

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 139 (2013)  
**Heft:** 15-16: Wenn Roboter Bauen

**Artikel:** Roboter eignen sich für jede Entwurfsphase  
**Autor:** Kruysman, Brandon / Proto, Jonathan / Shaw-Collinge, Tiffany  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-323693>

### **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>**

# «ROBOTER EIGNEN SICH FÜR JEDE ENTWURFSPHASE»

Im Labor Robot House der privaten Architekturschule SCI-Arc in Los Angeles ist die Forschung auf Bewegungsabläufe von Robotern fokussiert. Die zeitliche Abfolge der Bewegungen und ihre Koordination werden in Computerprogrammen festgehalten. Damit können sie nach Belieben verändert und gestaltet werden. Die Leiter des Labors sind überzeugt, dass dies neue Möglichkeiten für den architektonischen Entwurf eröffnet wird.

**TEC21:** Was ist das Besondere am Roboterlabor des SCI-Arc?

**Brandon Kruysman (B.K.):** Mit diesem Labor hat die Schule ein grosses Risiko auf sich genommen. Dass es in nur einem Jahr aufgebaut wurde, ist erstaunlich. Aber die Hersteller von Robotern haben grosses Interesse daran, dass Architekten ihre Maschinen testen und auseinandernehmen. Unsere Studierenden wollen Regeln brechen und etwas machen, was niemand zuvor gemacht hat. Unser Ansatz ist sehr vage und undefiniert. Während andere Schulen einen wissenschaftlichen Ansatz pflegen, geht SCI-Arc von einem entwerferischen Standpunkt aus.

**Jonathan Proto (J.P.):** Wir haben keinen äusseren Druck, uns auf irgendetwas festzulegen. Dank dieser Offenheit entwickelt sich das Labor rasant und in ganz verschiedene Richtungen. Nicht viele andere Institutionen können da mithalten.

**TEC21:** Worauf bezieht sich Ihr entwerferischer Ansatz konkret?

**B.K.:** Ich war ursprünglich Programmierer, Jonathan Proto kommt von der digitalen Fabrikation her. Früher haben wir in einem Architekturbüro gearbeitet, das in der digitalen Fabrikation tätig war. Dort sahen wir grosse Probleme bei der Übersetzung der Information zwischen dem digitalen Modell und dem gebauten Projekt. Wir haben daher begonnen, die dreiaxiale CNC-Maschine zu hacken und unsere eigenen Maschinen zu bauen. Am SCI-Arc merkten wir, dass es jenseits des reinen Herstellungsprozesses viel interessantere Fragen gibt: Wie kann sich der Entwerfer in den Herstellungsprozess einbringen, um mehr Kontrolle über die Produktion zu erlangen und neue Anwendungsmöglichkeiten zu bekommen? Bevor wir zu SCI-Arc kamen, war unsere Erforschung der Fabrikation auf das Material fokussiert; heute geht es uns auch um den zeitlichen Ablauf, die Koordination und die Choreografie der Maschinen.

## SCI-ARC UND ROBOT HOUSE

Das Southern California Institute of Architecture SCI-Arc ist eine private Architekturschule in Los Angeles. Das Labor «Robot House» wurde im Frühling 2011 in Betrieb genommen. Ziel ist, den Entwurfsprozess neu zu denken, wobei Berechnungen, Schnittstellen, Darstellung und Produktion im Vordergrund stehen.

**Brandon Kruysman** und **Jonathan Proto** sind Dozenten am SCI-Arc und leiten die Forschung im Labor «Robot House». Sie haben das Labor aufgebaut und das aktuell verwendete Kontrollmodell für die Roboter entwickelt.

[www.sciarc.edu/portal/about/resources/robotics\\_lab.html](http://www.sciarc.edu/portal/about/resources/robotics_lab.html)

**TEC21:** Wie werden die Roboter eingesetzt?

**J.P.:** Wir arbeiten mit einem mittelgrossen Sechs-Achsen-Industrieroboter. Die Achsen haben ihre eigenen Verbindungspunkte, Ladegewichte und Reichweiten. Das Besondere an den Armen von industriellen Robotern ist, dass sie eine grössere Reichweite besitzen, wenn sie sich näher an ihren sphärischen Amplituden bewegen – im Gegensatz zu herstellungstechnisch orientierten Armen, die eher frontal ausgerichtet sind, um Objekte aufzusammeln. Sie haben eine grössere Fingerfertigkeit, und es sind pneumatische und elektrische Leitungen darin integriert, die eine einfache Einbindung von Werkzeugen ermöglichen. Die Roboter können in jede Phase des Entwurfs einbezogen werden: als Entwurfs-, Produktions- oder Analysewerkzeug. In der praktischen Umsetzung sehen wir die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten des Roboters – von experimentellen 3-D-Ausdrucken über lang belichtete Zeichnungen bis hin zu hoch präzisen Filmkameraarbeiten.



**TEC21:** Wie erfolgt die Koordination zwischen den Maschinen?

**B. K.:** Wir haben eine Plattform entwickelt, die nun am Robot House untersucht wird und dazu dient, die Kontrollprogramme verschiedener Roboter abzugleichen. Wie vier oder fünf Roboter zusammenarbeiten, kann man in den meisten Computerprogrammen nicht visuell darstellen. Unser Kontrollmodell stammt ursprünglich aus dem Bereich der Animation; es dient als Grundlage für die Visualisierung der Bewegungen und der Choreografie der Maschinen. Die Software, die wir entwickelt haben, hat zwei wichtige Bestandteile. Das Programm «Experant.O» übersetzt Figurenanimation in tatsächliche Bewegung unter Anwendung von «Maya», einer Animations- und Computersimulationssoftware (Abb. 05). Als Zweites kreierten wir «Charla», um die Kommunikation der Roboter untereinander – sie senden Signale im Ethernet – in den Griff zu bekommen. Es geht darum, eine Abfolge von Bewegungen zu entwerfen, was eine unübliche Art und Weise ist, diese Maschinen zu steuern. Momentan entwickeln wir ein iPad-Interface, das als Steuerungsmechanismus für die ganze Anlage dienen soll.

**TEC21:** Warum denken Sie, dass dieses Kontrollmodell neue Arten der Fertigung erzeugen und neue Möglichkeiten für den architektonischen Entwurf eröffnen wird?

**J. P.:** Ein Beispiel ist der Prototyp «Hot Networks» (Abb. 03–04). Dabei ging es um Roboter, die mit einer Heissluftpistole Plastikröhren zu einem räumlichen Gebilde zusammenfügen. «Hot Networks» wurde entwickelt, um eine dynamische Arbeitsoberfläche für die Steuerung des Zusammenwirkens von verschiedenen Maschinen zu erhalten. Wir hatten schon früher Ideen für die Steuerung von Anhäufungs- und Stapelungsprozessen entwickelt, aber hier ging es um eine neue Methode, die Abläufe zu analysieren. Im Zentrum stand der zeitliche Ablauf – wie lange die Heissluftpistole in einer Position verharrte und wie stark sie die Plastikröhren bearbeitete. Neu sind auch die Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen den Robotern.

**TEC21:** Welche Versuche führen Sie zurzeit durch?

**J. P.:** Es gibt Forschungsansätze auf mehreren Gebieten. Einige beziehen sich auf das Material, andere widmen sich neuen Methoden der Darstellung durch Computerfotografie. Zum Beispiel haben wir studiert, wie eigens für dieses Experiment entwickelte Maschinen komplexe Oberflächen mit Klebeband bedecken. Die Studierenden untersuchten die Muster nicht nur zwei- oder drei-, sondern vierdimensional, das heisst unter Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs. Dann entwarfen sie eigene Abläufe (Abb. 01).

**B. K.:** Die Bewegung von Robotern zeichnet sich dadurch aus, dass sie einer geschwungenen und nicht einer vektoriellen Geometrie folgt; dies entspricht einer räumlichen, quasi gestischen Bewegung, die Ähnlichkeiten mit dem Zeichnen aufweist. In einem Workshop

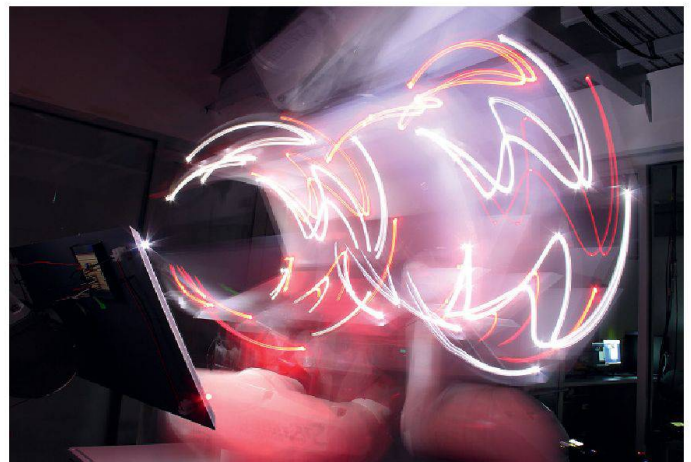
**01** Ein Roboter trägt Klebeband auf komplexe Oberflächen auf – untersucht wurde der ganze Vorgang inklusive des zeitlichen Ablaufs.

Danach konnten eigene Abläufe programmiert werden. (Alle Bilder: Robot House/SCI-Arc)

**02** Eine Reihe von lang belichteten Fotos, aufgenommen aus jeweils unterschiedlichen Positionen, wurde zu einem Film zusammengestellt. Die resultierende Lichtzeichnung ist ein Abbild der Bewegungen des Roboterarms, der die Kamera hielt.



01



02





03

erzeugten Postgraduate-Studierende lang belichtete Videofilme. Sie entstanden aus einer Reihe von unbewegten Bildern, die als Sequenz zusammengehängt wurden, und zeigten Lichtzeichnungen. Einer der Roboterarme, an dem eine Kamera befestigt war, bewegte sich in eine erste Position und machte ein 15 Sekunden lang belichtetes Bild. Dann folgte eine neue Position und ein neues Bild (Abb. 02). Dieser Vorgang wurde so lange wiederholt, bis der Roboter seinen ganzen Weg zurückgelegt hatte. Das Ergebnis, die Lichtzeichnung, ist ein Abbild der Bewegungsabfolge der Kamera. Inspiriert haben uns dabei die Arbeiten von Jules-Etienne Marey und anderen Chronofotografen des 19. Jahrhunderts.

**J. P.:** Obwohl jede dieser Übungen ein physisches Ergebnis hat, das hinsichtlich seines eigenen Nutzens studiert werden kann, benutzen wir die Ergebnisse vor allem dazu, unser Kontrollmodell zu untersuchen. Das ermöglicht uns ein grundlegendes Verständnis von der zeitlichen Koordination verschiedener Roboter – wie sie sich bewegen, wie der digitale und der physische Output zusammenhängen.

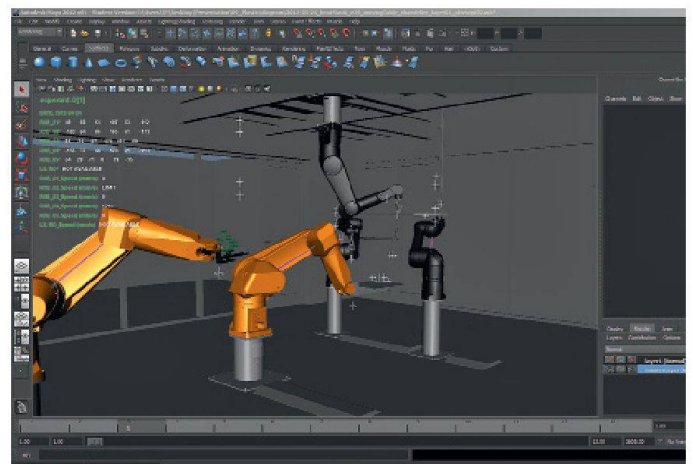
**03–04** Beim Projekt «Hot Networks» fügten Roboter Plastikröhren zusammen und bearbeiteten sie mit einer Heissluftpistole. **05** Screenshot: Die eigens entwickelte Software stellt die Bewegungen der verschiedenen Roboterarme dar.

**Tiffany Shaw-Collinge**, Architektin und Kuratorin, [tiffanysc@gmail.com](mailto:tiffanysc@gmail.com)

Übersetzung aus dem Englischen: Dr. Lilian Pfaff



04



05