

UNTERNEHMEN

Universität Stuttgart

ORT

Stuttgart, Germany

SOFTWARE

Autodesk® Revit®

Von Seeigeln und Robotern

Die Universität Stuttgart nutzte Autodesk Revit als zentrale Projektplattform für den Demonstrationsbau Forstpavillon

Im aktuellen Planungsprozess hat sich der Einsatz von Autodesk Revit als Tool und Informationsplattform bewährt, da es sehr komplexe Geometrien aufnehmen kann und daraus jederzeit Pläne generiert werden können.

—Tobias Schwinn

Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Computerbasiertes Entwerfen (ICD) an der Universität Stuttgart



Außenansicht Westseite Forstpavillon. ©ICD/ITKE/IIGS Universität Stuttgart

Im Rahmen des EU-Forschungsprojekts „Robotik im Holzbau“ entwickelte die Universität Stuttgart unter der Leitung des Instituts für Computerbasiertes Entwerfen (ICD) den Forstpavillon, der ab Mai 2014 auf der Landesgartenschau in Schwäbisch Gmünd ausgestellt wurde. Mit diesem Demonstrationsbau aus Buchenplatten sollten neue Methoden der digitalen Planung und der robotischen Fertigung von Holzleichtbaukonstruktionen erforscht und demonstriert werden. Das Besondere an diesem Projekt: Der Körperbau des Seeigels diente als bionisches Vorbild und das Schalentragsystem des Gebäudes wurde erstmals vollständig computerbasiert geplant und robotisch gefertigt. So war es möglich, eine neuartige Architektur zu schaffen, in der die einzelnen Gebäudeelemente in einem ganzheitlichen Ansatz mehreren Funktionen gleichzeitig dienen. Dies ermöglicht einen besonders ressourcenschonenden Umgang mit den Baumaterialien. Für die Planung kam unter anderem die BIM-Lösung Autodesk® Revit® zum Einsatz.

„Ideengrundlage für den Pavillon war der Körper eines Seeigels – er besteht aus einem segmentierten Plattenskelett, dessen Platten miteinander verzahnt sind und das durch die spezielle Anordnung besonders stabil und effizient ist“, so Tobias Schwinn, wissenschaftlicher

Mitarbeiter des ICD. Anders als technische Konstruktionen haben natürliche Konstruktionen, die sich über Millionen von Jahren entwickelten, oft komplexere Formen und Strukturen. Daraus resultiert eine besondere Stabilität und Materialeffizienz, die in die Gestaltung technischer Systeme übertragen werden können. Inspiriert durch diese „Bauweise“ besteht der Forstpavillon aus zusammengefügten Buchenholzplatten, die sowohl die Funktion des Tragwerks als auch der Gebäudehülle übernehmen. Die robotisch gefertigten Zinkenverbindungen können die hierbei an den Plattenrändern auftretenden Verbindungskräfte besonders gut aufnehmen.

Hauptverantwortliche in diesem Projekt waren die Mitarbeiter des ICD der Universität Stuttgart, welches sich der Lehre und Forschung für computerbasiertes Entwerfen und computerunterstützten Fertigungsprozessen in der Architektur widmet. Neben dem ICD arbeiteten am Forstpavillon zudem das Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (ITKE) und das Institut für Ingenieurgeodäsie (IIGS) der Universität Stuttgart. Mit den Kompetenzen aus den verschiedenen Fachbereichen konnte ein neuer digitaler Planungsprozess entwickelt werden, um den Forstpavillon erfolgreich zu realisieren.

Mit Hilfe von Autodesk Revit war es besonders leicht, Änderungen in der Schalengeometrie vorzunehmen.

Planerische Herausforderungen

Die Planung des Forstpavillons dauerte etwa acht Monate. Dabei entwickelten die Projektleiter eine Planungsmethodik, die die Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit von Entwürfen verbessern soll. Das computerbasierte Entwurfs- und Simulationsverfahren ermöglicht es, komplexe, naturnahe Konstruktionsformen zu bearbeiten. Im entwickelten Entwurfswerkzeug konnten von Beginn an Materialeigenschaften und Herstellungsbedingungen in die Planung einbezogen werden – in der Regel werden diese Aspekte erst in einer späteren Phase betrachtet. Die Planungssoftware beruht auf einem sogenannten agentenbasierten Modell. In diesem Simulationsmodell bekommen die Agenten – die einzelnen Elemente des Gebäudes – Eigenschaften zugeschrieben, um miteinander und mit ihrer Umwelt interagieren zu können. Im Fall des Forstpavillons bekamen diese Agenten zum einen die maximale Größe der Platten und zum anderen einen maximal erlaubten Winkel zwischen den Platten der Schalenskonstruktion zugewiesen. Durch diese vorherige Definition der Agenten ordneten sich die Platten hinsichtlich ihrer Form und Lage im Gesamtmodell automatisch an. Somit mussten die Projektbeteiligten die einzelnen Bauteile nicht manuell am Rechner modellieren, sondern konnten sie im Abgleich mit den vorher bestimmten Parametern generieren. „Die besondere Herausforderung hierbei war, die Eigenschaften der Bauteile schon im Voraus festzulegen, um dann ein ganzheitliches und realisierbares Modell zu erhalten“, sagt Tobias Schwinn vom ICD der Universität Stuttgart. „Im Rahmen dieses Forschungsprojektes haben wir mit dem Forstpavillon gezeigt, dass die Arbeit mit einem solchen Agentenmodell durchaus sinnvoll und machbar ist.“ Aber nicht nur das Agentenmodell trug zu einer erfolgreichen Planung und Umsetzung bei, auch die anderen Rahmenbedingungen mussten stimmen.

Planungsunterstützung durch Autodesk Revit

„Es war von Anfang an klar, dass es eine traditionelle Dokumentation in Form von Papierplänen geben soll“, so Tobias Schwinn. Um diese Pläne aus dem Modell zu erstellen, half die BIM-Software Autodesk Revit. Vom Konzept bis zur Ausführung können alle Ideen durch ein koordiniertes und modellbasiertes System mit Autodesk Revit verwirklicht werden. Diese in der Autodesk® Design Suite enthaltene Software ist eine Anwendung, die Funktionen für die architektonische Planung, Gebäudetechnik, den Ingenieurbau und den Hochbau umfasst. Autodesk Revit fungierte

in diesem Fall als zentrale Projektplattform, die jeweils die aktuelle Schalengeometrie und zusätzliche Informationen enthielt, von der die Dokumentation abgeleitet werden konnte. Die bidirektionale Assoziativität in Autodesk Revit – also dass Maßänderungen automatisch Geometrieänderungen nach sich ziehen und umgekehrt – erleichterte die Entwurfsarbeit. „Besonders hilfreich war, dass die ursprünglichen Daten automatisch aktualisiert wurden, sobald wir die neue Geometrie des Entwurfs in Autodesk Revit eingespeist hatten. Möglich machten das die parametrischen Daten, die im Gesamtmodell vordefiniert und aufeinander abgestimmt waren. Änderte sich zum Beispiel eine Krümmung, passte sich die gesamte Geometrie automatisch an, sodass das Modell weiterhin realisierbar blieb. Diese Funktion sparte uns sehr viel Zeit, da wir bei Änderungen nicht für jede einzelne Holzplatte manuell neue Werte eintragen mussten“, erklärt Tobias Schwinn. Auch das Tool „Design Options“ in Autodesk Revit kam bei der Planung zum Einsatz, besonders bei der geschwungenen Innenwand. Die schrittweise Annäherung an den Endentwurf der Innenwand und deren Einfluss auf den gesamten Raum haben die Projektbeteiligten mit Design Options bearbeitet. Die unterschiedlichen Varianten wurden dabei in einem Modell dargestellt und die Planer konnten alle denkbaren Optionen durchspielen und sich letztlich für die beste Lösung entscheiden, ohne viele einzelne Modelle heranziehen zu müssen. „Im aktuellen Planungsprozess hat sich der Einsatz von Autodesk Revit als Tool und Informationsplattform bewährt, da es sehr komplexe Geometrien aufnehmen kann und daraus jederzeit Pläne generiert werden können“, resümiert Tobias Schwinn.

Die Zukunft der robotischen Fertigung im Bauwesen

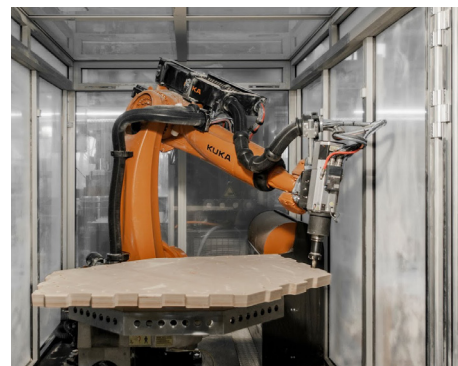
Das Projekt Forstpavillon zeigt, dass die robotische Fertigung im Zusammenspiel mit computerbasierter Entwurfs-, Simulations- und Messsoftware ermöglicht, von Beginn an interdisziplinär, herstellungs- und materialorientiert zu arbeiten. Dazu gehört, dass jedes Bauteil ein Unikat sein kann, ohne die Wirtschaftlichkeit des Bauvorhabens zu beeinträchtigen. Die robotische Fertigung ermöglicht es zudem, geometrisch anspruchsvollere und stabile Leichtbaukonstruktionen umzusetzen – ein geringerer Materialverbrauch bei gleichzeitig besserer Tragfähigkeit ist dabei ein weiterer Nutzen. Durch diesen neuen Planungsprozess entstand eine sehr stabile Holzkonstruktion, die aus gerade einmal 5 cm dicken Buchenplatten besteht. Das eingesetzte Holz ist zudem beinahe vollständig verwertet – den Verschnitt

Besonders hilfreich war, dass die ursprünglichen Daten automatisch aktualisiert wurden, sobald wir die neue Geometrie des Entwurfs in Revit eingespeist hatten. Möglich machten das die parametrischen Daten, die im Gesamtmodell vordefiniert und aufeinander abgestimmt waren. Änderte sich zum Beispiel eine Krümmung, passte sich die gesamte Geometrie automatisch an, sodass das Modell weiterhin realisierbar blieb. Diese Funktion sparte uns sehr viel Zeit, da wir bei Änderungen nicht für jede einzelne Holzplatte manuell neue Werte eintragen mussten.

—Tobias Schwinn

Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Computerbasiertes Entwerfen (ICD) an der Universität Stuttgart

der Platten konnten die Planer teilweise bei der Fertigung des Fußbodens wiederverwenden. Nicht nur beim Ressourcenverbrauch zeigt sich die besondere Effizienz des Projekts, sondern auch beim Bau: Durch die digitale Planung und Vorfertigung der Platten konnte der Pavillon in nur vier Wochen errichtet werden. Die geometrische Flexibilität und der Leichtbaucharakter lassen sich leicht auf bestehende Voraussetzungen wie beispielsweise statische Auflagerbedingungen anpassen. Deswegen planen die Projektbeteiligten für die Zukunft eine Weiterentwicklung dieses Systems im urbanen Kontext für die Aufstockung von bestehenden Gebäuden und beim Bauen im Bestand.



Die einzelnen Bestandteile des Forstpavillons bei der robotischen Fertigung. ©ICD/ITKE/IIGS Universität Stuttgart