



Der Roboter eröffnet neue gestalterische Möglichkeiten beim Bau von Klinker- und Sichtsteinwänden.



Alle 15 Sekunden ergreift der Roboter einen neuen Stein, streicht Klebstofflinien in exakter Länge und im spezifischen Winkel auf seine Unterseite, dreht ihn in die berechnete Lage und setzt ihn an der festgelegten Ausrichtung ab, welche die ETH-Assistenten vorab am Computer modelliert haben.



Rund drei Wochen lang mauerte der Roboter an der ETH in Zürich während zehn Stunden am Tag je vier Fassadenelemente für das geplante Gebäude des Weingutes Gantenbein in Fläsch VS.

# Bauen mit Robotern – eine kühne Zukunftsvision?

Seit Beginn der achtziger Jahre ist die Roboterisierung von Bauprozessen Gegenstand der Forschung und Entwicklung. An der Bauma 1998 sorgte der erste mobile Mauerroboter für grosses Aufsehen. Wird der Maurer auf der Baustelle in Zukunft durch eine Maschine ersetzt?

Text: Peter Rahm // Fotos: Gramazio & Kohler, ETH Zürich und Peter Rahm

Bis heute hat sich in Europa die Roboterisierung von Bauprozessen nur in wenigen Einzelanwendungen durchgesetzt. Ganz im Gegensatz zum Beispiel in Japan: Mit ihren kompletten Bausystemen realisieren die Bauunternehmen Hochbauten fast ohne Arbeitskräfteeinsatz. In der Schweiz beschäftigt sich der Lehrstuhl Gramazio & Kohler für Architektur und Digitale Fabrikation an der ETH Zürich unter anderem mit roboter-basierten Herstellungsprozessen.

## Roboter mauert die Fassadenwände eines Weingutes im Wallis

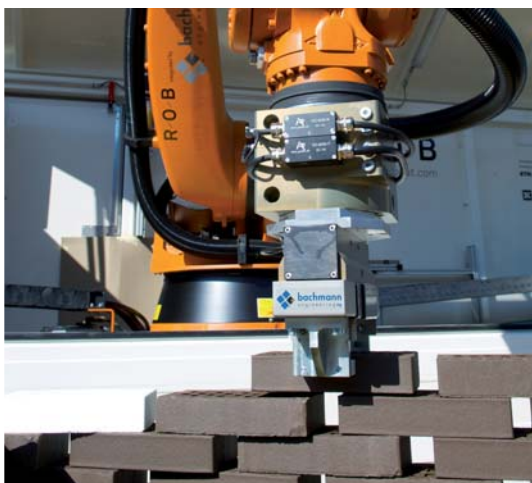
Andreas Deplazes, Architekt und ETH-Professor, sah Anfang 2006 die ersten Mauer-

elemente, die Studenten des Lehrstuhls für Architektur und Digitale Fabrikation am Computer entworfen hatten. Gemauert hatte sie der Industrieroboter in der Fabrikationshalle auf dem Campus Hönggerberg in Zürich. In der Folge lud Deplazes die beiden Professoren Fabio Gramazio und Matthias Kohler ein, für das geplante Gebäude des Weingutes Gantenbein in Fläsch VS die Fassadenelemente zu entwickeln. Dabei soll durch die unterschiedlich verdrehten Steine ein Licht- und Schattenspiel entstehen, das von Weitem betrachtet eine dreidimensionale Wirkung in Form von Kugeln erzielt. Nächster Schritt war die Erarbeitung des Entwurfs für die 300 Quadrat-

meter grosse Fassade. Darauf basierend wurde das Steuerungsprogramm geschrieben, nach dem der Roboter die Klinkersteine zu 72 Wandelementen vermauern sollte. Als Industriepartner konnte die Hochschule die Keller Ziegeleien in Pfungen gewinnen. Ihre Ingenieure und die Professoren entwickelten eine rudimentäre Produktionsstrasse. Denn die bisherigen Projekte waren Einzelanfertigungen und keine Serienproduktion. Ein weiterer Knackpunkt war die Verbindung der einzelnen Steine. Da der Roboter nicht mit Mörtel und Kelle mauern kann, sollten die Steine mit einem Klebstoff von Sika aufeinander geleimt werden. Aufgrund ausgeführter Belastungstests zeigte



Durch die unterschiedlich verdrehten Steine der durch den Roboter gemauerten Fassadenelemente für das Projekt Gebäude Weingut Gantenbein in Fläsch VS entstand ein Licht- und Schattenspiel, das von Weitem betrachtet eine dreidimensionale Wirkung in Form von Kugeln erzielt.



Grundsätzlich kann der Industrieroboter nicht viel mehr als ein Maurer. Aber im Gegensatz zum Maurer spielt es keine Rolle, in welchem Winkel er einen Backstein abzulegen hat. Damit eröffnen sich für die Planer ganz neue gestalterische Möglichkeiten beim Bau von Klinker- oder Sichtsteinwänden.



Bereits seit 2008 steht eine mobile Fabrikationsanlage zur Verfügung, die vor Ort «just-in-time» produzieren kann. In einem modifizierten Frachtcontainer untergebracht, kann der Roboter direkt vor Ort auf der Baustelle eingesetzt werden. Die Aufnahme zeigt den Mauerroboter an der Bauma 2010 in München.

sich, dass die geklebten Mauern im Gegensatz zu gemörtelten auch auf Biegung beansprucht werden können. Rund drei Wochen lang mauerte der Roboter während zehn Stunden am Tag je vier Fassadenelemente. Alle 15 Sekunden ergreift er einen neuen Stein, streicht Klebstofflinien in exakter Länge und im spezifischen Winkel auf seine Unterseite, dreht ihn in die berechnete Lage und setzt ihn an der festgelegten Stelle in der Ausrichtung ab, welche die ETH-Assistenten vorab am Computer modelliert haben. Abschliessend wurden die 4 Meter langen und 1,5 Meter hohen Fassadenelemente nach Fläsch transportiert und mit dem Kran versetzt.

### Der Roboter eröffnet neue gestalterische Möglichkeiten

Grundsätzlich kann der Industrieroboter nicht viel mehr als ein Maurer. Aber im Gegensatz zum Maurer spielt es keine Rolle, in welchem Winkel er einen Backstein abzulegen hat. Damit eröffnen sich für die Planer ganz neue gestalterische Möglichkeiten beim Bau von Klinker- oder Sichtsteinwänden. Diesen neuen Möglichkeiten einer breiteren Anwendung zu verhelfen ist eines der Unternehmensziele von ROB Technologies AG, einem offiziellen ETH Spin-off. ROB konzipiert und entwickelt roboterbasierte Herstellungsprozesse und unterstützt Kunden dabei, ihre handwerkli-

chen Fertigungsprozesse zu automatisieren. Weiter entwickelt das Unternehmen digitale Entwurfswerkzeuge mit integrierten Fabrikationsparametern zur Unterstützung der Architekten. Und als letzter Schritt, bevor der Roboter an die Arbeit geht, ermöglicht ROB die automatische Übersetzung von Gestaltungsdaten in Steuerungsdaten für den Computer.

### Zukunftsvisionen

Tobias Bonwetsch ist Dipl. Ing. und Architekt und einer der beiden Partner von ROB Technologies AG. Er hat das Projekt Fassade Weingut Gantenbein in Fläsch als Projektleiter betreut und sieht noch viele Anwendungen mit roboterbasierten Herstellungsprozessen. Er will dem Maurer den Job nicht streitig machen, sondern sieht den sinnvollen Einsatz von Robotern bei allen Arbeiten, die aufgrund der Komplexität in Handarbeit schlichtweg nicht mehr ausführbar sind. «Bei den im Wohnungsbau üblichen Mauerwerken für den Rohbau ist der Maurer nicht durch Roboter ersetzbar.» Doch wie sieht der Robotereinsatz aus in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit? Beim Projekt Gantenbein durften die Kosten nach Vorgabe des Bauherrn nicht höher sein als bei konventionell gemauerten Fassaden. Dabei hilft auch, dass die Technologien immer günstiger werden und auch die Anschaffungskosten für einen

Industrieroboter nur noch bei rund 150'000 Franken liegen. Ein zukünftiger Entwicklungsschwerpunkt der ETH ist der Einsatz des Roboters im Holzbau, wie zum Beispiel zur Produktion von komplexen Tragstrukturen aus einfachen Holzlatten und anderen räumlichen Konstruktionen wie Dach- und Fassadenelemente mit integrierter Isolation. Weiter soll Ende 2012 die Praxistauglichkeit des Roboters im Einsatz auf der Baustelle vorgeführt werden. Bereits seit 2008 steht eine von ROB entwickelte mobile Fabrikationsanlage zur Verfügung, die vor Ort «just-in-time» produzieren kann. In einem modifizierten Frachtcontainer untergebracht, kann der Roboter direkt vor Ort auf der Baustelle eingesetzt werden. Diese «ROB Unit» war schon auf der Biennale in Venedig im Einsatz und hat ein Backsteinmauerwerk in New York realisiert. Aktuell ist in Zürich an der Eierbrechtstrasse ein Wohnbauprojekt von hoher architektonischer Qualität sowie Ausstrahlung auf die Schweizer Baukultur geplant. Ziel ist dabei, die inhaltlichen Erkenntnisse aus der digitalen Fabrikation in ein architektonisch anspruchsvolles Projekt zu integrieren. Die Bauten werden mit der transportablen Roboteranlage R-O-B gefertigt. Das architektonische Potenzial dieser zukunftssträchtigen Bautechnologie für Wohnbauten soll an diesem Projekt veranschaulicht werden. ■