

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

Artikel: Fräsen und codieren = Fraisage et codage
Autor: Herzog, Andres
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-913503>

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: 18.03.2025

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

Fräsen und codieren | *Fraisage et codage*

Freiformen, BIM-Hoffnung, Portalroboter: Drei Holzbauer berichten, wie die Digitalisierung ihre Planung verändert. | *Formes libres, espoir lié à BIM, robots portiques: Trois constructeurs bois racontent comment la numérisation modifie leur planification.*

Text | Texte:
Andres Herzog

Kai Strehlke schiebt das Tor zu einem Holzverschlag auf. Dahinter verbirgt sich seine Wunderkammer. Fotografieren verboten. Im Raum stehen Mock-ups von Bauprojekten, die zum Teil noch geheim sind und die der Holzbauer Blumer Lehmann vom sanktgallischen Gossau aus für die ganze Welt produziert: für Norman Foster in Thailand, für Shigeru Ban in Südkorea, für Marks Barfield in England. Die Träger biegen sich wie Grashalme, Eichenbretter verlaufen doppelt gekrümmt. Nichts ist Standard, alles eine Sonderanfertigung. Blumer Lehmann hat sich einen Namen gemacht im Bereich der Freiformen. Wer Holz zum Fliegen bringen will, fährt nach Gossau. Die Firma plant und fertigt die Gebäude weitgehend digital. Sie beschäftigt fünf Programmierer, allein zehn Personen bedienen die 5-Achs-Abbundanlage, die grösste CNC-Maschine am Platz. Trotzdem: «Das Mock-up ist wichtig», meint Strehlke, Leiter Digitale Prozesse. Im Massstab 1:1 sehen die Architekten, was technisch machbar ist, wo die Details nicht aufgehen, wie die Oberfläche beschaffen ist.

Die Planung läuft komplett im 3-D-Modell. Sogar die Beladung der Lastwagen knobelt der Holzbauer damit aus. Allerdings arbeiten laut Strehlke noch lange nicht alle Fachplaner dreidimensional. Komplexe Bauten plant Blumer Lehmann parametrisch. Statt jedes Detail von Hand zu zeichnen, wird eine Regel definiert, die der Computer durchdekliniert. «So spart man Zeit und vermeidet Fehler», so Strehlke. Um die Geometrie zu lösen, bedarf es einer Systematik. Welche Elemente können vereinfacht werden? Wo braucht es unbedingt hochfestes Holz? Wie viele verschiedene Krümmungen gibt es? Holz ist kein homogener Baustoff. Wer es zu so wilden Formen biegt, muss mit der Faser, mit dem Material arbeiten. Zudem müssen die Bauteile auf die Maschinen passen. «Die Anlagen werden immer grösser», sagt Strehlke. «Trotzdem kommen wir bei jedem Projekt ans Limit.»

Um solche Spezialaufträge zu stemmen, braucht es ein gutes Netzwerk. Die Firmen müssen Know-how und Software aufeinander abstimmen und viel Geld in ihren Maschinenpark investieren. Und es setzt Vertrauen voraus – in die Menschen und in die Zusammenarbeit. Manchmal tauscht Blumer Lehmann sogar die Mitarbeiter mit dem Bauingenieur aus, um ein Projekt enger zu planen. «Die Schweiz läuft Gefahr, diesen Vorteil zu verlieren», so Strehlke. «In vielen Ländern ist Bauen leider ein Kampfgebiet.» Wenn Verträge vierhundert statt vier Seiten lang werden, plant man gegeneinander, nicht miteinander.

Die Kernkompetenz nicht vergessen

Der Holzbauer Renggli im luzernischen Schötz ist vorsichtiger, was die Robotisierung angeht. Die Firma steuert die Abbundanlagen, die Plattenbearbeitung oder die Elementtische schon lange mit dem Computer an. Aber →

Kai Strehlke pousse la porte d'un réduit en bois derrière laquelle se cache son cabinet de curiosités. On y trouve des maquettes de projets de construction que le constructeur bois Lehmann produit à Gossau près de Saint-Gall pour le monde entier: pour Norman Foster en Thaïlande, pour Shigeru Ban en Corée du sud, pour Marks Barfield en Angleterre. Les poutres se ploient comme des brins d'herbe, les planches de chêne sont à double courbure. Rien n'est standard, tout est fabrication spéciale. Blumer Lehmann s'est fait un nom dans le domaine des formes libres. Cette entreprise planifie et fabrique les bâtiments en grande partie par voie numérique. Elle emploie cinq programmeurs, seules dix personnes font marcher le centre d'usinage à cinq axes. Et quand même: «La maquette est importante», dit Strehlke, le chef des processus numériques. A l'échelle 1:1, les architectes voient ce qui est faisable techniquement, où les détails ne marchent pas, comment la surface est structurée.

La planification se fait entièrement en modèle 3D. Le constructeur bois y peaufine même le chargement des camions. Cependant, selon Strehlke, aujourd'hui encore tous les planificateurs spécialisés sont loin de travailler en 3D. Blumer Lehmann fait une planification paramétrique des constructions complexes. Au lieu de dessiner chaque détail à la main, une règle est définie que l'ordinateur décline avec toutes ses possibilités. «On gagne ainsi du temps et on évite les erreurs», explique Strehlke. Pour régler la géométrie, il faut une systématique. Quels éléments peut-on simplifier? Où a-t-on absolument besoin de bois très résistant? Le bois n'est pas un matériau de construction homogène. Quand on le plie en formes si fantaisistes, on doit travailler avec la fibre, avec le matériau. De plus, tous les composants doivent pouvoir aller sur les machines. «Les installations deviennent de plus en plus grandes», dit Strehlke. «À chaque projet, nous en arrivons quand même aux limites.»

Pour maîtriser de telles commandes spéciales, il faut un bon réseau. Les entreprises doivent harmoniser leur savoir-faire et leurs logiciels et investir beaucoup d'argent en machines. Et cela suppose de la confiance. Parfois, Blumer Lehmann va même jusqu'à échanger des collaborateurs avec l'ingénieur du bâtiment pour une planification plus étroite sur un projet. «La Suisse risque de perdre cet avantage», conclut Strehlke. «Dans de nombreux pays, la construction est malheureusement un champ de bataille.»

Ne pas oublier la compétence clé

Le constructeur bois Renggli à Schötz dans le canton de Lucerne est, lui, plus prudent. Depuis des années, les ordinateurs de l'entreprise contrôlent les centres d'usinage, le traitement des panneaux ou les tables d'éléments. Mais il n'y a pas de robot dans l'atelier de fabrication. Renggli a testé une cloueuse automatique mais est arrivé à la conclusion que les coûts ne sont pas en rapport avec →



Erne Holzbau arbeitet seit einem Jahr mit einem Einarmroboter, um neue Dinge auszuprobieren. | Erne Holzbau travaille depuis un an avec un robot à un seul bras pour tester de nouvelles choses.

→ einen Roboter gibt es in der Werkhalle keinen. Renggli hat eine automatische Nagelmaschine getestet, kam aber zum Schluss, dass Kosten und Ertrag noch in keinem Verhältnis stehen. «Wir sind auf einen hohen Fertigungsgrad ausgerichtet», sagt Jeremias Burch, BIM-Manager Holzbau bei Renggli. Das Zusammenbauen von Fenstern, Zargen, Fassaden und Haustechnik sei aktuell noch zu komplex für die Robotik. «Da braucht es nach wie vor solides Handwerk.» Das grössere Potenzial der Digitalisierung sieht Burch in der Planung. «Momentan modellieren wir in vielen Fällen anhand von zweidimensionalen Plänen.» Doch die Erfahrung zeige, dass der Nutzen einer durchgängig digitalen Planung mit 3-D-Modell und anderen Hilfsmitteln gross sei. «Die Wege werden kürzer, die Planung transparenter, und die Qualität steigt.»

Nachteile verortet Burch bei der Sicherheit. «Auch KMU sind anfällig für Cyber-Angriffe.» Zudem fordere die Umstellung die Menschen heraus. Renggli hat mehrere Personen eingestellt, die sich um BIM kümmern. Andere Mitarbeiter werden umgeschult. «Die Gefahr ist gross, sich im Detail zu verlieren», so Burch. Bei all den Versprechen der digitalen Werkzeuge sei es wichtig, die Kernkompetenz nicht zu vergessen: «Wir erstellen gute und nachhaltige Bauten, so wie es sich die Kunden wünschen.»

Der Holzbauer als Übersetzer

«Woodflex 56» heisst die Maschine, die bei Erne Holzbau in Stein im Fricktal eine halbe Werkhalle besetzt. Das Ungetüm hat Thomas Wehrle, dem Leiter des Bereichs Spezialbau bei Erne, seit 2015 viel Arbeit abgenommen – und einiges an Kopfzerbrechen bereitet. «Wir haben den IT-Aufwand unterschätzt», sagt er. Die digitale Technik ist empfindlich, die Software ein Prototyp. Für das Provisorium einer Schule in Frankfurt am Main siehe Seite 31 verarbeitete der Roboter Vollholz. Es brauchte also grössere Sägen, stärkere Fräsen, ein dickeres Stromkabel. «Das wiederum zog eine ganze Reihe von Anpassungen bei Sicherheit und Software mit sich.»

Digitale Holzbau heisst Vorfertigung. Erne arbeitet im Werk in drei Automatisierungsgraden: von Hand, halbautomatisch und mit dem Roboter. Jede Art von Fertigung braucht andere Daten: der Zimmermann einen Plan, die Maschine 3-D-Daten, der Roboter Codezeilen. «Alle Daten speisen wir aus demselben 3-D-Modell», sagt Wehrle. Doch so einfach ist das nicht. Die Programme der Architekten und Fachplaner kommunizieren alle in ihren eigenen Dialekten. Der Roboter versteht aber nur eine Sprache. «Wir Holzbauer funktionieren deshalb als Übersetzer.»

Seit einem Jahr arbeitet Erne zudem mit einem Einarmroboter, der kleiner und handlicher ist. «Damit können wir Dinge ausprobieren.» 2019 fertigte er ein Dach siehe Seite 24, das sich vielgliedrig auffächert. Der Roboter schnitt die Teile zu und positionierte sie im Raum. Verschraubt hat sie nach wie vor ein Mensch. Planen und Assemblieren sind die beiden Kernkompetenzen, auf die sich Erne spezialisiert hat. Die Digitalisierung rückt die Gewerke zusammen. Erne fertigt komplexe Elemente, die Dämmung, Elektrokabel oder Lüftungsrohre integrieren. Für Wehrle ist klar: «In Zukunft müssen die Unternehmen früher involviert werden.» Manchmal arbeitet der Holzbauer vor der Ausschreibung als Berater mit. So kann er die Konstruktion schon im Entwurf auf seine Bausysteme abstimmen.

Die Digitalisierung verunsichert viele. Doch zurücklehnen und abwarten hilft nicht. Wehrle berichtet von einem Bauherrn, der mit seinem Haus- und Hof-Architekten brach, weil dieser nicht fit genug war für die digitale Planung. «Das ist die Schattenseite», sagt Wehrle. «Der digitale Zug hängt manche ab.»

→ le rendement. «Nous visons un haut niveau de finition», dit Jeremias Burch, gestionnaire BIM de la construction bois chez Renggli. Actuellement, l'assemblage de fenêtres, de dormants, de façades et la domotique sont trop complexes pour la robotique. Burch voit le plus grand potentiel de la numérisation dans la planification. Mais l'expérience montre que les avantages d'une planification entièrement numérique avec un modèle 3D et d'autres outils sont importants. «Les trajets sont plus courts, la planification plus transparente et la qualité augmente.»

Burch repère des inconvénients au niveau de la sécurité. «Les PME sont, elles aussi, vulnérables aux cyberattaques.» De plus, la conversion est un défi humain. Renggli a embauché plusieurs personnes qui s'occupent de BIM. D'autres collaborateurs sont en cours de reconversion. Malgré toutes les promesses des outils numériques, il est important de ne pas oublier la compétence clé: «Nous réalisons des bâtiments durables de qualité comme le souhaitent les clients.»

Le constructeur bois en tant que traducteur

«Woodflex 56», c'est le nom de la machine qui prend la moitié de l'atelier de fabrication chez Erne Holzbau à Stein dans la vallée de Frick. Depuis 2015, ce monstre a beaucoup simplifié la tâche de Thomas Wehrle, le directeur du service constructions spéciales chez Erne – tout en lui donnant du fil à retordre. «Nous avons sous-estimé le travail informatique», dit-il. La technologie numérique est sensible, le logiciel un prototype. Pour le bâtiment provisoire d'une école à Francfort sur le Main, voir page 31, le robot a usiné du bois massif. Il a donc fallu des scies plus grandes, des fraises plus robustes, un câble électrique plus épais. «Ce qui entraîna à son tour toute une série d'ajustements au niveau de la sécurité et du logiciel.»

La numérisation de la construction en bois signifie préfabrication. Erne usine en atelier avec trois niveaux d'automatisation: manuel, semi-automatique et avec le robot. Chaque type de fabrication nécessite d'autres données: le charpentier a besoin d'un plan, la machine de données 3D, le robot de lignes de code. «Le même modèle 3D nous fournit toutes les données», dit Wehrle. Mais ce n'est pas si simple que cela. Les programmes des architectes et des concepteurs spécialisés communiquent tous dans leurs propres dialectes. Mais le robot ne comprend qu'une langue. «C'est pourquoi nous les constructeurs bois jouons le rôle de traducteurs.»

Depuis un an, Erne travaille de plus avec un robot à un seul bras qui est plus petit et plus maniable. «Nous pouvons ainsi tester des choses.» En 2019, il a fabriqué un toit, voir page 24, dont les nombreux éléments se déploient en éventail. Le robot a coupé les pièces et les a positionnées dans l'espace. C'est un homme qui les a vissées comme auparavant. La planification et l'assemblage sont les deux compétences clés dans lesquelles l'entreprise Erne s'est spécialisée. La numérisation rapproche les corps de métier. Erne fabrique des éléments complexes qui intègrent l'isolation, les câbles électriques ou les conduits de ventilation. Pour Wehrle, il est clair: «À l'avenir, les entreprises doivent être impliquées plus tôt.» Parfois, le constructeur bois travaille avant l'appel d'offres comme conseiller. Il peut ainsi adapter la construction dès la conception à ses systèmes de construction.

La numérisation déstabilise plus d'un. Mais croiser les bras et attendre ne sert à rien. Wehrle parle d'un maître d'ouvrage qui a rompu avec son architecte de confiance parce que celui-ci n'était pas assez à l'aise avec la planification numérique. «C'est l'aspect négatif», dit Wehrle. «Certains ratent le train numérique.»

Ökobilanzen integrieren Intégrer des écobilans

Text: Roderick Hönig

Texte: Roderick Hönig

Die Erstellung von Bauten ist in den letzten Jahren deutlich optimiert worden. Und auch in die Effizienz der Haustechnik wurde viel investiert – viel effizienter können Gebäude im Betrieb kaum mehr werden. In der Gesamtenergiebetrachtung ist die für die Erstellung und Entsorgung aufgewendete Energie aber genauso hoch wie die der Nutzungsphase. «Trotzdem lassen viel zu wenige Bauherinnen und Planer die graue Energie und die Lebenszykluskosten in ihre Berechnungen einfließen», sagt Hansueli Schmid von Lignum kritisch. Die Digitalisierung bietet neue Möglichkeiten: «BIM-Planungsprozesse erlauben es, Gebäude ganzheitlich und über den gesamten Lebenszyklus zu optimieren», so der Holzbauingenieur. Deshalb arbeitet die Dachorganisation der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft mit Unterstützung des Bundesamts für Energie und dem Verein Ecobau daran, die Ökobilanzindikatoren in den eigenen oder vielmehr in den Ecobau-Bauteilkatalog zu integrieren. Die Indikatoren basieren auf den Daten der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (KBOB). Das Engagement von Lignum kommt nicht von ungefähr: «Holz ist punkto Sparpotenzial bei grauer Energie und Treibhausgas unschlagbar», sagt Schmid.

Um zu testen, wie Ökobilanzdaten von Holzbauteilen ins BIM-Modell gelangen und wie damit etwa Materialvarianten einfach verglichen werden können, hat Lignum bei «Bauen digital Schweiz» die Fallstudie «BIM und Lebenszyklusanalyse» initiiert. Louis Trümpler vom Ingenieurbüro WaltGalmarini prüft in deren Rahmen die Umsetzung. «Ziel ist es, den ökologischen Fussabdruck und die Treibhausgasemissionen verschiedener Konstruktionsvarianten schon in der Vorprojektphase sichtbar zu machen. Dort ist das Potenzial für Optimierungen am grössten», erklärt der Holzbautechniker. Deshalb hat er sich auf die Berechnung von ganzen Bauteilen (und nicht etwa Bauprodukten) und Gebäudemodellen inklusive Fundation konzentriert. Weil derzeit noch keine Ökobilanzdaten in CAD-Programme implementiert sind, bedeutet es viel Handarbeit, sie ins BIM-Modell einzupflegen. «Weniger fehleranfällig ist es, die Mengenangaben bauteilgenau aus dem dreidimensionalen CAD-Modell zu ziehen und erst dann mit den KBOB-Daten abzugleichen», so Trümpler. Für den Abgleich hat er ein Skript geschrieben, das den Variantenvergleich in der Vorprojektphase schnell und einfach möglich macht.

Grosses Potenzial bietet auch die dynamische energetische Gebäudesimulation im BIM-Modell, insbesondere bei heiklen Holzhybridkonstruktionen, meint Trümpler. Um ganzheitlich zu bauen, gilt es allerdings, einige Stolpersteine aus dem Weg zu räumen. Etwa die Harmonisierung der nationalen KBOB-Rechenregeln mit den europäischen Standards oder die Abstimmung der Phasen- und Namenskonventionen – beides Voraussetzungen dafür, dass die ökologische Auswirkung von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus zu einem Standardkriterium in der Vergabe und in nachhaltigen Immobilienfonds wird.

www.lignumdata.ch ●

Ces dernières années, la réalisation de constructions a été considérablement optimisée. De gros investissements ont aussi été consacrés à l'efficacité de la domotique – l'exploitation de bâtiments ne peut plus guère devenir plus efficace. Dans l'analyse énergétique globale, l'énergie mise en œuvre pour la fabrication et la gestion des déchets est tout aussi importante que celle de la phase d'exploitation. «Pourtant, trop peu de maîtres d'ouvrage et de planificateurs font entrer l'énergie grise et les coûts du cycle de vie dans leurs calculs», déclare de manière critique Hansueli Schmid de Lignum. La numérisation offre de nouvelles possibilités: «Les processus de planification BIM permettent d'optimiser les bâtiments de manière globale et pendant tout le cycle de vie», explique l'ingénieur en construction bois. C'est pourquoi, l'organisation faitière de l'économie suisse de la forêt et du bois travaille, avec le soutien de l'Office fédéral de l'énergie et de l'association Ecobau, à intégrer les indicateurs d'écobilans dans le propre catalogue des éléments de construction ou celui d'Ecobau. Ces indicateurs se basent sur les données de la Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics (KBOB). L'engagement de Lignum n'est pas sans raison: «Le bois est imbattable en termes de potentiel d'économie d'énergie grise et de gaz à effet de serre», dit Schmid.

Pour tester comment des écobilans de composants en bois s'intègrent dans le modèle BIM et comment on peut simplement ainsi comparer par exemple des variantes de matériau, Lignum a lancé l'étude de cas «BIM et analyse du cycle de vie» pour «Bâtir digital Suisse». Louis Trümpler du bureau d'ingénieurs WaltGalmarini en examine la mise en œuvre dans ce cadre. «L'objectif est de rendre visible l'empreinte écologique et les émissions de gaz d'effet de serre de différentes variantes de construction dès la phase d'avant-projet. C'est là que réside le plus grand potentiel pour des optimisations», explique le technicien en construction bois. C'est pourquoi, il s'est concentré sur le calcul de composants complets (et non pas, par exemple, de produits de construction) et de maquettes de bâtiments, fondations comprises. Puisque les données des écobilans ne sont actuellement pas encore mises en œuvre dans les programmes CAO, leur intégration au modèle BIM signifie un grand travail de précision. «Il y a moins de risques d'erreurs en tirant les quantités du modèle CAO tridimensionnel avec précision pour chaque composant et en les recoupant ensuite seulement avec les données de la KBOB», dit Trümpler. Pour le recoupage des données, il a écrit un script qui permet la comparaison simple et rapide des variantes dans la phase d'avant-projet.

La simulation énergétique dynamique des bâtiments dans le modèle BIM offre également un grand potentiel, en particulier pour les délicates constructions hybrides en bois, déclare Trümpler. Il faudra toutefois venir à bout des obstacles de l'harmonisation des règles de calcul nationales de la KBOB avec les normes européennes ou de l'ajustement des conventions sur les phases et les noms – deux conditions pour que l'impact écologique de bâtiments pendant tout le cycle de vie devienne un critère standard pour l'adjudication et dans les fonds immobiliers durables.

www.lignumdata.ch ●