



Perfekte Show, perfektes Timing mit Popsänger Marc Trauffer (Bildmitte) im Zürcher Hallenstadion und dem in gleissendes Bühnenlicht getauchten acht Meter hohen Matterhorn. Dieser Konstruktion der Berner Fachhochschule für Architektur, Holz und Bau in Biel sah man nicht an, was für eine grosse Arbeit von der Planung bis zum Aufbau dahinter steckte.

Ein Matterhorn für Marc Trauffer

Ein nicht alltägliches Projekt begeisterte die Studierenden der Berner Fachhochschule in Biel: Im Rahmen der interdisziplinären Projektwoche «Special Week» entwarfen, planten und bauten sie ein acht Meter hohes Matterhorn aus Holz. Das symbolträchtige Bauwerk stand im Zentrum des Bühnenbilds für das Konzert des Schweizer Mundart-Popsänger Marc Trauffer vom 23. November im ausverkauften Hallenstadion Zürich und wurde am 29. Dezember 2018 von SRF1 ausgestrahlt.

Von Thomas Rohner, Professor BFH Biel

Die Special Week brachte rund 20 angehende Architekten, Bauingenieure und Holzingenieure zusammen. Ihr Thema: der digitale Arbeitsprozess. Vom ersten bis zum letzten Arbeitsschritt entwickelten die Studierenden ihr Projekt nach den Grundsätzen von BIM: «Planen – Bauen – Nutzen» – von der digitalen Punktwolke des Matterhorns bis zur Montage im Hallenstadion Zürich.

Die Projektwoche entstand als interdisziplinäre Zusammenarbeit der drei Fachbereiche Architektur, Bau und Holz. Digitale Gestaltungs- und Produktionsmethoden im Zusammenhang mit Holz zu kombinieren, ist eine Spezialität des Departements Architektur, Holz und Bau der Berner Fachhochschule BFH.

Marc Trauffer rief an

Mitte Oktober 2018 rief mich Marc Trauffer an und fragte, ob ich ihm helfen könnte, eine Bühne für sein Konzert im Hallenstadion Zürich zu bauen. Ich spürte sofort, welches Potenzial in diesem Projekt schlummert und was wir alles mit den Studierenden machen könnten. Gleichzeitig merkte ich, dass die Chemie stimmt zwischen Marc und mir und dass das Projekt vom Terminplan her wunderbar in unsere «Specialweek digital Workflow – BIM machen» passen könnte.

Ein Vertrag und klare Vorgaben

Schnell war klar, dass wir nicht mit einer Unterstützung der Schule rechnen konnten und somit alles selbst organisieren und finanzieren werden müssen. Als erstes fragte ich meine

beiden Dozierenden-Kolleginnen an und dann die 20 teilnehmenden Studenten. Wir schlossen gemeinsam einen Vertrag ab, ein Commitment und eine Geheimhaltung. Das ist eine Form der Zusammenarbeit, welche zukünftig im BIM-Prozess üblich sein wird: keine einzelnen Werkverträge, sondern ein gemeinsamer Vertrag.

Sponsoren

Diese Projektwoche mit der Planung und dem Aufbau des 8 Meter hohen Matterhorns aus Holz war nur möglich dank der Unterstützung folgender Unternehmen und Wirtschaftspartner:

- Beer Holzbau AG, Ostermündingen: Montage und Montagezubehör
- df2 Befestigungstechnik AG, Boswil: Klammergeräte und Klammern
- Fehr-Braunwalder AG, St. Gallen: Schrauben
- Roth AG, Burgdorf: Abbundarbeiten auf TW-Agil
- OLWO AG, Worb: Bauholz (Schweizer Holz)

Das Matterhorn soll 8 Meter hoch sein, ca. 12 Meter breit, transparent, um von hinten beleuchtet werden zu können, so die Vorgaben. Es soll mit sägerohren Dachlatten beplankt sein und muss zweimal aufgestellt und abgebaut werden können: einmal für die Probekonzerte in einer Industriehalle in Hofstetten bei Brienz und dann für das grosse Konzert im Zürcher Hallenstadion. Für die Montagezeit wurde uns ein Zeitfenster von 2.5h zur Verfügung gestellt. Über Kosten wurde nie gross gesprochen, dafür über Swiss-Engineering, Swiss-Design, Schweizer Holz, Schweizer Maschinen und Schweizer Wirtschaftspartner.

42 Triangulationsflächen

Die technische Umsetzung verlief parallel und vollständig interdisziplinär auf verschiedenen Ebenen. Die Punktwolke des Matterhorns musste so vereinfacht werden, dass möglichst wenige Dreiecke, mit handhabbaren Grössen und Gewichten entstehen und gleichzeitig die Form und Erscheinung des Matterhorns erhalten blieb. Parallel wurde ebenfalls in interdisziplinären Gruppen an der Konstruktion gearbeitet. Wie können die Dreiecksflächen zusammengefügt werden, wie können konkave und konvexe Anschlüsse gelöst werden, wie muss der Unterbau aussehen, wie können die Randbalken eine einheitliche Breite haben?

Eine Frage von SWISSNESS

Das ganze Projekt stand unter dem Stern der Digitalisierung und der Swissness: Swiss-Engineering, Swiss-Bildung, Swiss-Software, Swiss-Maschinen, Swiss-Know-how, neue didaktische und methodische Konzepte in der Bildung betreffend Digitalisierung und BIM, letztendlich aber auch der wunderbare Rohstoff Holz, speziell Schweizer Holz. Alle Latten wurden in der Sägerei der Fachhochschule gesägt und getrocknet.

Der digitale Workflow

Wo beginnt der Workflow? Beim Künstler Marc Trauffer mit seinen Wünschen und Anforderungen, auf dem Rundholzplatz vor unserem Campus, bei der Entwurfsgeometrie des Matterhorns?

Über welche Etappen führt der digitale Workflow und vor allem wo hört dieser auf? Bei der Ansteuerung des Roboters, der Ansteuerung des CNC-Centers, beim Konzert im Hallenstadion oder bei der Erstellung der E-Learning-Module?

Eines soll klar werden: der Mensch steht im Zentrum. Trainiert wird das durch Interdisziplinarität, Kollaboration und Kommunikation. Aber auch technische Aspekte werden in ihrer vollen Komplexität und Detailtiefe bearbeitet, geübt und trainiert.

Bau des digitalen Zwillings

Als erstes wurde interdisziplinär ein digitaler Zwilling erarbeitet. Schnell war klar, dass nichts gezeichnet wird, sondern modelliert, programmiert und parametrisiert werden muss. In Rhino und Grasshopper wurden die Regelflächen mit Elementen belegt, den Randbalken, den Schubhölzern und später den Lattungen. Die Konstruktion der Holzverbindungen und der Unterbau wurden im cadwork konstruiert, aus welchem über die BTL-Schnittstelle direkt die Abbundanlage TW-Agil beim Wirtschaftspartner Roth AG in Burgdorf angesteuert wurde.

Versicherungen und Brandschutz

Wer mit Studierenden an einem externen Projekt arbeitet, tut gut daran, das Versicherungsdossier genau zu prüfen. Nicht nur die Unfallversicherung, sondern auch die Sachschaden-, Rechtsschutz- und Haftpflichtversicherung gegenüber Dritten sind bei einem Schaden die nicht offensichtlichen Deckungsgarantien.

Kurz vor Produktionsbeginn wurde die Anforderung bekannt: Die deutsche Brandschutzklasse B1 entspricht in der Schweiz der Feuerwiderstandsklasse RF 2. Um das zu gewährleisten, gibt es in der Schweiz nur zwei anerkannte Möglichkeiten:

Beim Vakuum-Kesseldruck-Verfahren handelt es sich um ein Verfahren der Firma Holz-Brüner GmbH aus Bräunlingen. Beim Verfahren wird unter Druck Brandschutzsalz in einen definierten und produktspezifischen

Vier Dozierende, 20 Studierende

An diesem Matterhorn-Projekt nahmen teil:

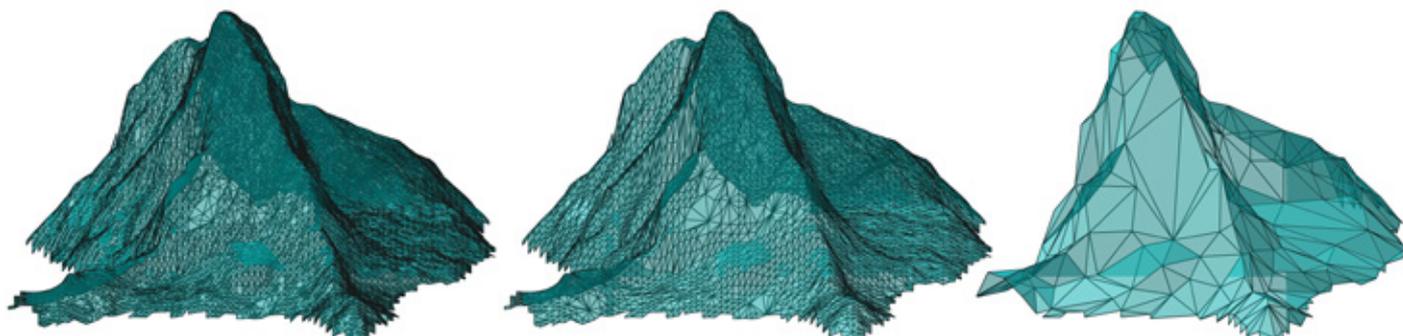
- Thomas Rohner, Professor für Holzbau und BIM
- Katharina Lindenberg, Professorin für Gestaltung und digitale Prozesse
- Patrick Loser, Professor für digitale Fertigung in der Holzwirtschaft
- Ursin Huwiler, wissenschaftlicher Assistent

Studierende:

Master Architektur: Andreas Abel; **Bachelor Architektur:** Lucca Andrea Amherd; Andreas Bachmann; Simon Joller; Philipp Schneider; **Bachelor Bauingenieurwesen:** Dominic Gugger, Stefan Jacobi, Nivaram Ramalingam, Christian Salzmann; **Bachelor Holztechnik:** Micha Albert Bach, Lukas Furrer, Alban Kryeziu, Marc Bumann, Nicolas Robin Ducret, Fabian Egger, Roman Fankhauser, Luca Foehn, Louis Goetzinger, Christophe Muehlberg, Dominik von Bueren, Natanael Wildermuth.

Prozess eingepresst. Dabei bleibt die natürliche Optik des Holzes erhalten. Damit wird eine deutlich geringere Rauchgasentwicklung sowie eine deutlich geringere Brandausbreitung erreicht. Die Wirksamkeit wird mit Prüfzeugnissen und externer Qualitätssicherung gewährleistet. Dazu müssten jedoch alle Bauteile der Konstruktion in das Werk nach Bräunlingen gebracht und behandelt werden. Dies ist sowohl finanziell, wie auch logistisch nicht möglich.

Die ganze Konstruktion kann mit einem Flammenschutzmittel behandelt werden. Das Problem ist jedoch, dass Flammenschutzmittel in der Schweiz nicht zugelassen sind und für eine Verwendung eine Einzelzulassung bei der Brandschutzbehörde des jeweiligen Kantons angefordert werden muss. Aufgrund der Absprache mit der Feuerpolizei wurde uns zugesichert, dass wir ein Flammenschutzmittel verwenden können. Wir entschieden uns für



Die Triangulation des Modelles wurde in verschiedenen Schritten erarbeitet.



An den PCs galt es die Grundlagen für das Matterhornprojekt zu erarbeiten.

das Produkt Florimp K Verde. Dieses eignet sich für Naturfaserprodukte und gewährleistet die gewünschte Feuerwiderstandsklasse. Da es sich um ein in der Schweiz nicht anerkanntes Produkt handelt, liessen wir uns von der Feuerpolizei Zürich und dem Betreiber des Hallenstadions bestätigen, dass mit der Anwendung des Produkts der Brandschutz ausreichend gewährleistet ist.

Die Montage definiert die Konstruktion

Wenn das ganze Matterhorn in zwei Stunden montiert werden muss, muss alles steckbar sein. Es gibt in der Montage kein Messen, kein Richten und kein Anpassen, sondern nur ein formschlüssiges Stecksystem. Die acht Meter Höhe kann nicht allein von unten aufgebaut werden, es muss eine Mischform gefunden werden, damit von oben und von unten aufgebaut werden kann. In der Halle stehen Stapler zur Verfügung, welche aber nur ausserhalb der Bühne fahren können. An der Decke kann ein Kran an der von uns gewünschten Stelle aufgehängt werden. Dieser kann aber nicht fahren. Betreffend Arbeitssicherheit muss jeder einen Helm und alle, die in der Höhe arbeiten, eine Absturzsicherung tragen. Das Montage-Team besteht aus 6 Personen, wobei ich noch einen Wirtschaftspartner dazu zog, um eine Person mit Routine in der Montage dabei zu haben.

Roboterfertigung

Zum digitalen Workflow gehört die Entscheidung, welche Technologien wo eingesetzt werden. Was kann die CNC-Anlage und was der Roboter? Mit dem ABB-Roboter sollen einzelne Dreieckelemente des Matterhorns mit Dachlatten belegt werden. Die Dachlatten sollen mit einer automatisierten Kappsäge zugeschnitten werden, anschliessend soll der Roboter das zugeschnittene Werkteil ausgreifen. Unter einem Leimaggregat sollen

zwei Leimpunkte angegeben werden. Danach muss der Roboter das Werkteil an der definierten Position auf der Unterkonstruktion ablegen. Mit der Roboterbelegung soll aufgezeigt werden, dass der BIM-Prozess bis auf die Maschine vollendet werden kann. Die Herausforderungen hierbei liegen darin, die Geometriedaten so aufzubereiten, damit der Roboter damit produzieren kann.

Das Architektenteam bereitete definierte Geometriepunkte pro Dachlatte vor. Diese aufbereiteten Geometriedaten wurden von unserem Roboterteam übernommen und mittels Grasshopper weiterbearbeitet. Hierbei mussten die verschiedenen Geometriepunkte in den Robotercode integriert werden. Zusätzlich musste die Ansteuerung der Säge aufgebaut werden. Hierbei wurde ein eigenes Grasshopper-Plugin geschrieben. Das Leimaggregat sowie der Sensor für den Sägeanschlag konnten über Digitale Out/Inputs angesprochen werden. Im Anschluss konnte mittels Grasshopper der Robotercode Schritt für Schritt erstellt werden.

Ebenfalls konnte hierbei mit der Simulation geprüft werden, ob die Bahnen des Roboters nicht mit seiner Umgebung kollidieren. Die Geometrieschnittstelle mit dem Architektenteam konnte soweit ausgebaut werden, dass mit einem Grasshopperfile sämtliche Daten ausgetauscht werden konnten. Die komplette digitale Durchgängigkeit der Daten war somit gewährleistet.

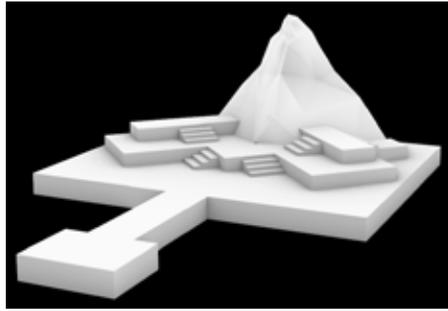
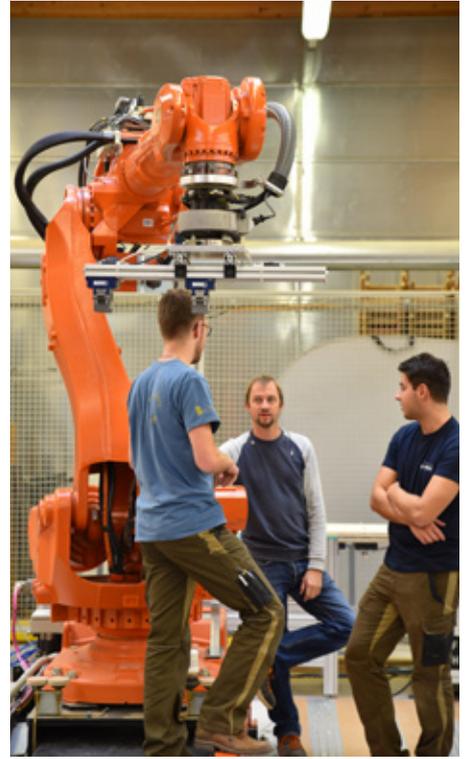
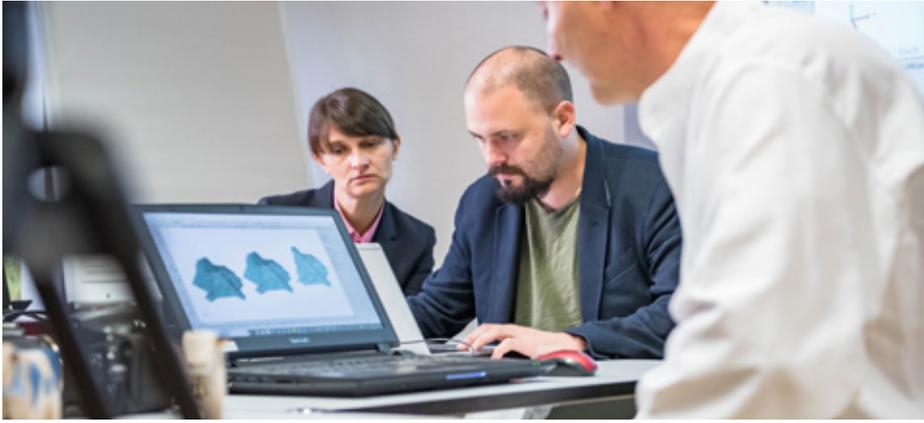
Robotercode aufwändiger als gedacht

Mein Fazit: Im Zuge der Erarbeitung des Robotercodes mussten wir selbst erst einige Abklärungen durchführen, bevor wir dem Architektenteam die Schnittstellendefinitionen liefern konnten. Im Gegenzug erhielten wir die Geometriedaten erst spät im gan-

zen Prozess. Die Belegung mit dem Roboter und insbesondere die Ansteuerung der Säge waren aufwändiger und komplexer als angedacht. Deshalb konnten wir nur zwei Elemente mit dem Roboter erstellen. Trotzdem ist der Robotercode nun so ausgereift, dass sämtliche Elemente mit dem Roboter belegt werden können. Der aufgebaute Robotercode sowie die Ansteuerungen der Säge oder des Leimaggregats können auch für weitere Projekte verwendet werden.

Finanzierung

Die Finanzierung ist immer die erste Frage. Meist wird nicht darüber gesprochen, wie wertvoll eine solche interdisziplinäre Specialweek ist. Wie kann sich die Berner Fachhochschule profilieren im Umfeld der mitbewerbenden Fachhochschulen? Wie wertvoll sind total begeisterte Studierende? Wie wertvoll ist Mund-zu-Mund-Werbung und wie wertvoll ist ein Auftritt beim Schweizer Fernsehen SRF? Das Projekt Matterhorn beinhaltete etwa 1.000 Arbeitsstunden und Material im Wert von 10.000.– also in der Summe ein Wirtschaftswert von gegen CHF 100.000.–. Auch wenn unsere Studierenden und Dozierenden ihre Stunden nicht verrechnen, bleibt trotzdem noch ein ordentliches Budget, welches gedeckt werden muss. Aufgrund unserer sehr guten Vernetzung in der Wirtschaft hatte ich mir um die Budgetierung nie Sorgen gemacht. Die Matterhorn-Bühne wäre in dieser kurzen Zeit nicht realisierbar gewesen, ohne die Brainpower und die Manpower der 20 Studierenden und der 4 Dozierenden. Das Kommitment aktiviert Energien und gibt Lust zum Mitmachen, um Teil des Projektes zu sein.



BIM ganz konkret, Planen – Bauen – Nutzen, vom ersten Gedanken bis zum fertigen Produkt. Nicht einfach, aber hoch befriedigend.

