Digitale Fabrikation für Hochhäuser

Autor(en): **Pfaff, Lilian**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **139 (2013)**

Heft 15-16: **Wenn Roboter Bauen**

PDF erstellt am: **02.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-323692

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

DIGITALE FABRIKATION FÜR HOCHHÄUSER

Mit Robotern ganze Bauwerke zu entwerfen und zu bauen ist bisher nur in verkleinertem Massstab möglich. Dennoch denken die beiden Schweizer Architekten Fabio Gramazio und Matthias Kohler an ihrem ETH-Lehrstuhl für Architektur und Digitale Fabrikation über zukünftige Entwurfsmethoden und Konstruktionsweisen für Hochhäuser nach. Als Übungsfeld dienen konkrete Bauaufgaben in Singapur.

Titelbild
Detailausschnitt des Stuttgarter Faserverbundpavillons (vgl. S. 22).
(Foto: ICD/ITKE, Universität Stuttgart)

Seit über einem Jahr betreiben die ETH-Professoren Fabio Gramazio und Matthias Kohler als Beitrag zum Future Cities Laboratory FCL in Singapur (vgl. Kasten) auf einer Fläche von 200 m² drei Roboteranlagen. Ihr Ziel ist, roboterunterstützte Prozesse in der Architektur zu untersuchen und konkrete Szenarien für grossmassstäbliche Anwendungen beim Entwurf und bei der Konstruktion von Hochhäusern zu entwickeln. Im Labor an der ETH Zürich wiederum liegt das Schwergewicht auf räumlichen Aggregationen und materialspezifischen Bauprozessen sowie auf deren Anwendung im baulichen Massstab. Die Anlage besteht aus Roboterarmen mit knapp einem Meter Reichweite, wie sie in der Verarbeitungsindustrie verwendet werden. Diese sind an vertikale Linearachsen montiert und ermöglichen so den Bau von bis zu 3 m hohen Architekturmodellen im Massstab 1:50. Das Team setzt sich aus sechs Forschenden und den beiden Professoren zusammen, die jeweils für Langzeitaufenthalte von mehreren Monaten nach Singapur reisen. Sie bilden in zweisemestrigen Design Research Studios auch Masterstudierende der Architektur aus, die sowohl von der ETH Zürich als auch von der National University of Singapore NUS kommen. Die Aufgabe besteht darin, im Modell Hochhäuser für reelle Situationen zu entwickeln. Durch den für den Einsatz des Roboters in der Architektur ungewohnten Massstab sollen neue Entwurfsstrategien gewonnen werden, auch wenn die Realisierung bisher nur im Modell möglich ist. Die Übertragbarkeit der Strategien in die Realität und die Skalierbarkeit stehen daher im Zentrum des Forschungsinteresses. (Eine der Schwierigkeiten ist die Diskrepanz zwischen der hohen Präzision eines Industrieroboters und den am Bau geltenden Toleranzen.) Bisher sind die meisten Versuche, Roboter im Bauwesen einzusetzen, im Bereich kleinmassstäblicher Anwendungen – etwa das Herstellen einzelner Bauteile oder einzelner konstruktiver Elemente wie Wände oder Stützen – geblieben oder in der Realisierung gescheitert. Frühere Ansätze – in den 1990er-Jahren zum Beispiel die Mechanisierung des Mauerwerkbaus und die Automatisierung des Hochhausbaus – sahen eine vollständige Automatisierung und Standardisierung der unterschiedlichen Bauprozesse mit hochspezialisierten Maschinen vor. Für die Ausführung solcher rein repetitiver Prozesse sind Industrieroboter jedoch ungeeignet und zu teuer – gar überqualifiziert, so die Meinung der Architekten –, und ihr Potenzial zu baulicher Variation und typologischer Differenzierung wird in den meisten Fällen noch immer verschenkt. Es gilt, die diversen Anforderungen eines Bauwerks, Nutzers oder Bauplatzes zu berücksichtigen und in den baulichen Fabrikationsprozess einzubringen. Dazu muss man bestehende Verfahrensweisen überwinden und über leistungsfähige, für das Bauen massgeschneiderte digitale Entwurfs- und Fabrikationsprozesse nachdenken.

01 Ein Ensemble von Türmen im Singapurer Stadtteil Tiong Bahru. Die Turmelemente reflektieren Massstab und Form der umgebenden Bauformen und weisen so auf Möglichkeiten für eine Einbettung in heterogenen, urbanen Umgebungen hin.
(Visualisierung: Gramazio & Kohler, ETH Zürich)
02 Die Roboteranlage ist im 7. Stock des neu gebauten Create Tower in Singapur installiert. Sie erlaubt Untersuchungen und Experimente mit bis zu 3 m hohen Modellen von Hochhäusern im Massstab 1:50. (Foto: Bas Princen)

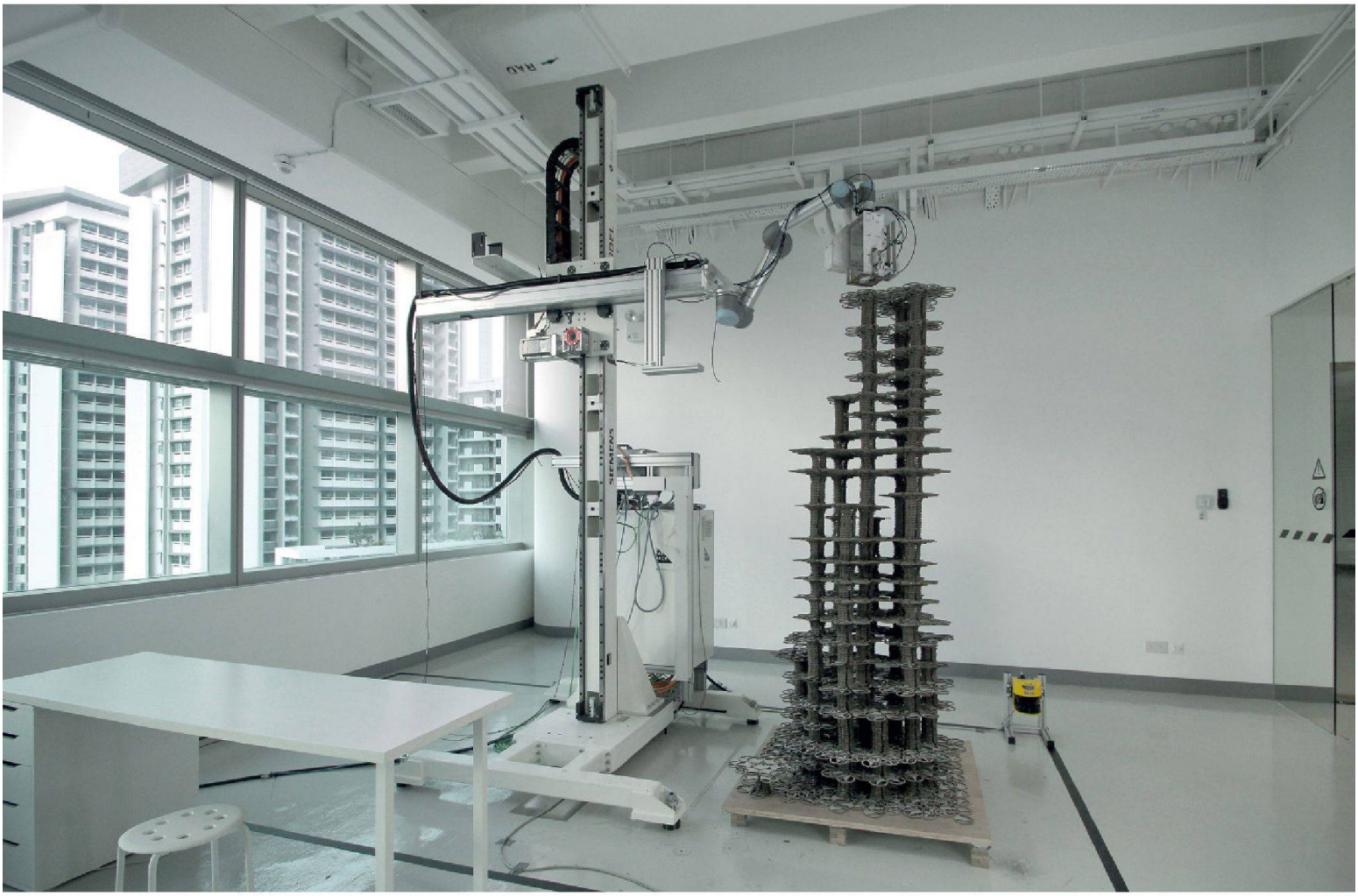
FUTURE CITIES LABORATORY FCL

Das Future Cities Laboratory FCL ist ein transdisziplinäres Forschungszentrum für Städtebau und Nachhaltigkeit in globalem Massstab. Gegründet wurde es von der ETH Zürich und der Singapore's National Research Foundation NRF, zu den Partnern zählen die Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne EPFL, die National University of Singapore NUS und die Nanyang Technological University NTU. Das FCL steht unter der Leitung des Singapore-ETH Centre for Global Environmental Sustainability SEC. Das Forschungszentrum, das in Singapur in einem Hochhaus mit dem vielversprechenden Namen «Create Tower» untergebracht ist, versammelt rund 100 Forschende aus der Schweiz und Singapur.
www.futurecities.ethz.ch

NEUES WERKZEUG, NEUE ENTWURFSMETHODE

Das Interesse von Gramazio und Kohler an den Robotern liegt vor allem darin, eine neue, konstruktive Interpretation des digitalen Zeitalters in der Architektur zu entwickeln. Schon immer haben neue Materialien und Konstruktionsprozesse zu Veränderungen in

01



02

FLIGHT ASSEMBLED ARCHITECTURE

Ein anderes Projekt des Lehrstuhls, das nicht mit dem eigentlichen Forschungsprojekt in Zusammenhang steht, dreht sich um die Erstellung von Architektur durch fliegende Roboter. Das Projekt beruht auf einer Zusammenarbeit von Gramazio & Kohler (Lehrstuhl für Architektur und Digitale Fabrikation, ETH Zürich) und Raffaello D'Andrea (Institut für Dynamische Systeme und Kontrolle, ETH Zürich). Es soll dazu beitragen, den Luftraum für die Architektur zu öffnen und grosse Höhen endlich erreichbar zu machen. Fliegende Roboter, sogenannte «Quadrocopter», können sich ohne Pilot in der Luft aufhalten. Sie fliegen nach programmierten Algorithmen, also nach bestimmten Bewegungskurven und bestimmten Kontrollmechanismen, und können sich jederzeit an ihre Umgebung oder an auftauchende Hindernisse, Störungen und Schwierigkeiten anpassen. Berücksichtigt werden müssen demnach unterschiedliche Windgeschwindigkeiten oder Transportgewichte. Wirklich neu ist die Ansteuerung der fliegenden Roboter mit Entwurfs- und Baudaten. Die Gemeinsamkeit zwischen dem digitalen Raum und dem Luftraum ist die räumliche Beweglichkeit.
Es ging in dieser Installation nicht nur darum, den Besucherinnen und Besuchern zukünftige Bautechnologien erfahrbar werden zu lassen, sondern gleichermassen um den Entwurf einer städtebaulichen Utopie, des sogenannten «Vertical Village» – eines Modells für eine 30 000 Einwohnerinnen und Einwohner umfassende, hochverdichtete und gleichsam räumlich differenzierte Stadt der Zukunft mit einer Höhe von 600 m. In der Ausstellung wurde die Errichtung der 6 m hohen Struktur (Massstab 1:100) mit vier fliegenden «Quadrocoptern» vorgeführt, die die 1 500 Bauelemente zusammenfügten.

Literatur

– Matthias Kohler, «Aerial Architecture», in LOG 25, Summer 2012, S. 23–30.
– Gramazio & Kohler and Raffaello D'Andrea: Flight Assembled Architecture, Orléans, Editions HYX, 2013.

03 Beispiel einer Anwendung: Das Grundmodul des Turms ist repetitiv und wird durch die Logik der Assemblierung zu einer komplexen und differenzierten, räumlichen Struktur. (Foto: Gramazio & Kohler, ETH Zürich)

der Entwurfsmethode, in der Ausführung und im Ausdruck der Architektur geführt. Wenn nun beispielsweise Bauten ohne zusätzliche Einmessung, Gerüste oder gar Kräne erstellt werden können, wird das räumliche, zeitliche und konstruktive Konsequenzen haben.
Neue Entwurfs- und Fabrikationsmethoden mit Robotern am Beispiel Hochhausbau zu untersuchen macht insofern Sinn, als in asiatischen Metropolen zurzeit sehr viele Hochhäuser gebaut werden. In weiten Teilen Südostasiens haben sich Hochhäuser im sozialen Wohnungsbau als meistverbreitete Bautypologie durchgesetzt. In Singapur etwa leben mehr als 80 % der Bevölkerung in den über eine Million Wohnungen, die die Wohnbaubehörde Housing Development Board (HDB) seit ihrer Gründung im Jahr 1961 errichtet hat – hauptsächlich in Hochhäusern. Diese sind jedoch sowohl architektonisch als auch in der Bauausführung aus jenen ökonomischen Bedingungen heraus gedacht, die sich aus herkömmlichen Bautechniken ergeben. In der Forschung am Future Cities Laboratory dagegen dienen neue, durch Roboter entwickelte Konzepte und differenzierte bauliche Prozesse als Ausgangslage. Man könnte noch weiter gehen und den Entwurf eines Hochhauses rein von dessen Aufbaulogik her denken, sodass die eigentliche Tektonik zum zentralen Entwurfswerkzeug wird. Diese Auffassung ist seit jeher ein massgeblicher Bestandteil der Architektur, doch die Umsetzung mit dem vielseitigen Werkzeug Roboter ermöglicht eine bisher ungeahnte bauliche und konstruktive Differenzierung.

DIGITALE METHODEN FÜR ENTWURF UND FABRIKATION

So wollen die Architekten neue Typologien mit starker Nutzungsdurchmischung und diversifizierten räumlichen Qualitäten entwickeln, um Lösungen für individuell unterschiedliche Bedürfnisse anbieten zu können. Dabei setzen sie konsequent auf neue Entwurfstechnologien und konzipieren die Projekte von Beginn an bis zur ihrer Umsetzung mit digitalen Methoden. Die Arbeit am Computer erfolgt mit der weitverbreiteten CAD-Software McNeel Rhinoceros zur dreidimensionalen Modellierung von Objekten und darin eingebetteten, eigens entwickelten Programmkomponenten, um die Entwurfsdaten nahtlos zur Ansteuerung der Roboter verwenden zu können. Durch die digitale Verknüpfung von Entwurf und Fabrikation, von Programmierung und Konstruktion, können die Projekte in unterschiedlichen Sequenzen entwickelt werden. Dies ist möglich, weil der Planungsprozess am Computer nicht unbedingt von vornherein bis zum Ende definiert ist, sondern laufend entworfen und umgesetzt werden kann. Im Studio erfolgt die Umsetzung daher stets in Modellen, die von Robotern fabriziert werden. Dies führt zu einer intensiven Auseinandersetzung mit konstruktiven Systemen und unterschiedlichen Materialformen, die unter rein digitalen Bedingungen am Computerbildschirm nicht möglich wäre. Modelle werden im Massstab 1:50 gebaut und stellen etwa 30- bis maximal 50-geschossige Bauten dar. Die Ergebnisse sind an der gebauten Realität und dem Massstab 1:1 orientiert, damit sich das zukünftige Bauen möglichst praxisnah an ihnen erforschen lässt.

Dr. Lilian Pfaff, Kunsthistorikerin, lpfaff@gmx.net