

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 142 (2016)
Heft: 23: "Incidental Space" im Schweizer Pavillon

Artikel: Maschinelle Übersetzungen
Autor: Dillenburger, Benjamin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-632757>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

im Park der Giardini besitzt sie aufgrund des Kontexts ohnehin eine gewisse Plausibilität.

In der Radikalität, mit der es sich der konventionellen Architekturproduktion verweigert, hat Ihr Objekt meinem Empfinden nach auch einen extrem provokativen Charakter. Ist das intendiert?

Das Objekt kann eigentlich nur von Interesse sein, wenn es auch Anlass gibt, darüber nachzudenken, wie in unserem Land Architektur geschaffen wird. Vieles, was vor 20 Jahren noch zum Gestaltungsspielraum des Architekten gehörte, ist heute vorbestimmt durch Energieverbrauchsanforderungen, Gestaltungsplanvorgaben und andere Vorschriften. Die Biennale sollte kein Ort sein, den Status quo unreflektiert zu feiern; sie bietet die Möglichkeit, aus der Distanz zurückzublicken auf den Ort, an dem man arbeitet. Das Objekt versucht zu zeigen, was heute machbar ist und dass es auch möglich ist, Architektur anders zu denken, anders zu bauen und

anders zu erleben, als es uns die alltägliche Umwelt bietet. Wir leben in einer Zeit, in der technologisch mehr als je zuvor möglich ist. Die Front, von der wir in Venedig berichten oder besser gesagt, die wir nach Venedig bringen, ist die Front der Baubarkeit und Erfahrbarkeit der Architektur, losgelöst von einem anderen, möglicherweise gesellschaftlich begründeten Kontext außerhalb der Architekturbiennale.

Eigentlich ist unser Objekt auch ein sehr schweizerischer Beitrag, weil es technisch anspruchsvoll und unglaublich präzise ist. Die Ausführungsqualität ist für einen temporären Ausstellungsbau einzigartig. Sie basiert auf einer Kultur der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Kunst, Ingenierertätigkeit, digitalen Fabrikationsmethoden und Architektur, zwischen Akademie und Büro, wie sie sonst in kaum einem Land vorstellbar ist. •

Das Interview führte Hubertus Adam, Kunsthistoriker und Architekturkritiker, hubertus_adam@gmx.ch

DIGITALE BAUTECHNOLOGIEN

Maschinelle Übersetzungen

Mit konventionellen Mitteln ist die Rauminstallation «Incidental Space» nicht zu fassen. Für die Umsetzung kamen deshalb diverse digitale Technologien zum Einsatz: eine experimentelle Kombination von Scan, Foto, Computertomografie, CNC-Fräse und 3-D-Druck.

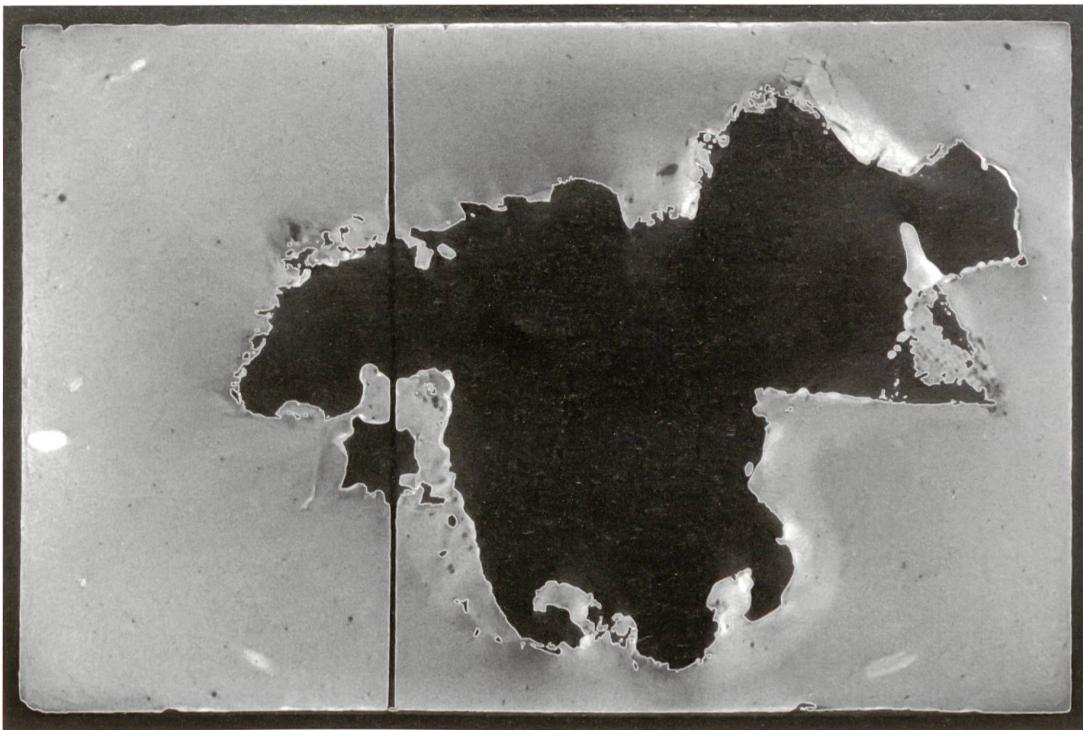
Text: Benjamin Dillenburger

Obwohl «Incidental Space» am physischen Modell entworfen wurde, demonstriert das Projekt in radikaler Weise die Möglichkeiten digitaler Technologien in der Architektur. Nach Robin Evans¹ ist ein Hauptmerkmal des architektonischen Entwerfens der indirekte Zugriff auf das finale Produkt über Modelle und Zeichnungen. Die Herausforderung bei «Incidental Space» lag nun darin, den Prozess der nötigen Übersetzungen so zu gestalten, dass eine formgebende Beeinflussung möglichst vermieden wurde. Ziel war es, sich dem Ideal der verlustfreien Wiedergabe zu nähern, um eine räumliche High Fidelity zu ermöglichen.

Oszillationen der Form

Die Form der Rauminstallation ist irrational in dem Sinn, dass sie unserem geometrischen Vokabular nicht zugänglich ist und sich nicht in herkömmlichen architektonischen Ordnungen beschreiben lässt. Deshalb mussten für die Umsetzung neue Methoden der digitalen Fabrikation von geometrisch hochauflösenden Freiformen entwickelt werden.

Eine wichtige Rolle dabei spielte der 3-D-Druck. Um 3-D-Druck direkt als Baumaterial für Gebäude zu verwenden, stellt die Qualität der Materialien und insbesondere deren strukturelle Kapazität noch eine Herausforderung für die zukünftige Forschung dar.² Das



«Incidental Space», 2015: Computertomografie des Gipsabgusses.

Biennaleprojekt setzt 3-D-Druck zur Fabrikation von komplexen Schalungsformen ein. So profitiert die Konstruktion von den einzigartigen Eigenschaften des 3-D-Drucks – für den Druckprozess ist die Komplexität der Teile irrelevant – und kombiniert den ornamentalen Reichtum an Details mit einer effizienten Tragstruktur, die aus einer äusserst dünnen Haut aus Faserbeton von ca. 1 bis 4 cm besteht.

Zur Realisierung wurde eine Prozesskette entwickelt, die ausgehend vom ersten Modell bis hin zur Errichtung der Installation aus einer Kaskade von digitalen und analogen Übersetzungen zusammengesetzt ist. Dabei oszilliert der Zustand der Urform zwischen Positiv und Negativ: im Originalmodell als Positiv, im Gipsmodell als invertiertes Volumen, im Scan als Punktfolge, in der Mesh-Geometrie als Oberfläche, in der Druckdatei als Volumen, zum CNC-Fräsen als Pfad, in der gedruckten Schalungsform und letztlich im Betonabdruck. Physikalisch näherten wir uns der virtuellen Oberfläche durch das Zusammenspiel verschiedener hauchdünner Schichten auf engstem Raum: der Schalungsform, dem Füllmittel, dem Trennmittel und der selbsttragenden Haut aus Faserbeton.

Auflösung: die Oberfläche der Wolke

Der Gipsabdruck der Assemblage abstrahiert das Modell auf die reine Form und blendet jede Information über die Materialität aus. Nur durch die Kombination von zwei verschiedenen industriellen Scanverfahren konnte dieses Modell digitalisiert, d.h. in eine diskrete Menge an Datenpunkten transformiert werden. Während die Oberflächenstrukturen optisch gescannt wurden,

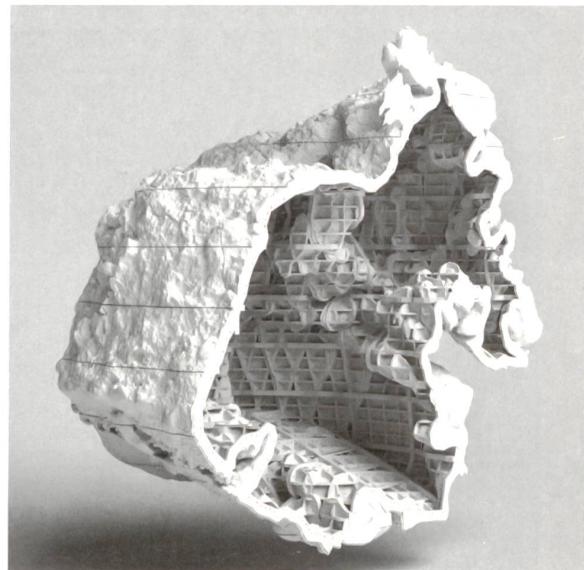
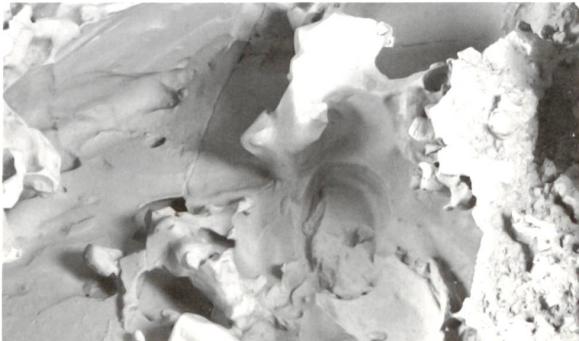
wurde das Gesamtvolumen mithilfe von Computertomografie über Röntgenstrahlen Schicht für Schicht in digitale Daten übersetzt (vgl. Abb. oben).

Die Oberfläche der Punktwolke wurde durch Algorithmen in ein zusammenhängendes engmaschiges Netz aus Dreiecken übertragen. Um der Geometrie des Urmodells gerecht zu werden, war eine extrem hohe Auflösung nötig. Ein Vergleich des Informationsgehalts verdeutlicht dies: Der Text dieses Artikels besteht aus ca. 6000 Zeichen, ein hochdetailliertes Gebäudemodell hat selten mehr als 10000000, doch zum Speichern der räumlichen Information brauchte es 60000000000 Zeichen (vgl. S. 26, zwei Abb. links oben).

Jeder Versuch, die Information des «Incidental Space» verlustfrei zu komprimieren, musste scheitern. In der Gestalt gibt es keine sich wiederholenden Muster oder regelmässige Flächen, die sich durch Formeln approximieren lassen.³ Jede Dreiecksfacette ist einzigartig und relevant für Mikro- und Makrostruktur. Eine solche Geometrie wird zu einer Geografie⁴, deren Landschaft sich in einzelne charakteristische Regionen einteilen lässt, ähnlich der Topografie einer Berglandschaft (vgl. S. 26, Abb. links Mitte).

Synthese: die gedruckte Form

Während sich ein Teil der Schalungselemente mit CNC-Fräsen aus Schaumstoff fabrizieren liess (vgl. S. 26, Abb. links unten), stellten manche Regionen eine unlösbare Aufgabe an subtraktive Herstellungsverfahren. In diesem Projekt wurde deshalb – zum ersten Mal überhaupt – ein Freiform-Schalungssystem aus 3-D-Sanddruck für Architektur verwendet. Bei diesem gross-



Freiformschalungssystem, Rendering.



Einteilung in Regionen für die Fabrikation, Rendering.



Um die Kosten des 3-D-Drucks zu senken, galt es, das pro Druckvorgang zur Verfügung stehende Volumen optimal auszunutzen. Das Rendering zeigt die Einpassung von möglichst vielen Schalungselementen – das sogenannte Nesting eines Druckraums.



Schalungselement, mittels CNC-Fräse gefertigt.



Durch 3-D-Druck hergestelltes **Schalungselement**.



Aufbau von «Incidental Space» im Schweizer Pavillon in Venedig.

Foto: Christian Kerez © Christian Kerez

formatigen 3-D-Druckverfahren, das ursprünglich aus dem Formenbau für Metallguss stammt, werden dünne horizontale Schnitte der Form Schicht für Schicht mit Binder auf feinem Sand gedruckt. Am Ende des Drucks ist die verfestigte Geometrie in einem Volumen aus losem Sand eingebettet, aus dem sie wie bei einer archäologischen Ausgrabung geborgen wird. Pulverbasierter Druck erlaubt es, Bauteile nahezu ohne geometrische Einschränkungen präzise zu fertigen, und die Herstellung von dreidimensionalen konstruktiven Details mit Hinterschneidungen, Hohlräumen und Mikrostrukturen ist in einem einzigen Fabrikationsprozess möglich.

In Zusammenspiel mit der Software fungiert der Druck als Vermittler und Binder zwischen den Gewerken und der Geometrie des Materials Beton. 3-D-Druck erscheint im Schweizer Pavillon als Gegenpol zum 3-D-Scan: die Materialisierung der digitalen Information ohne Reibungsverluste in höchster Auflösung, manifestiert als formgebende Schalung für die strukturelle Haut aus faserbewehrtem Beton.

Die Datenwolke wird als direktes Abbild der Fläche gedruckt. Auf der Rückseite wird diese Haut mit den schalungstechnischen Details informiert. Für die Biennale wurde dafür eine parametrische Software entwickelt, die die benötigten Konstruktionsdaten für das Schalungssystem liefert. Dazu zählt die Einteilung der Regionen in druckbare Segmente, die Reduktion des Materials und des Gewichts durch Rippenstrukturen als Unterzüge, die Anschlussdetails und die Beschriftung der Teile. Um den Druckraum optimal auszunutzen, sind die Bauteile automatisch verschachtelt. Auf diese Weise konnten über dreihundert individuelle Schalungselemente erstellt werden (vgl. S. 26, drei Abb. rechte Spalte).

Digitales Pulver und digitaler Binder

Die Installation demonstriert, wie nah Forschung, Experiment und Entwurf in der Architektur beieinander liegen. Zudem zeigen sich die Möglichkeiten hybrider Ansätze. Die Komplexität der Gestalt wird nicht durch ein einziges System bewältigt, sondern durch eine opportunistische Symbiose von aufeinander abgestimmten Fabrikationsstrategien.

Besonders interessant ist die Verwendung von Druckprozessen in der Architektur. 3-D-Druck als radikalste Form digitaler Fabrikation bricht mit herkömmlichen Paradigmen des Bauens: Geometrische Komplexität und massgeschneiderte Formen bedeuten keinen Mehraufwand mehr. Digitale Technologien dürfen den Entwurf nicht einzwingen und in bestimmte Richtungen drängen. Stattdessen sollten sie die gestalterische Freiheit erweitern. Sie sind gerade dann erfolgreich, wenn sie kaum Spuren hinterlassen. •

Benjamin Dillenburger, Assistenzprofessor für Digitale Bautechnologien, ETH Zürich, www.dbt.arch.ethz.ch

Anmerkungen

¹ Robin Evans, Richard Difford, Robin Middleton: *Translations from drawing to building and other essays*. London, Architectural Association, 1997.

² Benjamin Dillenburger, Michael Hansmeyer: «Castles Made of Sand», in: *Fabricate: Negotiating Design & Making*, Hrsg. Fabio Gramazio, Matthias Kohler, Silke Langenberg, Zürich 2014, S. 92–97.

³ Mario Carpo: «Breaking the Curve: Big Data and Design», in: *ArtForum International* 52, Nr. 6 (2014), S. 168–173.

⁴ Greg Lynn: «Multiplicitous and inorganic bodies», in: *Assemblage* 19 (1992), S. 33–49.