

**Zeitschrift:** Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design  
**Band:** 33 (2020)  
**Heft:** [2]: Digitales Holz = Bois et numérisation

**Artikel:** "Sonderformen statt Pauschallösungen" = "Des formes spéciales à la place de solutions globales"  
**Autor:** Elmer, Marion  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-913507>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 09.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## «Sonderformen statt Pauschallösungen»

Aufgezeichnet von Marion Elmer

Ich und mein Team an der ETH Zürich versuchen, Entwurf und Planung mit Materialisierung und Fabrikation so zu verschmelzen, dass ein Projekt digital entwickelt und gebaut werden kann. Dazu programmieren wir digitale Entwürfe, die die Geometrie, das Tragwerk und die Fabrikation integral verbinden, um so die vielfältigen Wechselwirkungen in den Griff zu bekommen. Dann lassen wir Roboter die Holzelemente bearbeiten und zusammensetzen. Ein Roboter kann Dinge im Raum präzise platzieren und zu komplexen Gebilden fügen, wie es von Menschenhand ohne Schablone nicht möglich ist.

Das Dach des HIB-Forschungsgebäudes der ETH zeigt das Potenzial im grossen Massstab: Jedes der 48 624 Holzelemente ist ein Unikat. Da der Roboter an eine CNC-Säge gekoppelt ist und die Information direkt aus dem digitalen Modell bezieht, kann er jedes Element individuell abbinden. Diese Technologie beeinflusst, wie wir in Zukunft bauen können: weg von Pauschallösungen, hin zu Sonderformen. Damit sind nicht nur neue Formen möglich, sondern auch ein effizienterer Umgang mit Material.

Beim DFAB House in Dübendorf siehe Seite 26 arbeiten zwei Roboter miteinander, um die Module im Raum dreidimensional zusammenzusetzen. Diese Choreografie muss mit Algorithmen generiert werden, damit die Roboter kollisionsfrei durch das Geflecht manövrieren. In der parametrischen Planung haben wir mit der Ausrichtung der Pfosten und der Diagonalen gespielt. So konnten wir in der fachwerkähnlichen Struktur lokal verschiedene Steifigkeiten erzeugen. Auch die Querschnitte reagieren individuell auf die statischen und brandschutztechnischen Anforderungen, damit wir nur so viel Material einsetzen wie nötig.

In meiner Doktorarbeit habe ich untersucht, wie sich geometrische Veränderungen auf die Statik von Holzstrukturen auswirken, die mit Robotern gefertigt wurden. Da diese Strukturen neuartig und komplex sind, ist es nahezu unmöglich, das Tragverhalten vorherzusehen oder die Parameter für das optimale Design zu kennen. Mit Algorithmen kann man aber in kürzester Zeit Tausende Varianten generieren und auswerten. Das Programmieren zwingt einen, in Zusammenhängen zu denken. Der Entwurf ist als Funktion aufgebaut. Beim Future Tree in Esslingen siehe Seite 24 haben wir schon im Entwurf die Schrauben modelliert, um zu garantieren, dass die Struktur baubar ist. Der Vorteil: Alle Details werden automatisch angepasst, wenn sich die Geometrie der Holzstäbe, deren Position oder der Querschnitt ändert. Zudem braucht man keine Werkpläne zu zeichnen, da die Fabrikation direkt aus dem digitalen Modell erfolgt. Aleksandra Anna Apolinarska ist assoziierte Postdoktorandin beim NFS «Digitale Fabrikation» am Lehrstuhl von Gramazio Kohler an der ETH Zürich. ●

### Digitale Fabrikation

2014 startete der Bund den Nationalen Forschungsschwerpunkt «Digitale Fabrikation», um das digitale Bauen voranzutreiben. Die ETH Zürich koordiniert die Grundlagenforschung zusammen mit der EPFL, der HTR, der HSLU, der BFH und der Empa. Das Spektrum reicht vom 3-D-Druck über die Berechnung von Tragstrukturen bis zu Robotern auf der Baustelle. Die zweite Phase des NFS läuft bis 2022. [www.dfab.ch](http://www.dfab.ch)

### Fabrikation numérique

En 2014, la Confédération a lancé le SNF «Fabrication numérique» pour faire avancer la construction numérique. L'EPFZ coordonne la recherche fondamentale avec l'EPFL, la HTR, la HSLU, la BFH et l'Empa. Le spectre va de l'impression 3D aux robots sur le chantier en passant par le calcul de structures porteuses. La seconde phase du SNF prendra fin en 2022. [www.dfab.ch](http://www.dfab.ch)

## «Des formes spéciales à la place de solutions globales»

Enregistrement de Marion Elmer

Mon équipe et moi à l'EPFZ, nous essayons de faire fusionner la conception et la planification avec la matérialisation et la fabrication de manière à pouvoir développer et construire numériquement un projet. Dans ce but, nous programmons des conceptions numériques qui relient intégralement la géométrie, la structure porteuse et la fabrication pour maîtriser ainsi les multiples interactions. Puis, nous faisons usiner et assembler les éléments en bois par des robots. Un robot peut assembler des pièces dans l'espace avec précision pour composer des structures complexes qui seraient impossibles à la main sans gabarit.

Le toit du bâtiment de recherche HIB de l'EPFZ montre le potentiel à grande échelle: Chacun des 48 624 éléments en bois est une pièce unique. Etant donné que le robot est couplé à une scie CNC et qu'il s'informe directement sur le modèle numérique, il peut tailler individuellement chaque élément. Cette technologie influe sur notre manière de construire à l'avenir: fini les solutions globales, en avant vers des formes spéciales. Non seulement de nouvelles formes sont ainsi possibles mais encore une gestion plus efficace des matériaux.

Pour la DFAB House de Dübendorf, voir page 26, deux robots ont coopéré pour assembler les modules en trois dimensions dans l'espace. Cette chorégraphie doit être générée avec des algorithmes pour que les robots puissent manœuvrer sans collision à travers le maillage. Dans la planification paramétrique, nous avons pu produire des rigidités localement différenciées dans la structure qui ressemble à un colombage. Les sections transversales réagissent, elles aussi, individuellement quant aux exigences de statique et de sécurité incendie pour ne mettre en œuvre que la quantité de matériaux nécessaire.

Dans ma thèse de doctorat, j'ai examiné l'effet des modifications de géométrie sur la statique de structures en bois fabriquées avec des robots. Etant donné que ces structures sont novatrices et complexes, il est presque impossible de prévoir le comportement mécanique ou de connaître les paramètres pour un design optimal. Mais avec des algorithmes on peut générer et évaluer des milliers de variantes en très peu de temps. La programmation force à penser en termes de corrélation. La conception est conçue comme une fonction. Pour le Future Tree à Esslingen, voir page 24, nous avons déjà modélisé les vis lors de la conception pour garantir que la structure puisse être construite. L'avantage: Tous les détails sont adaptés automatiquement s'il y a une variation de la géométrie des barres en bois, de leur position ou de leur section transversale. De plus, on n'a plus besoin de dessiner des plans d'atelier vu que la fabrication se fait directement à partir du modèle numérique. Aleksandra Anna Apolinarska est postdoctorante associée au SNF «Fabrication numérique» auprès de la chaire de Gramazio Kohler à l'EPFZ. ●

