

ROBOTIKPROJEKT SEMIRAMIS: HÄNGENDE GÄRTEN FÜR ZUG

Als Weltwunder sind die hängenden Gärten der Semiramis von Babylon bekannt. Die neuen schwebenden Gärten auf dem Areal des Tech Cluster Zug sollen zumindest schweizweit für Aufmerksamkeit sorgen. Ende November wurde das Robotikprojekt «Semiramis» an der ETH Zürich vorgestellt.

TEXT ETH ZÜRICH, DB | BILDER PASCAL BACH / GRAMAZIO KOHLER RESEARCH, ETH ZÜRICH



Die hängenden Gärten von Zug sind 22,5 Meter hoch.

Künstliche Intelligenz und vier Roboter sind die Baumeister der 22,5 Meter hohen Struktur, die ab nächstem Frühjahr den Eingang zum Areal des Tech Cluster Zug markiert. Mitgebaut haben aber auch Forschende aus der Gruppe der ETH-Architekturprofessoren Fabio Gramazio und Matthias Kohler, zusammen mit der Müller Illien Landschaftsarchitekten GmbH, der Timbatec Holzbauingenieure Schweiz AG, der Erne AG Holzbau und weiteren Partnern aus Industrie und Forschung. Die bepflanzte architektonische Skulptur besteht aus fünf geometrisch komplexen Holzschalen, die – leicht zueinander versetzt – von acht schlanken Stahlstützen getragen werden. Design und gefertigt wurde die Skulptur, die nach den hängenden Gärten der Semiramis aus der Antike benannt ist, mit neuartigen digitalen Methoden.

Intelligentes Design

Üblicherweise versuchen Architektinnen und Architekten, die unterschiedlichen Anforderungen an ein Gebäude oder eine Struktur im klassischen Entwurfsprozess zu berücksichtigen, und passen diesen dann solange an, bis alle möglichst gut erfüllt sind. Nicht so bei Semiramis: Ein massgeschneiderter Machine-Learning-Algorithmus, entwickelt in Zusammenarbeit mit dem Swiss Data Science Center, zeigte den Forschenden ausgeklügelte Gestaltungsmöglichkeiten auf. Die Vorschläge unterschieden sich hinsichtlich der Formen der Schalen und deren räumlicher Anordnung zueinander, zeigten aber auch auf, wie sich das jeweilige Design auf einzelne Zielgrößen wie beispielsweise die Beregnung der Schalen auswirkt. «Das Computermodell ermöglicht es uns, den

konventionellen Gestaltungsprozess umzukehren und den gesamten Gestaltungsspielraum für ein Projekt zu explorieren. Dadurch entstehen neue, oft überraschende Geometrien», sagt Matthias Kohler, Professor für Architektur und digitale Fabrikation an der ETH Zürich.

Effiziente Konfiguration

Im Immersive Design Lab, einem Labor für erweiterte Realität auf dem Campus Hönggerberg, konnten die Forschenden die Entwürfe dreidimensional erkunden und in Echtzeit gemeinsam daran weiterarbeiten. Eine mit dem Computational Robotics Lab der ETH entwickelte Software ermöglichte es ihnen zudem, die Entwürfe der Holzschalen einfach anzupassen: Verschieben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beispielsweise einen einzelnen Punkt innerhalb der Geometrie einer der Schalen, die sich aus rund 70 Holzplatten zusammensetzen, passte die Software die gesamte Geometrie an. Gleichzeitig berücksichtigte die Software die relevanten Fertigungsparameter wie beispielsweise das maximal mögliche Gewicht einer Platte und generierte so stets die effizienteste und belastbarste Konfiguration.

Höchste Präzision

Der beste Entwurf wurde im zweiten Halbjahr 2021 im robotischen Fertigungslabor der ETH Zürich realisiert. Stets im Gleichtakt nahmen vier hängende Roboterarme die ihnen zugewiesene Holzplatte auf, führten einen hochpräzisen Tanz aus und platzieren die Platten schliesslich gemäss Computerentwurf im Raum. Ein Algorithmus berechnete die Bewegungen der Roboter so, dass es dabei zu keinen Kollisionen kam. Hatten die Maschinen ihre vier Platten nebeneinander platziert, wurden diese von den Zimmerleuten der Erne AG Holzbau zuerst temporär verbunden und danach mit einem speziellen Giessharz verleimt. Jeweils zwischen 51 und 88 solcher Holzplatten konnten zu fünf Holzschalen zusammengefügt werden. Im Gegensatz zur traditionellen Holzbauweise hat die robotische Fertigung mehrere Vorteile: Zum einen nehmen die Roboter dem Menschen das schwere Heben und das exakte Positionieren ab, zum anderen kann im Montageprozess auf aufwendige, ressourcenintensive Unterkonstruktionen verzichtet werden.

Die robotische Vorfabrikation lief bis Ende letzten Jahres auf Hochtouren, und die einzelnen Schalensegmente wurden

laufend auf Lastwagen nach Zug überführt. Im Frühjahr soll die architektonische Skulptur dann aufgerichtet und schliesslich bepflanzt werden. Damit in den hölzernen Pflanzschalen keine Staunässe entsteht, wird die Feuchtigkeit durch die Stahlrohre abgeleitet. «Im Innern der Schalen ist das Holz durch EPDM-Folien vor Nässe geschützt», erklärt Simon Beeler, Bereichsleiter Spezialbau bei der Erne AG Holzbau. Im Aussenbereich werde das Holz einzig durch konstruktive Massnahmen vor der Witterung geschützt. So ist die Kante durch einen Stahlring abgedeckt, der nach aussen mit einer Tropfkante versehen ist. «Die Lebensdauer beträgt rund 40 Jahre», versichert Andreas Burgherr, Mitinhaber der Timbatec Holzbauingenieure Schweiz AG. Für Matthias Kohler hat das Projekt bereits jetzt seinen Wert bewiesen: «Semiramis hat als Leuchtturmprojekt der Architekturforschung Menschen innerhalb und ausserhalb der ETH zusammengeführt und heute massgebende Forschungsthemen wie interaktives Architekturdigitaldesign und digitale Fabrikation vorangetrieben.» ethz.ch



Tanz der Roboter. Der Zusammenbau folgt einer ausgeklügelten Choreografie. Vier Roboterarme positionieren zeitgleich vier Bauteile.