlangt. Deswegen kann die letztere Seite nie rein für sich berücksichtigt werden, sondern muss sich häufig nach der ersten modifizieren; so dass viele Proben nötig sind bis man die in doppelter Beziehung vorteilhafteste Formen gefunden hat“. Die Aushandlung der beiden Kategorien – Struktur und Identität – war

- in seinem Fall allerdings nicht ausgewogen. Die Faszination für den propagierten Stil des Historismus überschattete das vor ihm liegende innovative Potenzial eines materialbewussten Entwerfens – abseits stilistischer Vorcodierungen. Hübsch verfügte also über das avancierte Instrumentarium zur räumlichen engen Korrelation von Form und Struktur, sah aber bewusst davon ab, diese als konzeptionelle Entwurfsidee konsequent weiterzuverfolgen. Siehe seine unglückliche Schlussfolgerung in Hübsch, ebd., S. 53.
- 5 Über die hegemonialen Implikationen von Technologie und Wissenschaft siehe auch Jürgen Habermas, *Technik und Wissenschaft als „Ideologie“*. Berlin 1968, S. 52–54. Dieser potenziell disziplinierende Effekt, der über die inhaltsrelevanten technologischen Bedingungen zur Entfaltung kommen konnte, wurde schon früh diagnostiziert. Jean-François Lyotards Kommentar im Jahre 1979 folgt auch dieser Richtung. Er schreibt in *The Postmodern Condition. A Report on Knowledge*, Manchester 1979 [1984], S. 4: „Mit der Hegemonie der Computer geht eine bestimmte Logik und damit eine Reihe von Vorschriften einher, die bestimmen, welche Aussagen als ‚Wissensaussagen‘ akzeptiert werden“.
 - 6 Im deutschen Raum lassen sich erste Versuche einer Computerkunst in der zweiten Hälfte der 1950er Jahre nachweisen. Diese Grafiken, verfolgten eine wissenschaftlichere Herangehensweise an die Künste und waren von der Theorie einer „Generative[n] Ästhetik“, die von Max Bense vertreten wurde, beeinflusst. Diese Herangehensweise hatte ihre Ursprünge in einer Neukonzeption künstlerischen Arbeitens als postfaschistische Praxis.
 - 7 Es soll allerdings hervorheben werden, dass Christopher Alexanders Antrieb für die Entwicklung der Mustersprache seinem Bedürfnis nach humanistischen am Individuum ausgerichteten Wohnbedingungen entstammte, rationale Optimierung und ökonomische Gewinnsteigerung waren nicht Teil der Agenda. Siehe dazu Christopher Alexander, „A City is Not a Tree“, *Architectural Forum*, Vol 122. 1965, 1: S. 58–62.
 - 8 Siehe auch Ingeborg Rocker, „Architecture of the Digital Realm. Experimentations by Peter Eisenman, Frank O. Gehry“, *10. Bauhaus-Kolloquium Weimar*, 2007, S. 249f.
 - 9 Die Anwendung digitaler Entwurfsmedien als Instrumente einer neoliberalen Baupraxis wurde von Patrik Schumacher auf markante Weise gefördert. Für eine kritische Auseinandersetzung siehe die Publikation von Matthew Poole and Manuel Shvartzberg. *The Politics of Parametricism. Digital Technologies in Architecture*, London 2015.

- 10 Christopher Alexander, „A Much Asked Question about Computers and Design“, *Speech at „Architecture and the Computer“ Boston Architectural Centre, Boston, Dezember 1964.*
- 11 Siehe Taubmann College „Social Sensory Surfaces“ 2016: www.taubmancollege.umich.edu/research/research-through-making/2015/social-sensory-surfaces [06.10.2019]
- 12 Weiteres Material zum Thema findet sich hier: www.block.arch.ethz.ch/brg/files/lopezlopez-2014-iass-thin-tile-vault-seventh-world-urban-forum-medellin-2014_1410359059.pdf [30.10.2019]
- 13 Siehe Block Research Group (Anm. 12).
- 14 Die ursprünglichen Anwendungsgebiete dieser Formfindungsmethode waren in der konservatorischen Analyse historischer Gebäudestrukturen beheimatet und wurden in der Folge zu einem benutzerfreundlichen und interaktiven Formfindungswerkzeug für den Architekturentwurf ausgebaut.
- 15 Die ersten Patente für diese Bauweise wurden ab 1885 von Rafael Gustavino angemeldet; eine Beschreibung des wesentlichen Prozesses finden sich hier: Raffael Gustavino, *Building Tile*, USA Patent 548, 160. 15 Oktober 1895.
- 16 Lara Davis, Mathias Rippmann, Tom Pawlofsk und Phillippe Block, „Innovative funicular tile vaulting. A prototype vault in Switzerland“, *The Structural Engineer*, 2012, S. 46.
- 17 Dieser Prozess ist in großer Sensibilität für eine möglicherweise kolonialisierend wirkende Auslegung durchzuführen und in Respekt vor lokalen Traditionen zu gestalten.
- 18 Camille Lacadee, François Roche, Vongsawat Wongkijjalerd und Daniela Mitterberger, *concrete[i]land*. Edited by new-territories / R&Sie(n), 2015: www.new-territories.com/blog/?p=2161 [30.10.2019].
- 19 Sean Ahlquist, „Sensory material architectures. Concepts and methodologies for spatial tectonics and tactile responsivity in knitted textile hybrid structures“, *International Journal of Architectural Computing*, 2016, , S. 1.
- 20 Sean Ahlquist (Anm. 19), S. 14.