

holzbauschweiz

Spezial

DAS POTENZIAL VON HOLZ

Forschung und Praxis

Widerstandsfähig Raffinierte Zeltkonstruktion
Individuell geplant Robotik in der Elementfertigung
Überraschend Brandschutz mit Sägemehl

01
26

Voll holz.

Wohnen im Einklang mit der Natur.
Frei von Leim, Metall und Chemie.
Das ist Wohnen im Vollholzhaus.

REI 90
VKF-Nr. 25730
VKF-Nr. 25731

Holzbau
Schreinerei
Sägerei



APPENZELLER HOLZ
NATÜRLICHER ELEMENTBAU VON A BIS Z

naegeli-holzbau.ch
+41 71 791 90 00



IMMER INFORMIERT MIT UNSEREM NEWSLETTER



HOMAG Ersatzteilmanagement / eShop

Die Highlights:

- Schneller Online-Zugriff auf über 32'000 Ersatz- und Verschleissteile
- Versandkostenfreie Lieferung
- Unabhängig (24h)
- Verknüpfung zwischen eParts und eShop – komfortabel Ersatzteile bestimmen und bestellen

www.homag.com



EINZIGARTIG HOMAG Schweiz

HE | HOMAG

HOMAG
Ersatzteilmanagement / eShop

**Sonntag ist
eShop-Tag**

Alessio Petrone, Ersatzteil-Service HOMAG Schweiz

Vom Holzzelt-Glamping bis zum Klettersteig für Ziegen

KI im Wald, Sägemehl für den Brandschutz oder Robotik-Anlage in der Elementfertigung: Es ist immer wieder beeindruckend, an welchen Ideen in der Wertschöpfungskette Holz getüftelt wird. Und es sind nicht nur die Hochschulen der Branche, in denen regelmässig Neues entsteht. Auch in den Unternehmen gibt es viele kreative Köpfe, die sich Gedanken darüber machen, wie sie Themen vorantreiben, Prozesse verbessern und Technologien entwickeln können. Dabei immer im Fokus: der praktische Nutzen.

Die Vorteile für ihren Holzbaubetrieb haben Georg Nef und Peter Keller von der Vögeli Gruppe bewogen, in eine individuell geplante Robotik-Anlage zu investieren (S. 7). Eine direkte Anwendung auf dem Bau hatten die Forschenden der ETH Zürich und der Empa Dübendorf im Blick: Aus Sägemehl machten sie mit einem Mineralbinder einen schwer entflammbaren, robusten Plattenwerkstoff, der sogar kreislauffähig ist (S. 14). Und Lukas Ziegler von der Raurica Wald AG erleichtert mit einer selbst entwickelten, KI-gestützten App den Mitarbeitenden in Forst und Holzhandel ihre Arbeit. Holzlisten, Polterdaten, Lieferantenangaben, Koordinaten, Abrechnungsinformationen und vieles mehr lassen sich nun auf Knopfdruck zusammenfügen (S. 24).

Selbst bei Projekten, die auf den ersten Blick einfach nur nach Ferien, Freizeit und Erholung ausschauen – wie zum Beispiel die Strohbooid-Glamping-Pavillons – stecken eine frische Idee und eine ausgeklügelte Konstruktion dahinter. Die einfachen Behausungen im Leichtbauprinzip halten nach den Berechnungen der Timbatec-Holzbauingenieure Windstärken von bis zu 160 km/h und Schneelasten von bis zu 800 kg/m² stand und lassen sich so auch im Gebirge einsetzen (S. 4). Oder das mobile Hallenbad: Ende letzten Jahres fiel der Startschuss für ein europaweit einzigartiges Bauprojekt. Von Blumer Lehmann wurden die ersten Holzmodule für ein transportables und vollständig rückbaubares Hallenbad in Stuttgart-Zuffenhausen angeliefert und montiert, im Herbst 2026 wird es eröffnet (S. 16).

Aus der Hochschulforschung finden derzeit die punktgestützten Flachdecken aus Holz ihren Weg in die Praxis. Das Projektteam um Hans Jakob Wagner und Gregor Neubauer entwickelte Holzdecken, die nicht linear, sondern punktgestützt gelagert werden können – in ihrer Planungslogik also direkt mit klassischen Stahlbeton-Flachdecken vergleichbar sind. Das eröffnet dem modernen Holzbau wesentliche Potenziale im Wettbewerb der Materialien (S. 19). Und manchmal sind es auch die kleinen Dinge, die einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten: Zum Beispiel die Computermäuse, die über ein hölzernes Innenleben verfügen. Empa-Forschende haben mit den Holz-Leiterplatten eine biologisch abbaubare Variante entwickelt – ein wichtiger Schritt in Richtung nachhaltiger Elektronik (S. 18). Und nicht zuletzt: ein Klettersteig für Ziegen (S. 22). Viel Freude beim Lesen!



Dorothee Bauland, Verlagsleiterin,
Pro Holzbau Schweiz GmbH

Forschung und Praxis

- | | |
|--|--|
| 4 Nachhaltige Zeltkonstruktion für Extrembelastungen | 22 Klettersteig für Ziegen |
| 7 Robotik in der Elementproduktion | 24 DeepForest: KI-gestützte Holzaufnahme |
| 10 Studienprojekt zu Holzverbindungen | 26 Wälder unter Klimastress |
| 13 Feuertaufe der Vollholzwand | 27 Passgenau vorkonfektioniert |
| 14 Brandschutz mit Sägemehl | 28 Nachhaltigkeit und Brandschutz im Holzbau |
| 16 Pionierprojekt im kommunalen Bäderbau | 31 Ein komplett neues ERP-System einführen? |
| 18 Computerm Maus: Gehäuse und Leiterplatten aus Holz | 32 Hohe Feuchtetoleranz bei Holzbaukonstruktionen |
| 19 Punktgestützte Flachdecken | 34 Kreislauffähiger Holzbau / Impressum |



Form follows nature:
Das Design eines
Strohboi-Pavillons
folgt der Schwerkraft
und der natürlichen
Flexibilität von Holz.



Hotelzimmer-Flair inmitten der Natur: Die Strohroid-Zelte ermöglichen Resort-Gästen ein luxuriöses Glamping-Erlebnis.

EINE NACHHALTIGE ZELTKONSTRUKTION FÜR EXTREMBELASTUNGEN

Windstärken von bis zu 160 km/h und Schneelasten von bis zu 800 kg/m²: Für die Zeltkonstruktion des Mountain Chalet kein Problem! Eine Membran mit einem Holzschindeldach bildet die widerstandsfähige Hülle auf einer Holzunterkonstruktion aus Brett- und Furnierschichtholz. Das Leichtbauprinzip aus Holz, Stroh und Lehm wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der TU Graz entwickelt. Daraus entstanden die Glamping-Zelte der LTS Strohroid GmbH – in Zusammenarbeit mit den Timbatec Holzbauingenieuren aus Wien. Text Timbatec Holzbauingenieure ZT GmbH, DB Bilder LTS Strohroid GmbH Grafik Timbatec Holzbauingenieure ZT GmbH

Zuerst gab es das Leichtbauprinzip aus Holz, Stroh und Lehm, das von Max Schade und Fritz Walter an der TU Graz entwickelt wurde. Daraus entstanden die Glamping-Zelte der Strohroid GmbH, die dann mit den Timbatec Holzbauingenieuren aus Wien zu Mountain Chalets weiterentwickelt wurden. Die Tragkonstruktion der widerstandsfähigen Mountain Chalets besteht aus vier unterschiedlich gebogenen Brettschichtholzträgern, die mit Lüftungsöffnungen an den Firstbalken

aus Brettschichtholz gekoppelt sind. Zur Schneelastverstärkung werden Furnierschichtholzplatten verwendet.

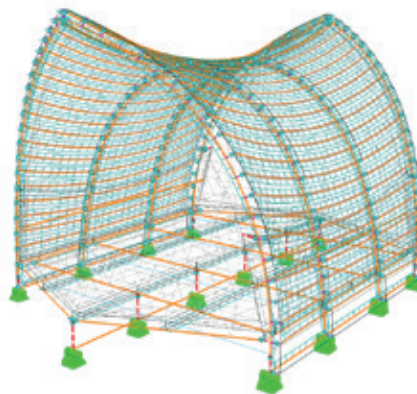
Die gebogenen Träger sind mithilfe von Approximationsfunktionen (NURBS-Funktionen) isogeometrisch erzeugt worden, um die Geometrie der Zeltform nachzubilden und um die Querschnitte an jeder Stelle nachweisen und optimieren zu können. Die Bodenplatte ist auf Furnierschichtholzträgern verschraubt,

die wiederum auf Punktfundamenten aufliegen. Die Betonfundamente wurden so dimensioniert, dass der Abhebenachweis für unterschiedliche Anwendungen stets mit dem Eigengewicht erfüllt ist. Die Hüllkonstruktion besteht beim Mountain Chalet aus einer doppelwandigen Premium-Membran, einem Holzschindeldach und einer Panorama-Glasfassade.

Im Modell wurden alle Elemente als gelenkig gekoppelte Flächen an der Lattung

simuliert, um die Gesamtsteifigkeit der Zeltkonstruktion nachzuweisen. Aufgrund der erhöhten Anforderungen im Vergleich zu den Vorgängervarianten der Strohboi-Glamping-Reihe und den Strohboi-Lounges, mit denen die Aussenbereiche für Gastronomie, Hotellerie und Events stilvoll erweitert werden können, mussten die Verbindungen ebenfalls verbessert werden. Die Option eines Vordaches wurde mitkonzipiert.

Sämtliche Verbindungen sind so entwickelt, dass sie einfach zu montieren und auch wieder zu demontieren sind. Zusätzlich führte die Timbatec GmbH für ihren Auftraggeber eine Heizlastberechnung für eine klimatische Standardanwendung (Chalet Standard bis -10 °C) und für die Anwendung unter klimatischen Extrembedingungen (Chalet Nordic bis -30 °C) durch. Mit Schaf- und Holzwolle isoliert sowie mit einem leistungsstarken Luft-Wärmetauscher ausgestattet, ermöglicht das Chalet damit auch angenehme Innentemperaturen bei eisigen Aussentemperaturen. **timbatec.at**



Konstruktion: Die parabolförmige Holzgitterstruktur nach Frei Paul Otto ist extrem windstabil und hält hohen Schneelasten stand.



Das Mountain Chalet: Traditionelle Technik, kombiniert mit innovativen technischen Errungenschaften.



Ausstattung: Das Holzschindeldach und die Glasfront verbinden die Gäste mit der Natur, während das Interieur mit einem gemütlichen Bett, einer praktischen Küchenecke und einem modernen Bad dem Komfort eines Luxus-Hotelzimmers um nichts nachsteht.



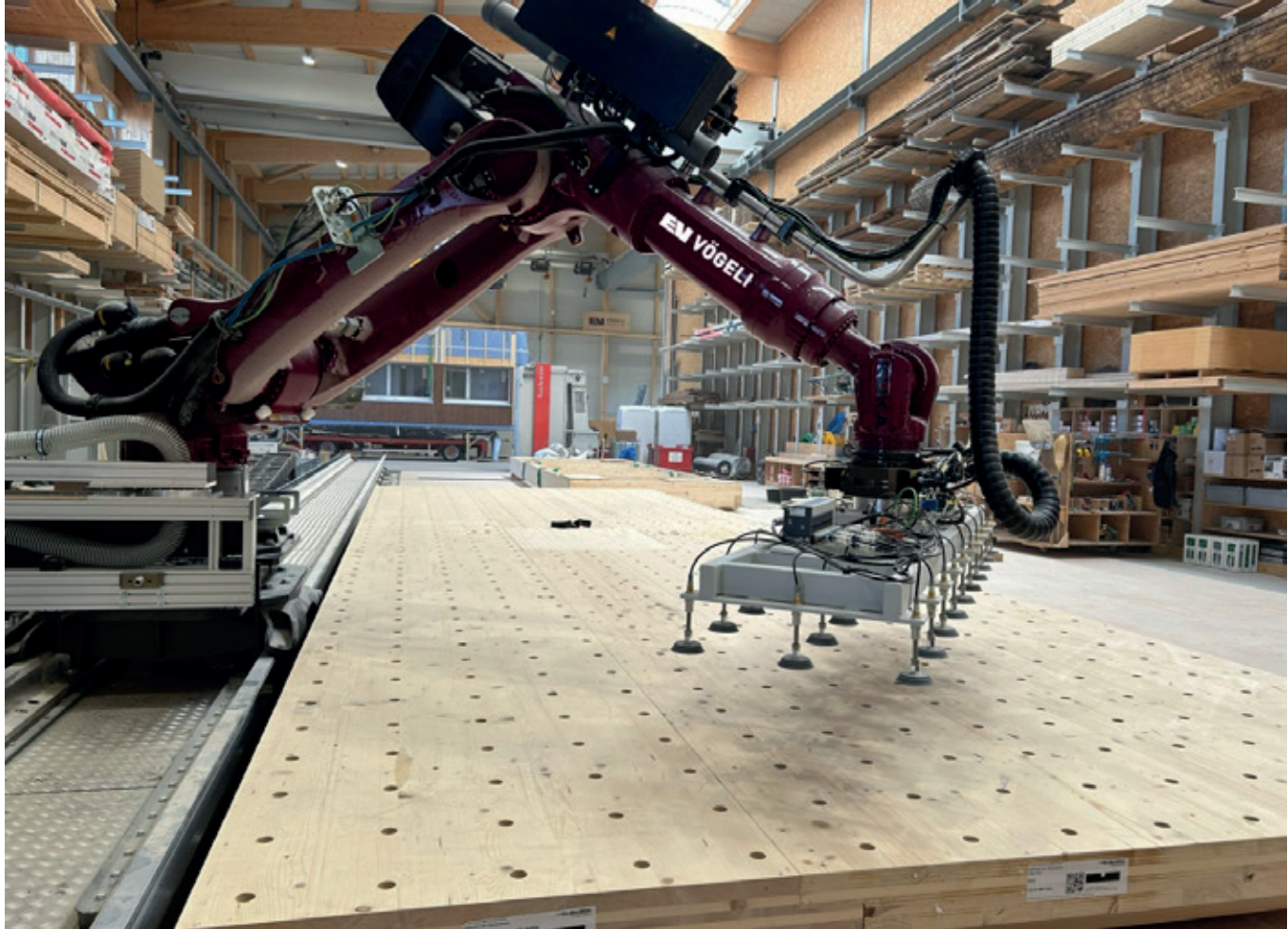
Das Schindeldach und zusätzliche Verstärkungsbögen gewährleisten Standfestigkeit bei Windspitzen von bis zu 160 km/h und Schneelasten von bis zu 8 Metern (800 kg/m²).

«Wir setzen einen Meilenstein auf dem Weg zu einer CO₂-neutralen Zukunft – eine Welt, in der Wohn- und Arbeitsräume dem genialen Plan der Natur folgen»

Philipp Gasser, Co-Geschäftsführer LTS Strohboi GmbH

Das Unternehmen

Die LTS Strohboi GmbH, mit Firmensitz in Weiz (AT), ist das jüngste Unternehmen der Lieb Bau Unternehmensgruppe, welche seit 1931 die Bauwirtschaft in Österreich mitprägt. Die LTS Strohboi GmbH unter der Leitung der Geschäftsführer Martin Timischl und Philipp Gasser steht für ästhetische Formen, ökologische Baustoffe sowie Langlebigkeit und möchte einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen Zukunft des Bausektors leisten. Entwickelt wurde das Konzept aus einer Diplomarbeit der TU Graz. Heute werden Projekte in ganz Europa sowie in Nordamerika umgesetzt. **strohboi.com**



Die neue Robotik-Anlage im Betrieb bei Vögeli Holzbau AG in Kleindöttingen.

ROBOTIK IN DER ELEMENTPRODUKTION

Die Vögeli Holzbau AG aus Kleindöttingen (AG) begegnet dem Fachkräftemangel mit neuer Technologie. Die Firmeninhaber Peter Keller und Georg Nef stellen ihre Überlegungen und Planungen für eine robotische Kompaktanlage zur Herstellung von Holzelementen vor. **Text** Georg Nef **Bilder** und **Grafiken** Vögeli Holzbau AG

Bei der Vögeli Holzbau AG in Kleindöttingen ist der Elementbau bis jetzt händisch gefertigt worden. Dies soll sich ändern. Das Unternehmen investiert in eine eigens entwickelte Robotik-Anlage für die Herstellung von Holzelementen. Warum hat sich die mittelständische Zimmerei nicht für eine der Standardlösungen, die bereits seit vielen Jahren auf dem Markt erhältlich sind, entschieden? Welche Herausforderungen bringt der Einsatz von Roboter-Technik im Holzbau? Antworten auf diese Fragen und weitere Informationen zum Entscheidungsprozess liefert der nachfolgende Beitrag.

Ausgangslage und Analyse

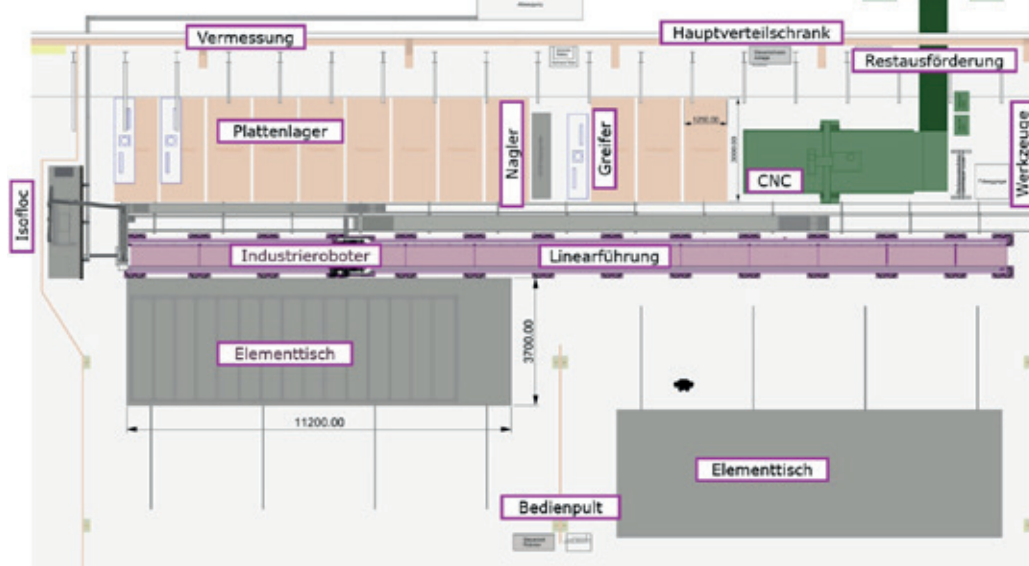
Da bis anhin keine Tischlösungen oder ähnliche Vorrichtungen vorhanden waren, ent-

standen die Wand- und Dachelemente in der hauseigenen Produktion auf einem sauberen, ebenen Holzboden. Das wichtigste Hilfsmittel in diesem Prozess waren die Krananlagen.

Die Dämmung der Rahmenbauwände erfolgte primär mit Zellulose, während in den Innenwänden vor allem Steinwolldämmung eingesetzt wurde. Steildachelemente sind im Rahmen von Grossflächenproduktionen entstanden, wobei ganze Dachseiten in einem Stück gefertigt wurden. Der Produktionsprozess erfolgte in der Regel nach dem Bottom-up-Prinzip: Begonnen wurde mit der untersten Schicht (der sichtbaren Dreischichtplatte innen), dann wurde bis zur Dachlatte nach oben gearbeitet.

Die Prozesse in der Produktion der Elemente hat das Unternehmen eingehend analysiert. Zusammenfassend ergaben sich folgende Erkenntnisse:

- Die physische Beanspruchung der Mitarbeitenden in der Produktion ist hoch.
- Die Produktionszeiten sind marktgerecht und die Projektmargen ausreichend. Allerdings wird es in Zukunft zunehmend schwieriger, qualifiziertes Fachpersonal in der Elementproduktion zu finden.
- Ein erheblicher Anteil der Produktionszeiten entfällt auf Materiallogistik, insbesondere auf die Beförderung der Beplankungen von der Palette auf das Element. Je nach Elementform und -art liegt dieser Anteil zwischen 20 und 50 Prozent.



Das Layout der Robotik-Anlage.

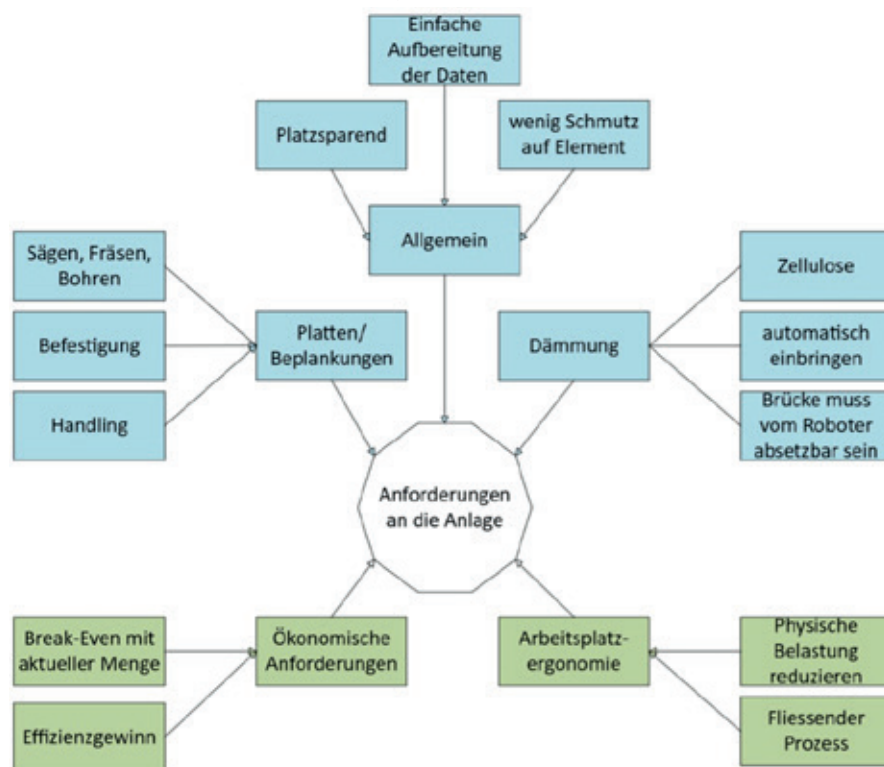
- Die Produktionsaufwände für den Einbau von Installationen in den Elementen sind beträchtlich. Besonders das Einmessen sowie das Ausschneiden und Bohren von Plattenbearbeitungen erfordern viel Zeit. Zudem besteht hier eine Fehlerquelle (z. B. falsches Einmessen von Dosen oder Ausschnitten), die gelegentlich zu mühsamen Nacharbeiten führt.
- Die Qualität der Holzelemente ist gut, jedoch stellt sich im Zusammenhang mit grösseren Projekten zunehmend die Frage der Qualitätssicherung im Bereich der statischen Anforderungen (Protokollierungen etc.).

Anforderungen an die Elementfertigung

Mit einer internen Planungsgruppe wurden in verschiedenen Schritten die Anforderungen

an Ökonomie, Arbeitsplatzergonomie und Technik aus der Analyse abgeleitet: Die neue Elementfertigung sollte mit Automatisierung effizienter gestaltet werden. Zudem wurde als wichtig erachtet, dass sich die Produktionsanlage harmonisch in die vorhandenen Platzverhältnisse der Produktionshalle einfügt. Die Rentabilität der neuen Produktionsanlage muss auch bei der aktuellen Umsatzgrösse gewährleistet sein.

Die Arbeitsplätze in der Produktion sollten so gestaltet werden, dass sie attraktiv und ergonomisch sind. Besonders im Fokus stand dabei die Reduzierung der physischen Belastung der Mitarbeitenden. Darüber hinaus sollten die Mitarbeitenden in einem fließenden Miteinander mit der Anlage arbeiten können, um die Effizienz und das Wohlbefinden zu steigern.



Die Anforderungen an die neue Anlage.

Hinsichtlich der technischen Anforderung lautete die Zielsetzung, dass die neue Anlage die Plattenbearbeitung von Holzelementen übernimmt, einschliesslich Sägen, Fräsen und Bohren. Zudem muss sie die Befestigung der Beplankungen (Nageln, Klammern) sowie die Logistik der Beplankungen effizient abwickeln. Ein weiteres Ziel war, möglichst wenig Abschnitte und Staub auf den Elementen zu erzeugen. Gerade diese Eigenschaft führt bei den konventionellen Anlagekonzepten immer wieder zu Stopps während des Produktionsprozesses. Die Anlage sollte überdies in der Lage sein, Zellulosedämmung einzubringen und grossformatige Elemente zu bearbeiten. Gelegentlich sollte auch die Bearbeitung von Brettsperholz möglich sein. Die Datenaufbereitung für die Anlage muss einfach gestaltet und die Bedienung sollte so benutzerfreundlich wie möglich sein.

Entwicklungsteam für das Anlagenkonzept

Mit dem erstellten Anforderungskatalog begab sich das Elementbauteam der Vögli Holzbau AG auf die Suche nach geeigneten Anlagekonzepten auf dem Markt. Schnell wurde klar, dass es wahrscheinlich keine Anlage gibt, die alle gestellten Anforderungen vollständig erfüllt. Aus diesem Grund entschied das Team, einen aussergewöhnlichen Weg zu beschreiten. Sie gründeten ein Entwicklungsteam mit der Berner Fachhochschule, einem CAM-Spezialisten und einer Spezialfirma für Robotik. Gemeinsam wurde so ein massgeschneidertes Konzept für die Anlage erarbeitet. Ein zentrales Ziel dabei war, die Kosten niedrig zu halten und Schnittstellen zu anderen Anlagen zu vermeiden. Daher lautete die Devise, möglichst viele Funktionen in einer einzigen Anlage zu vereinen.

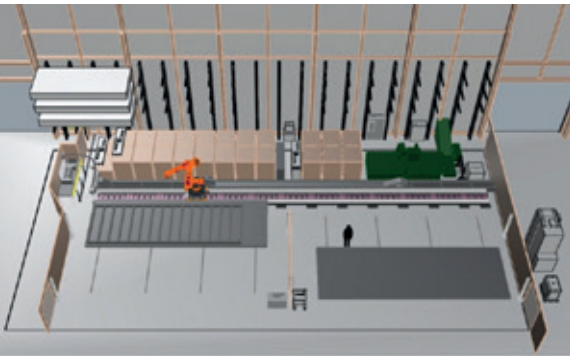
Im Zentrum der neuen Anlage steht ein Industrieroboter, der auf einer Linearführung montiert ist. Aufgrund der vielfältigen Aufgaben, die der Roboter übernehmen muss, wurde er für eine hohe Nutzlast von 500 Kilogramm am äussersten Punkt ausgelegt. Darüber hinaus sind verschiedene Aggregate, wie Fräsaggregate, in das Konzept integriert worden. Wie bei Elementbauanlagen üblich, wurden Industriegeräte für das Einbringen der Verbindungsmittel eingeplant. Die Gesamtanlage ist in zwei Zonen aufgeteilt: die Zuschnitt- und die Elementzone.

Georg Nef und Peter Keller (r.) sind Inhaber und Geschäftsführer der Vögeli Gruppe mit Sitz in Kleindöttingen (AG) und Mellingen (AG).

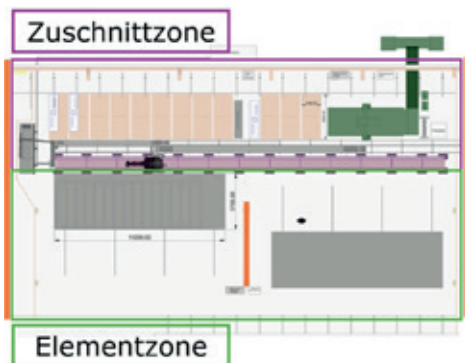


Vögeli Gruppe

Die Vögeli Gruppe ist in den Bereichen Holzbau, Architektur und Engineering tätig. Als inhabergeführtes Unternehmen beschäftigt sie derzeit 110 Mitarbeitende und verfügt über Werkstätten in Kleindöttingen und Mellingen (Kanton Aargau). Die Elementproduktion erfolgt in Kleindöttingen. Im Holzbau bietet die Vögeli Gruppe ein breites Spektrum an Dienstleistungen an und ist als klassischer Mischbetrieb aufgestellt. Neben Holzelementbauten werden auch Sanierungen, Umbauten und traditionelle Holzbauten realisiert. Gemeinsam mit den Projektpartnern gründet die Vögeli Gruppe nun ein Start-up für die Beratung und Umsetzung von Robotik-Anlagen im Holzbau. voegeli-holzbau.ch



Die eigens entwickelte Robotik-Anlage im Rendering.



Die Aufteilung der Roboterzelle in Zonen.

Zuschnittzone und Elementzone

Die Zuschnittzone befindet sich aus Sicht des Bedieners auf der Rückseite der Linearführung. Hier ist das Plattenlager mit Platz für rohe Pallettenware und fertig zugeschnittene Platten. Der Zuschnitt der Platten erfolgt auf einer dreiaxigen CNC-Anlage. Der Roboter transportiert die rohen Platten mithilfe eines Greifers von den Lagern auf die CNC-Anlage, wo sie durch Unterdruck für den Zuschnitt fixiert werden. Nachdem die Platten zugeschnitten sind, legt der Roboter sie zurück ins Plattenlager. Ein Abschiebe- und Absaugbalken befördert alle Materialreste getrennt direkt aus der Halle. Vor der nächsten Belegung wird die CNC-Anlage durch den Absaugbalken von Staub und Spänen gereinigt. Alle Greifer, Aggregate und Einblasplatten sind in der Zuschnittzone abgelegt.

In der Elementzone sind die Elementtische positioniert, auf denen die Rahmen bereitgelegt werden, um sie anschliessend durch den Roboter zu beplanen und zu dämmen. Die Tische bestehen aus einer Holzunterkonstruk-

tion mit einer Arbeitsplatte aus Brettsperholz. Eine Rasterbohrung ermöglicht das flexible Setzen von Anschlüssen für die exakte Positionierung und Spannung der Rahmen. Die Elementtische können in Querrichtung der Linearführung motorisiert verfahren und arretiert werden, was aus Gründen der Arbeitssicherheit sinnvoll ist. Das Wenden der Elemente erfolgt derzeit noch mithilfe von Krananlagen. Sobald eine Seite des Elements fertig beplankt ist, wird es gewendet. Danach bringt der Roboter die Dämmung (Zellulose) ein und beplankt anschliessend die zweite Seite.

In der Elementzone steht auch das Bedienpult der Anlage. Hier sind sämtliche benötigten Handwerkzeuge und Handmaschinen in Regalen untergebracht. Zudem war es wichtig, genügend Platz für weiteres Material zu schaffen, das nicht durch den Roboter verarbeitet wird, wie Konstruktionshölzer für Rahmen und Weichfaserplatten. Letztere können nicht durch die Anlage befördert werden und müssen weiterhin manuell auf die Elemente aufgelegt werden, da die Greifer mit Vakuumtechnik ausgestattet sind und sich nicht für luftdurchlässige Materialien eignen.

Datenfluss und Arbeitssicherheitskonzept

Obwohl die Software für den Betrachter und Bediener der Anlage unsichtbar bleibt, spielt sie eine zentrale Rolle im gesamten System. In der Entwicklung der Anlage traten hier die grössten Herausforderungen auf. Aus dem CadWork werden Btlx-Daten exportiert. Danach interpretiert die CAM-Software die Daten und generiert sämtliche Maschinendatenpakete wie Zuschnittdaten, Verfahrensweg, Vorgaben für die Dämmung usw. Das HMI (Human-Machine-Interface) ist die Software zur Bedienung der ganzen Anlage. Sie prüft sämtliche Zustände der Maschine und gibt die

Abläufe vor (z.B. zuerst zuschneiden, dann alles legen usw.). Bei der CAM-Lösung konnte die Firma DDX ihre Erfahrung mit Robotik einbringen und schnell die passende Lösung erstellen. Das HMI wurde von der Berner Fachhochschule von Grund auf neu entwickelt.

Die Roboterzelle ist durch transparente Schutzwände gesichert. In vielen Betriebsarten ist jedoch der Aufenthalt in der Zelle dank des Einsatzes von ausgeklügelter Sensorik auch bei laufendem Betrieb möglich. So können zeitgleich auf dem einen Tisch Rahmen zusammengebaut und auf dem anderen Tisch Bearbeitungen durch den Roboter durchgeführt werden. Das Sicherheitskonzept wurde in Absprache mit der Suva und dem kantonalen Amt für Arbeit und Wirtschaft entwickelt.

Wirtschaftliche Zielsetzung

Der Einsatz eines Roboters ist aus ökonomischer Sicht attraktiv, da er in vielen Branchen ein bewährtes Instrument für die Automatisierung darstellt und zu günstigen Preisen auf dem Markt erhältlich ist. Die betriebsinternen Berechnungen haben gezeigt, dass mit den aktuellen Mengen und Projektkosten des Unternehmens eine ansprechende Wirtschaftlichkeit erzielt werden kann. Mit dem Anlagenkonzept werden umfangreichere Aufgaben an die Maschine übertragen, wodurch die Anlage über längere Zeiträume autonom arbeitet.

Die Vögeli Holzbau AG setzt darauf, dass die Produktionsmitarbeitenden nicht nur mit der Bedienung der Anlage beschäftigt sind, sondern auch wertschöpfende Tätigkeiten wie das Zusammenschrauben der Holzrahmen übernehmen können. Zu den Anlagenkosten werden keine konkreten Angaben gemacht. ■



Einfach lösbare
Verbindungen sind
Schlüsselemente
einer nachhaltigen
Baukultur.



Am Anfang des Studienprojekts stand die Klassifizierung von Verbindungen in L-, T-, X- und I-Typen (Ecke, Anschluss, Kreuz, Verlängerung).

STUDIENPROJEKT ZU HOLZVERBINDUNGEN

Wie können aus Rest- und Abfallmaterialien mithilfe digitaler Tools und Prozessen neue, hochwertige und zirkuläre Konstruktionen gebaut werden? Das ist eine Kernfrage, mit der sich das Institut Bautechnologie und Prozesse (IBP) am Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen der ZHAW in Winterthur beschäftigt. Text DB Bilder Yves Ebnöther, IBP

Einfach lösbare Verbindungen sind für eine zirkuläre (Bau-)Wirtschaft zentral, damit Konstruktionen am Ende ihrer Nutzungsdauer zerlegt und die Komponenten neu eingesetzt werden können. «Holzverbindungen erhalten in diesem Zusammenhang eine zusätzliche Bedeutung», sagt Yves Ebnöther, Dozent am IBP der ZHAW in Winterthur. «Sie sind nicht nur traditionsreiche gestalterische und konstruktive Elemente, sie sind auch Schlüsselemente einer nachhaltigen Baukultur.»

Die Fragestellung zu zirkulären Konstruktionen im Möbelmassstab untersuchen Architekturstudierende aus dem zweiten und dritten Studienjahr im Wahlpflichtfach «Spezialfragen Digitale Technologien».

Anhand von Beispielen europäischer oder japanischer Holzverbindungen entwerfen die Studierenden neue Verbindungen, die modernen Techniken angepasst sind. Zunächst setzen sie diese im Möbelmassstab mit der handgeführten CNC-Fräse Shaper Origin um, danach folgt in einem zweiten Schritt die grossmassstäbliche Umsetzung auf der CNC-Anlage von Isel.

Inspiration für das 2026 durchgeführte Semesterprojekt «Digital Wood Joint 1:1» war die Ausstellung «Unplugged – die Kraft der Holzverbindungen» im Werkraum Breitenzerwald. Am Anfang stand die Klassifizierung von Verbindungen in L-, T-, X- und I-Typen (Ecke, Anschluss, Kreuz, Verlängerung). Gestartet wurde dann mit einer

Projektleitung

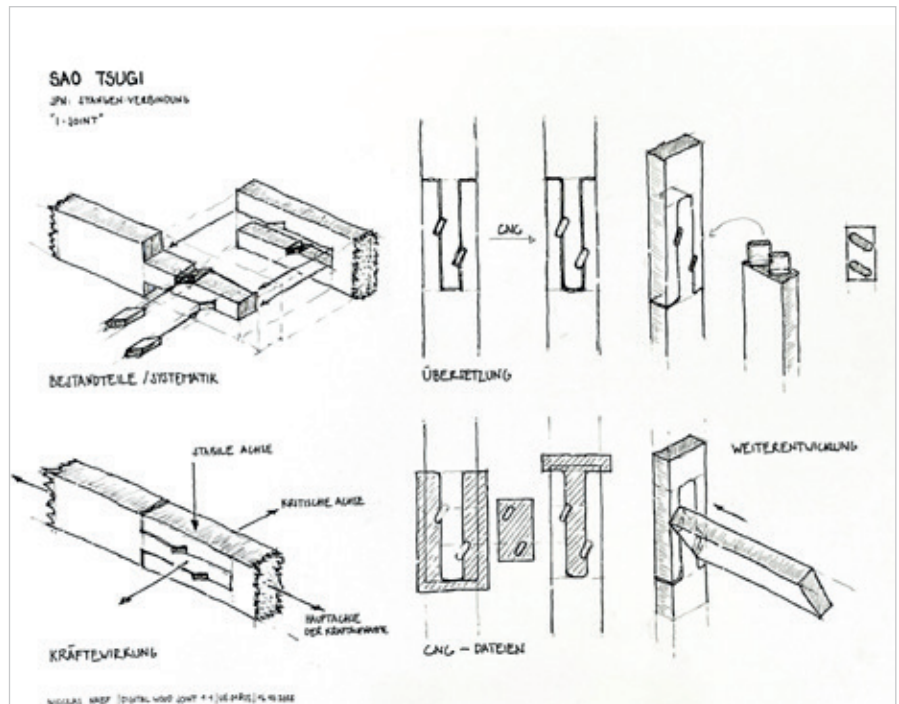
Dozent Yves Ebnöther ist Industriedesigner. Er studierte Produktdesign in London, war in verschiedenen Designbüros tätig und schloss ein Nachdiplomstudium an der ETH Zürich ab. Er verantwortete Aufbau und Leitung des RAPLAB D-ARCH für die ETH, war Gastdozent im BA Objektdesign der HSLU und ordentlicher Professor für Computer-Generated Object Design an der TH Nürnberg. Aktuell ist er als Dozent am Institut für Bautechnologie und Prozesse (IBP) und Co-Leiter Forschungsschwerpunkt «Digitale Technologien in Entwurf und Fabrikation» an der ZHAW tätig, sowie als freischaffender Designer in Zürich. ebnoether.com

zeichnerischen Analyse: Wie und in welche Richtung wird ein Knoten zusammengebaut und wie und in welche Richtung kann er Kräfte aufnehmen? Es folgten der Entwurf einer eigenen Verbindung, der Modellbau und die Entwicklung mit 3D-Druck. Um den Aspekt der «prozessgerechten Gestaltung» zu überprüfen, wurden die Konzepte der Studierenden als Verbindung aus Dachlatten umgesetzt. Dabei kam die CNC-Handfräse zum Einsatz.

«Der Transfer der Design-Idee auf die Maschine birgt für die Studierenden Überraschungen», so Yves Ebnöther. «Zum Beispiel weil gefräste Innenecken immer rund sind. Das muss bei der Konstruktion berücksichtigt werden.» Die CNC-Handfräse ermöglicht bei der Umsetzung eine hohe Präzision mit einfacher Bedienung. «Das ist für die Studierenden sehr motivierend», weiss der Dozent.

Nach der Realisation im Möbelmassstab wurde die Umsetzung im grösseren Massstab auf der CNC-Anlage getestet – zunächst im IBP und dann bei einem Holzbaubetrieb. «Es geht darum, zu verstehen, welche Aspekte sich übertragen lassen und welche nicht», erläutert Yves Ebnöther das Vorgehen.

Parallel zum Semesterprojekt «Digital Wood Joint 1:1» mit anschliessender Ausstellung in der Halle 180 der ZHAW in Winterthur wurde vom IBP das Forschungsprojekt «Open Platform for Circular Timber Joints» initiiert, welches die Idee verfolgt, innovative Verbindungen als Open-Source-Bibliothekselemente zu erfassen, anderen zur Verfügung zu stellen und so das nachhaltige, zirkuläre Bauen zu fördern. ■



Die Studierenden näherten sich der Thematik mit einer zeichnerischen Analyse: Wie und in welche Richtung wird ein Knoten zusammengebaut und wie und in welche Richtung kann er Kräfte aufnehmen?

Die Studierendenprojekte sind auf der Plattform «Halle 180+ Raum des Wissens» dokumentiert: wissen.halle180plus.zhaw.ch/zhaw:teaching_731ab256-a246-4160-b32f-d832af127aa4

Studieren am Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen

Das Institut Bautechnologie und Prozesse (IBP) an der ZHAW in Winterthur ist eine interdisziplinäre Plattform für die Erforschung und Lehre von neuen Technologien und Prozessen in der Architektur. Schwerpunkte sind hybrider Leichtbau, digitale Technologien in Entwurf und Fabrikation, Gebäudeenergiesysteme und -technologien sowie digitale/s Bauprozesse und -management. An der Schnittstelle von Architektur und Ingenieurwissenschaften entwickelt das IBP in Zusammenarbeit mit Industriepartnern praxisnahe Ansätze. Dazu zählen die Digitalisierung von Planungs- und Fertigungsprozessen, die nachhaltige und ressourcenschonende Verwendung von Energie und Materialien, die Verbindung von intelligenten und integrierten Systemen in hybrider Bauweise, die Entwicklung konstruktiver Systeme unter dem Aspekt der Kreislaufwirtschaft sowie der Einsatz daten- und versuchsbasierter Methoden für die Optimierung von Form und Konstruktion.

Im Herbstsemester 2026 starten unter der Leitung des IBP der neue Masterstudiengang «MSc Integrierte Bau- und Energiesysteme» zum klimaverträglichen Bauen sowie das CAS «Performance-Based Design – Parametrische und datenbasierte Planung». zhaw.ch/ibp

FEUERTAUF DER VOLLHOLZWAND

Holz muss von Luft umspült sein, um gut zu brennen. Grosse Holzklötze brennen äusserst schlecht, sie verkohlen nur langsam an der Oberfläche. Somit bleibt die Wandkonstruktion mit Vollholz lange Zeit tragfähig und das Gebäude stürzt nicht ein. Sehr deutlich zeigt dies der Brandschutztest der Nägeli AG.

Text Sue Lüthi **Bilder** Nägeli AG



Spannender Moment nach 90 Minuten:
Die 18 Zentimeter dicke Vollholzwand wird vom Ofen genommen.

Gebannt beobachten die Holzbauer der Nägeli AG aus Gais (AR) die 3 Meter mal 3 Meter grosse und 18 Zentimeter dicke Vollholzwand, hinter der im Ofen das offene Feuer brannte. Die Wand war einen Monat zuvor an der Prüfungsanstalt MFPA in Leipzig (DE) an die Ofenkammer eingebaut worden, damit sie sich an das Klima des Prüfortes anpasst. 90 Minuten lang trotzte sie den Flammen und der Temperatur von 1100 Grad – und auf der feuerabgewandten Seite war nichts zu sehen und zu fühlen. Die Temperatur an der Oberfläche hatte sich um lediglich 1,5 Grad erhöht.

Dann folgten drei Stossbeanspruchungen: Ein Pendelgewicht wurde drei Mal von der Seite gegen die Wand geschleudert: Sie hielt stand. Nach dem Test war nur die erste Lage abgebrannt und die zweite Lage verkohlt. Bei den anderen Lagen waren keine Brandspuren sichtbar. Die abschliessende Notiz im Prüfungsbericht fasst zusammen: «Keines der Bewertungskriterien gefährdet.»

Das Bauteil besteht aus mehreren Lagen Holzbretter, die kreuz und quer aufeinander geschichtet und mit Buchendübeln leimfrei verpresst sind. Die einzel-

nen Bretter massen im Testfall 3000 auf 137 auf 30 Millimeter. Sie sind dicht und stumpf aneinandergestossen und bewusst sägeroh belassen, damit kein Hobelverlust entsteht und sich zwischen den einzelnen Lagen kleine Lufteinschlüsse ergeben.

Komprimierte Buchendübel

Durch diesen «Bretterkuchen» bohrt eine Maschine im Abstand von 14 und 28 Zentimetern die 15 Millimeter grossen Löcher. In diese werden 16,2 Millimeter starke Buchendübel getrieben, die beim Einpressen komprimiert werden, damit sie nachher im Element mit etwas Feuchtigkeit wieder aufquellen können. So werden die Bretter kraftschlüssig miteinander verbunden.

Die Wand ist ein Produkt der Nägeli AG aus Gais. Hannes Nägeli war ein leidenschaftlicher Holzbauer, der die Idee eines leim- und metallfreien Holzbausystems verfolgte und 2005 schliesslich das System «Appenzellerholz» patentierte. Später erweiterte er das Unternehmen um eine neue Produktionsstrasse mit Schweizer Anlagen, in der die Vollholzelemente auf Mass produziert werden. Mit der Firma Twooods wird damit der Bogen zwischen Maschinenbauer und Holzbaubetrieb gespannt und die Produktion von diesem Vollholzsystem über die gesamte Schweiz verbreitet und weiterentwickelt. ■

Appenzellerholz im Brandschutztest

Produkt: Vollholz-Wandelement
«Twooods», Stärke 18 Zentimeter
Auftraggeber: Twooods GmbH,
Gais (AR)
Brandtest: Materialforschung
und Prüfungsanstalt MFPA
Leipzig GmbH (DE), 2022
Dauer: 90 Minuten
Temperatur: 1100 Grad
Zertifizierung: REI90
naegeli-holzbau.ch



BRANDSCHUTZ MIT SÄGEMEHL

Was heute meist im Ofen landet, könnte morgen Häuser schützen. Forschende der ETH Zürich und der Empa Dübendorf haben einen Weg gefunden, Sägemehl mit einem Mineralbinder zu einem schwer entflammbaren, robusten Material zu pressen. Dieses ist sogar kreislauffähig. Text Samuel Schlaefli, ETH Zürich

Bilder Maximilian Ritter und Lorenza Maddalena (aus Kürsteiner R et al., «Chem Circularity», 2026)



Das neue Material aus Sägemehl und Mineralbinder ist ein hervorragender Brandschutz.

Ein Flammenwerfer spritzt Flammen auf ein Stück des Materials. Das Material selbst fängt nicht Feuer. Dafür legen die Forscher die Hand ans Feuer: Das neue Material ist ein hervorragender Brandschutz. Forschende haben aus Sägemehl und einem Mineral ein Material geschaffen, das feuerfest ist und im Innenausbau eingesetzt werden kann. Erste Schätzungen zeigen, dass das Material die gleiche Brandschutzklasse erreichen könnte wie herkömmliche zementgebundene Spanplatten. Die Bestandteile des Kompositmaterials lassen sich im Gegensatz zu anderen feuerfesten Baumaterialien wiederverwenden.

Millionen von Tonnen Sägemehl

Bei jedem Baumstamm, der zugesägt wird, entsteht Sägemehl. Jährlich fallen weltweit Millionen von Tonnen davon an, die meistens verbrannt werden. Dabei gelangt das im Holz gespeicherte Kohlendioxid wieder in die Atmosphäre – was aus Klimaschutzgründen besser vermieden würde. Ein Forschungsteam in der Professur für holzbasierte Materialien an der ETH Zürich und der Empa hat nun ein Verfahren entwickelt, mit dem Sägemehl zu einem umweltschonenden und rezyklierbaren Komposit verarbeitet werden kann. Dadurch kann das Sägemehl länger im Materialkreislauf gehalten werden. Die Forschenden nutzen dafür das Mineral Struvit, ein kristallines, farbloses Ammoniummagnesiumphosphat.

Dass Struvit interessante Eigenschaften für den Brandschutz besitzt, war bereits bekannt. Jedoch war es aufgrund seines Kristallisationsverhaltens schwierig, das Mineral mit Sägemehlparkeln zu verbinden. Die Forschenden nutzen nun ein Enzym, das sie aus den Kernen von Wassermelonen gewinnen, um die Kristallisation des Struvits in einer wässrigen Suspension mit Sägemehl zu kontrollieren. Dadurch entstehen grosse Kristalle, welche die Hohlräume zwischen den Sägemehlparkeln ausfüllen und die Partikel fest miteinander verbinden. Das für zwei Tage verpresste Material wird anschliessend aus der Form genommen und bei Raumtemperatur getrocknet.

«Das Material ist gegenüber Druck stabiler als das ursprüngliche Fichtenholz senkrecht zum Verlauf der Holzfasern», erzählt Ronny Kürsteiner, der das Verfahren im Rahmen sei-

ner Doktorarbeit unter der Leitung von Ingo Bungert, Professor für holzbasierte Materialien, entwickelt hat. Es eigne sich aufgrund seiner mechanischen Eigenschaften und hohen Feuerfestigkeit vor allem für den Innenausbau. Denn Struvit ist nicht nur nicht brennbar, sondern trägt aktiv zur Erhöhung der Feuerfestigkeit bei. Unter Hitze zersetzt sich das Mineral, dabei werden Wasserdampf und Ammoniak freigesetzt. Dies ist ein Vorgang, der Wärme aus der Umgebung aufnimmt und dadurch kühlend wirkt. Zudem verdrängen die freigesetzten, nicht brennbaren Gase die Luft, die so dem Feuer zur weiteren Ausbreitung fehlt, sodass das Material schneller verkohlt.

Holzelemente, die sich selbst schützen

Das ETH-Team hat mit Forschenden am Polytechnikum Turin zusammengearbeitet, die das Material in einem sogenannten Kegelkalorimeter getestet haben. Dabei handelt es sich um ein standardisiertes Prüfverfahren, welches das Verhalten bei externer Hitzeeinstrahlung nachbildet. Während unbehandeltes Fichtenholz bereits nach etwa 15 Sekunden Feuer fängt, dauert es beim Struvit-Sägemehl-Komposit mehr als dreimal so lang. Hat es einmal Feuer gefangen, bildet sich schnell eine Schutzschicht aus anorganischem Material und Kohlenstoff, die das Material vor einer weiteren Ausbreitung des Feuers schützt. «Die Struvit-Sägemehl-Platten schützen sich also quasi von selbst», so Kürsteiner.

Erste Schätzungen hätten gezeigt, dass das Material die gleiche Brandschutzklasse erreichen könnte wie herkömmliche zementgebundene Spanplatten. Dies müsse jedoch noch mit grösseren Flammenschutzexperimenten bestätigt werden. Solche Spanplatten sind heute im Innenausbau für Flammchutzanwendungen weit verbreitet. Sie bestehen aus 60 bis 70 Gewichtsprozent Zement, sind entsprechend schwer und haben aufgrund des hohen Energieverbrauchs bei der Zementherstellung eine schlechte Klimabilanz. Die Struvit-Sägemehl-Platten bestehen dagegen nur zu 40 Prozent aus Bindemittel und sind deutlich leichter.

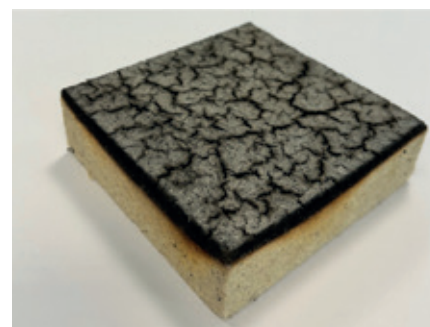
Das neuartige Komposit hat gegenüber anderen Komposit-Baumaterialien noch einen weiteren gewichtigen Vorteil: Zementge-

bundene Spanplatten landen nach einem Abbruch meist auf der Sondermülldeponie. Die Struvit-Sägemehlplatten können hingegen wieder in ihre Einzelkomponenten zerlegt werden. Dafür wird das Material in einer Mühle mechanisch aufgebrochen und auf etwas über 100 Grad Celsius erhitzt, wobei das Ammoniak freigesetzt wird und das Sägemehl abgesiebt werden kann. Anschliessend wird der mineralische Ausgangsstoff für Struvit, das sogenannte Newberyit, wieder als Feststoff ausgefällt.

Einfacher Recyclingprozess

Es ist möglich, Newberyit anschliessend erneut mit Sägemehl zu Kompositen zu verarbeiten. Somit könnte das neue Material einst einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten. Es kann zudem als natürlicher Dünger eingesetzt werden. Das ist für die Landwirtschaft interessant, weil es den gebundenen Phosphor, den Pflanzen fürs Wachstum benötigen, langsam und kontrolliert abgibt.

In einem nächsten Schritt wollen die Forschenden den Produktionsprozess weiter optimieren und skalieren. Ob sich das Material in der Baubranche durchsetzen wird, hänge vor allem von den Kosten des Bindemittels ab, sagt Kürsteiner. Im Vergleich zu Polymer-Bindemitteln oder Zement ist Struvit verhältnismässig teuer. Das liesse sich jedoch durch das Erschliessen eines weiteren Kreislaufs ändern: Struvit fällt nämlich in grösseren Mengen in Kläranlagen an und verstopft dort die Abwasserrohre. «Diese Ablagerungen könnten wir als Ausgangsmaterial für unseren Baustoff verwenden», so Kürsteiner. **ethz.ch** ■



Das neuartige Material könnte die gleiche Brandschutzklasse erreichen wie herkömmliche, zementgebundene Spanplatten.

PIONIERPROJEKT IM KOMMUNALEN BÄDERBAU

Ende 2025 fiel der Startschuss für ein europaweit einzigartiges Bauprojekt: Von Blumer Lehmann aus Gossau (SG) wurden die ersten Holzmodule für ein transportables und vollständig rückbaubares Hallenbad in Stuttgart-Zuffenhausen angeliefert und montiert. Im Herbst 2026 wird es eröffnet.

Text 4a Architekten GmbH **Renderings** POOL out of the BOX, 4a Architekten GmbH **Bilder** POOL out of the BOX, Tom Bloch, Lukas Osterwalder



Das mobile Hallenbad dient als Zwischennutzung, bis der Ersatzneubau des bisherigen Hallenbads in Stuttgart-Zuffenhausen fertiggestellt ist.

Mit einem 25-Meter-Becken, fünf Bahnen und einem Teilhubboden bietet das Bad eine funktionale Ausstattung auf hohem Niveau. Es setzt Massstäbe in mehrfacher Hinsicht: ökologisch, konstruktiv und städtebaulich. Das zukunftsweisende Projekt wurde von Pool out of the Box entwickelt, einem Spezialisten für modularen und seriellen Hallen-

schwimmbadbau. Die Architektur stammt von den 4a Architekten, unterstützt vom Holzbauunternehmen Blumer Lehmann, von Kannewischer Ingenieuren, von Zeller Bäderbau sowie Wassertechnik Wertheim. Ziel von Pool out of the Box ist es, während Sanierungen oder Neubauten von Anlagen verlässliche Ersatzwasserflächen zu schaf-

fen – für Schulen, Vereine und die Bevölkerung. In Stuttgart war das mobile Hallenbad mit seinen Edelstahlbecken in nur drei Wochen vollständig errichtet – ein Beispiel dafür, wie schnell, nachhaltig und flexibel kommunaler Bäderbau heute realisiert werden kann. Anschliessend wurde der Innenausbau finalisiert.

Cradle-to-Cradle-Prinzip

Das Hallenbad folgt dem Prinzip «Designed for disassembly – built to last»: Es ist so konzipiert, dass es vollständig rückgebaut, abtransportiert und an anderer Stelle wieder aufgebaut werden kann. Möglich wird dies durch eine modulare Holzbauweise mit hohem Vorfertigungsgrad, was kurze Montagezeiten ermöglicht und den CO₂-Fussabdruck deutlich reduziert. Damit erfüllt das Projekt zentrale Nachhaltigkeitsziele der EU und orientiert sich am Cradle-to-Cradle-Prinzip.

Insgesamt 46 Module – 28 im Erdgeschoss und 18 im Obergeschoss – bilden die funktionalen Bereiche wie Umkleiden, Aufsicht, Technikräume und Sanitäreinrichtungen. Die standardisierten Module im Format 3,50 Meter auf 9,90 Meter werden durch individuell angepasste Sondermodule ergänzt, etwa im Bereich des Beckens oder der Technik. Auch Fassadenelemente, Decken und Installationen sind weitgehend vorgefertigt und teils bereits werkseitig ausgebaut.

Holz als Baustoff der Zukunft

Neben seiner Mobilität überzeugt das Projekt durch seinen konsequenten Einsatz von Holz – von der tragenden Konstruktion über die Fassaden bis hin zur Unterkonstruktion des Edelstahlbeckens. Dies reduziert klimaschädliche Emissionen und ermöglicht einen hohen Recyclinggrad. Sämtliche Module und nahezu alle Bauteile sind so gestaltet, dass sie nach ihrem Einsatz wiederverwendet werden können – ein echtes Zukunftsmodell für den öffentlichen Bäderbau. Im September 2026 geht das mobile Bad in Zuffenhausen in Betrieb. Weitere Standorte in Möhringen und Untertürkheim bei Stuttgart sind geplant.

4a-architekten.de,
pooloutofthebox.com,
blumer-lehmann.com



Auch von aussen zeigt das temporäre Hallenbad seinen hölzernen Charakter.



Blumer Lehmann aus Gossau lieferte die vorgefertigten Holzmodule nach Stuttgart.



Das Hallenbad lädt ab September 2026 zum Sprung ins kühle Nass.

Bei dieser Computermaus besteht nicht nur das Gehäuse aus biologisch abbaubarem Material, sondern auch die Leiterplatte.



COMPUTERMAUS: GEHÄUSE UND LEITERPLATTE AUS HOLZ

Heutige Leiterplatten bestehen aus fossilen Rohstoffen und lassen sich kaum recyceln. Empa-Forschende haben eine biologisch abbaubare Variante entwickelt – ein wichtiger Schritt in Richtung nachhaltiger Elektronik. Ihr Biomaterial basiert vollständig auf Holz und lässt sich zu funktionierenden Platinen für elektronische Geräte verarbeiten.

Text und **Bilder** Empa

Sie sind das Herz eines jeden elektronischen Geräts, vom Laptop bis hin zur elektrischen Zahnbürste: Leiterplatten, auch Platinen oder PCBs genannt, aus dem Englischen «printed circuit boards». Die steifen Platten sind mit Kupferbahnen und verlöteten Elektronikkomponenten übersät und meist in einem charakteristischen Grün lackiert. Besonders umweltfreundlich sind sie nicht. Als Trägermaterial für die Kupferbahnen und elektronischen Komponenten kommt in der Regel ein Laminat aus glasfaserverstärktem Epoxidharz zum Einsatz. Dieser Verbundwerkstoff wird aus Erdöl hergestellt und lässt sich nicht recyceln. Die fachgerechte Entsorgung ist aufwendig, zum Beispiel in einem speziellen Pyrolyseofen mit Abluftreinigung – ein Problem angesichts der grossen Mengen an ausgedienten Platinen, die jedes Jahr zur Entsorgung anfallen.

«Grüne» Elektronik

Forschende um Thomas Geiger aus dem «Cellulose and Wood Materials»-Labor der Empa arbeiten an einer «grünen», sprich nachhaltigen, Alternative – die in Wahrheit braun ist. Im Rahmen des EU-Forschungsprojekts «HyPELignum» (siehe Box) haben sie ein Trägermaterial für die Leiterplatten auf der Basis von Holz entwickelt, der mit dem konventionellen Epoxidharz mithalten kann – und zugleich vollständig biologisch abbaubar ist. Die daraus hergestellten Platinen haben die Forschenden in Computermäuse eingebaut. Die biologisch abbaubare Maus funktioniert wie jede an-

dere Computermaus. Das 3D-gedruckte Gehäuse wurde aus einem Gemisch aus bioabbaubarem Kunststoff und Holzfasern hergestellt. Um vom Rohmaterial zum fertigen Produkt zu gelangen, wird die Lignozellulose zu hornifizierte Platten gepresst. Diese werden auf die gewünschte Form zugeschnitten und mit den Leiterbahnen und den Elektronikkomponenten versehen.

Zellulose-Fibrillen und Lignin

Der Ausgangsstoff für das Trägermaterial ist eine natürliche Mischung aus Zellulose mit etwas Lignin. Streng genommen handelt es sich dabei um ein Abfallprodukt. «Unsere Partner am Forschungsinstitut TNO in den Niederlanden haben ein Verfahren entwickelt, um die Rohstoffe Lignin und Hemizellulose aus dem Holz zu extrahieren», erklärt Thomas Geiger. «Was bleibt, ist die bräunliche Lignozellulose, für die es bisher keine Verwendung gab.» Geiger, der bereits seit langem an Elektronik aus Zellulose forscht,

sah das Potenzial des Rohstoffs. Damit aus der flockigen Lignozellulose ein Hightech-Produkt wie eine Leiterplatte werden kann, muss sie zunächst mit Wasserzugabe gemahlen werden, um die relativ dicken Zellulosefasern zu Zellulose-Fibrillen aufzuschliessen. Dabei entsteht ein feines Netz aus hauchdünnen Fibrillen, die untereinander verknüpft sind. In einem nächsten Schritt wird aus der Masse das Wasser mit hohem Druck herausgepresst. Die Fibrillen rücken näher zusammen und trocknen zu einer festen Masse. Diesen Prozess nennen die Forschenden «Hornifizierung». «Das enthaltene Lignin dient als zusätzliches Bindemittel», so der Forscher.

Widerstandsfähig und kompostierbar

Die entstandene hornifizierte Platte ist fast so widerstandsfähig wie eine konventionelle Leiterplatte aus Glasfasern und Epoxid – fast. Denn diese kompostierbare Platte reagiert noch immer empfind-

HyPELignum

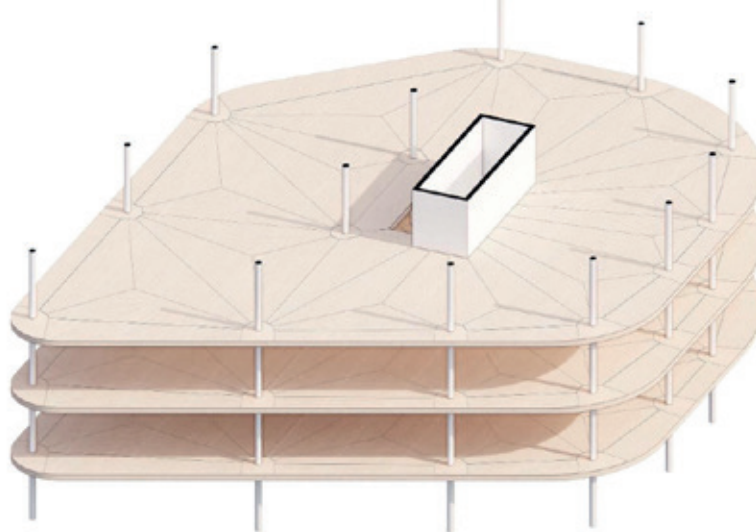
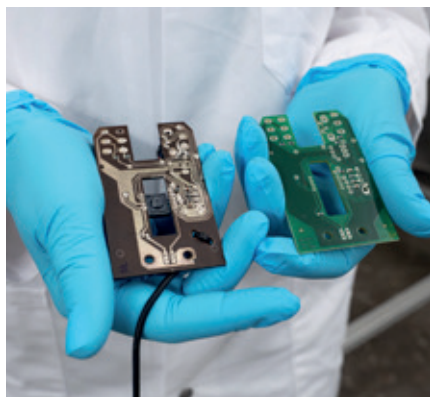
Das EU-Forschungsprojekt HyPELignum hat zum Ziel, einen ganzheitlichen Ansatz für eine funktionale, CO₂-neutrale Elektronik zu entwickeln. Dafür kombinieren die internationalen Projektpartner aus Forschung und Industrie holzbasierte Ausgangsstoffe und möglichst unkritische Übergangsmetalle mit additiver Fertigung und fortschrittlichen Nachhaltigkeitsanalysen. Das Projekt wurde im Rahmen des «Horizon Europe»-Programms und dem Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) finanziert und läuft von Oktober 2022 bis September 2026. Forschende der Empa beteiligen sich an der Entwicklung nachhaltiger Leiterplatten sowie an der Lebenszyklusanalyse. hypelignum.eu

lich auf Wasser und hohe Luftfeuchtigkeit. Aber Wasser wird benötigt, denn, «wenn gar kein Wasser mehr in das Trägermaterial eindringen kann, können auch keine Mikroorganismen wie zum Beispiel Pilze mehr darin wachsen – und damit wäre die Bioabbaubarkeit nicht mehr gegeben», erklärt Geiger.

Transfer in die Industrie

Die Forschenden sind zuversichtlich, dass sich die Resistenz des Biowerkstoffes aus Lignozellulose mit der richtigen Verarbeitung weiter verbessern lässt. «Bei gewissen Anwendungen müssen wir aber auch unser Verhältnis zur Elektronik überdenken», sagt Thomas Geiger. «Viele elektronische Geräte sind nur wenige Jahre in Gebrauch, bevor sie veralten – es ist daher nicht unbedingt sinnvoll, sie aus Materialien herzustellen, die Hunderte von Jahren überdauern können.» Als Nächstes wollen die Forschenden ihren Biowerkstoff für Leiterplatten widerstandsfähiger machen, ohne seine Bioabbaubarkeit zu beeinträchtigen. Auch planen die Projektpartner, weitere Demonstrationsgeräte mit Platten aus Lignozellulose zum Abschluss des HyPELignum-Projekts 2026 anzufertigen. Nicht fehlen darf der Transfer in die Industrie: «Gemeinsam mit Schweizer und europäischen Unternehmen wollen wir weitere Verwendungsmöglichkeiten für den Lignozellulose-Werkstoff entwickeln», sagt Geiger. empa.ch/web/s604/hypelignum-cellulose-computer-mouse ■

Links eine Maus-Platine aus Lignozellulose, rechts eine konventionelle Maus-Platine aus fossilen Rohstoffen.



UniversalTimberSlab: Anordnung von Geschossdecken-segmenten in einem beispielhaften Gebäudegrundriss.

PUNKTGESTÜTZTE FLACHDECKEN

Punktgestützte Flachdecken aus Holz stellen eine zentrale Herausforderung im modernen Holzbau dar. Es gilt, Holzdecken zu entwickeln, die nicht linear, sondern punktgestützt gelagert werden können und gleichzeitig keine linearen Unterzüge vorweisen – also in ihrer Planungslogik direkt mit klassischen Stahlbeton-Flachdecken vergleichbar sind. Text und Grafiken Hans Jakob Wagner, Gregor Neubauer

Flachdecken aus Holz würden dem modernen Holzbau wesentliche Potenziale eröffnen, bringen aber aktuell noch Fragen hinsichtlich Tragverhalten, Fügung, Wiederverwendbarkeit und Wirtschaftlichkeit mit sich. Der Holzbau hat sich in den letzten Jahrzehnten stark weiterentwickelt, insbesondere im Geschosswohnungs- und Verwaltungsbau. Dennoch sind viele Konstruktionen nach wie vor rastergebunden, mit durchlaufenden Trägern beziehungsweise sichtbaren Unterzügen. Punktgestützte Flachdecken würden diese Einschränkungen aufheben. Sie bieten die Möglichkeit zur flexiblen Raumnutzung, zur einfachen Integration von technischer Gebäudeausrüstung (TGA) und zur Reduktion der Bauhöhe. Nachhaltigkeit und Zirkularität sind dabei keine nachgelagerten Anforderungen, sondern strukturelle Voraussetzungen für das Bauen der Zukunft. In diesem Zusammenhang lassen sich – analog zu den Prinzipien der zirkulären Gesellschaft und der Kaskadennutzung von Materialien – fünf Ebenen unterscheiden, auf denen ein Flachdeckensystem aus Holz zur ökologischen Transformation des Bauens beitragen kann:

- Vermeidung von Emissionen in der Herstellung (Reduce)
- Räumliche Wiederverwendung (Reuse)
- Bauteil-Wiederverwendung (Reuse, Reconstruct)
- Stoffliche Wiederverwendung (Remanufacture)
- Stoffliches Recycling (Recycle)

Gleichzeitig fördern diese fünf Ebenen eine zielgerichtete Entwicklung hin zu einer langfristig nachhaltig einsetzbaren Technologie.

Das Potenzial von Flachdecken aus Holz

Ein oft weniger stark beachteter, allerdings besonders wichtiger Hebel im Sinne kreislauffähiger Bauweisen ist die räumliche Wiederverwendung. Hier entscheidet sich, ob ein Gebäude langfristig genutzt werden kann oder bereits nach wenigen Jahrzehnten wieder abgebrochen wird. Und genau darin liegt im Holzbau derzeit die grösste konstruktive Herausforderung: Flachdecken, die hohe Nutzlasten tragen, grosse Spannweiten überbrücken und dabei ohne Unterzüge auskommen, müssen erst entwickelt werden. Trotzdem ist das Potenzial gross: Flachdecken aus Holz

ermöglichen kompakte Bauweisen. Sie reduzieren die Bauhöhe und erlauben eine durchgängige Integration der technischen Gebäudeausrüstung ohne geometrische Konflikte mit konstruktiven, tragenden Deckenelementen. Gleichzeitig vereinfachen sie die Planung, denn die Lastabtragung erfolgt direkt auf punktgestützte Achsen, was eine strukturierte, verständliche Entwurfslogik schafft.

Bestehende Systeme für Holzdecken umfassen Brettsperrholz-, Brettstapel-, Balken- und Hohlkastendecken. Bis auf die traditionellen Balkendecken sind sie hauptsächlich aus vorgefertigten Platten, die auf die Baustelle geliefert und dort montiert werden. Besonders leistungsfähig ist die Brettstapeldecke, die aus stehenden Lamellen besteht, die nebeneinander eine Platte bilden. Durch die Ausrichtung der Holzfasern parallel zur Spannrichtung können Brettstapeldecken grosse Spannweiten bei kompakter Bauweise erreichen. Die meisten dieser Systeme sind einachsig gespannt und benötigen lineare Auflager wie Unterzüge. Sie sind daher für punktgestützte Flachdecken, bei denen Lasten direkt auf einzelne Stützen wirken, ungeeignet. Ausserdem setzen sie eine strenge Rasterplanung und rechteckige Grundrisse voraus. Deshalb kommen sie vor allem in Gebäuden mit tragenden Wänden zum Einsatz, auf denen die Deckenplatten linear aufliegen.

Hohe Kräfte übertragen

Seit einigen Jahren ermöglichen Brettsperrholzplatten eine zweiachsige Lastabtragung, sodass punktgestützte Flachdecken ohne Unterzüge machbar sind. Firmen wie TS3 und Rothoblaas haben dafür spezielle Verbindungssysteme entwickelt, die Platten mit Stützen und untereinander verbinden. Da allerdings zwischen den Plattensegmenten

sehr hohe Kräfte übertragen werden müssen, sind komplexe Verbindungsmittel notwendig. Die kreuzweise Anordnung der Holzlagen führt insbesondere an Stützenauflagerungen zu Schwachstellen, da Kräfte quer zur Holzfaser geleitet werden. Dieses sogenannte Rollschubversagen erfordert oft unwirtschaftliche Plattendicken.

Wesentlich weniger Material bedarf es bei der Ausführung mit durchlaufenden Trägern. Für mehrgeschossige Bauten spielt die Geschosshöhe eine entscheidende Rolle. Höhere Decken bedeuten auch höhere Fassaden- und Innenwandhöhen sowie mehr Raum für technische Installationen. Systeme mit durchlaufenden Trägern erhöhen die Bauhöhe oft um mehr als 50 Zentimeter und erschweren die Integration von Leitungen. Dies macht solche Holzdecken in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Bauhöhe oft weniger wettbewerbsfähig im Vergleich zu Betondecken.

Effiziente Segmentierung

Ein letzter wesentlicher Punkt betrifft die Form der Platten. Brettsperrholz- und Brettstapelsysteme basieren auf rechteckigen Platten. Zwar können mittels CNC-Abbund auch komplexe Formen aus diesen Platten geschnitten werden, jedoch entsteht dabei ein hoher Verschnitt. Gerade bei Bauprojekten mit unregelmässigen Grundrissen, die sich zum Beispiel an nichtlineare Strassenverläufe anpassen, führt die Verwendung rechteckiger Platten zu erheblichen Materialverlusten und damit höheren Kosten. Entscheidend ist dies insbesondere, da eine effizientere, das heisst dem Kraftfluss folgende Segmentierung einer Brettsperrholzdecke zwar dünnere Konstruktionshöhen erlaubt, gleichzeitig aber durch die komplexe Seg-

mentierung ein höherer Materialaufwand in der Herstellung notwendig ist.

Forschungsprojekt UniversalTimberSlab

Neben dem Ziel der Entwicklung einer punktgestützten Flachdecke aus Holz waren folgende konstruktive Kernziele massgebend für die Konzeptionierung des UniversalTimberSlab an der Universität Stuttgart:

- Holzfasern sind im vollen Querschnitt entlang den Hauptspanrichtungen in der Decke angeordnet, um die bestmögliche Tragfähigkeit zu erreichen und insbesondere eine Schwächung durch Rollschubversagen zu verhindern.
- Plattensegmente sollten aus Lamellen in ihre rohe Form massgeschneidert gefügt und nicht aus rechteckigen Platten geschnitten werden, um ein effektives Tragsystem mit minimalem Materialeinsatz und kaum Verschnitt zu erreichen.
- Geschossdecken sollten so in einfach zu transportierende Elemente segmentiert werden, dass entlang der Hauptspanrichtungen zwischen Stützenauflagern keine Schwächung durch bauseitige Verbindungen notwendig ist. Dadurch sollen bauseitige Verbindungen ohne Verklebung und idealerweise wiederverwendbar ausgeführt werden können.

Insgesamt liegt dem UniversalTimberSlab also die Ambition zugrunde, neben Reduce, Reuse und Recycle auch die Nachhaltigkeitsebene (Reconstruct) weitestgehend zu erfüllen.

Polygonale Plattenelemente

Die Grundidee beruht auf der Überlagerung der Holzfaserausrichtung mit dem idealen Kraftverlauf innerhalb der Deckenstruktur. Um dies zu erreichen, werden Deckensegmente entlang der Feldachsen zwischen zwei Stützen so angeordnet, dass die Faserbündel ununterbrochen der Hauptspanrichtung folgen. Dies wird erreicht, indem die Deckenplatte gemäss einer Delaunay-Triangulierung segmentiert wird. Hierbei stellen die Stützenmittelpunkte die Knoten dar, weiter wird auf jeder Stütze jeweils ein Auflager (Stützenkopfssegment) für die Deckensegmente vorgesehen. Die resultierenden dreieckigen Deckenfelder werden in den Achsen zwischen ihrem Mittelpunkt und den Stützenauflagern

Forschungsgruppenleiter

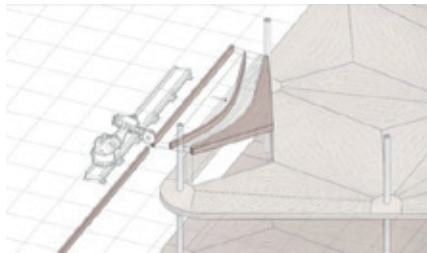
Hans Jakob Wagner und Gregor Neubauer sind wissenschaftliche Mitarbeiter und Forschungsgruppenleiter an der Universität Stuttgart. Sie forschen im Bereich der digitalen Architektur und des innovativen Holzbaus und arbeiten eng im Rahmen des Exzellenzclusters IntCDC (Integratives Computerbasiertes Planen und Bauen für die Architektur) zusammen. Wagner ist tätig am Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung (geleitet von Professor Achim Menges) und Neubauer am Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (geleitet von Professor Jan Knippers). icd.uni-stuttgart.de, itke.uni-stuttgart.de

getrennt. Daraus resultieren polygonale, in der Regel fünfeckige Plattenelemente, die sich in Form und Grösse an den statischen Erfordernissen der Decke orientieren – mit Längen zwischen 4 und 12 Metern und Breiten von 1 bis 3 Metern. Diese Einteilung folgt auch den Anforderungen für einfache Transportierbarkeit (siehe Grafik S. 19).

Ein weiteres zentrales Merkmal ist die gezielte Ausbildung von gekrümmten, durchlaufenden Brettlamellen innerhalb der Plattensegmente. Diese ermöglichen eine kontinuierliche Anpassung der Faserrichtungen, insbesondere im Bereich der Stützenanschlüsse, wodurch die radiale Kraftaufnahme verbessert wird und Schwachstellen durch abrupte Richtungsänderungen vermieden werden. Die Krümmung ist im Rahmen eines iterativen Herstellungsprozesses erreichbar: In mehreren Bearbeitungs- und Pressschritten sind Holzlagen so aufeinander aufgebaut, dass sie ohne Formen kurvilinear gebogen werden. Hierdurch lassen sich innerhalb eines Segments kontinuierliche Faserverläufe erreichen. Verklebungen zwischen Brettlamellen unterschiedlichen Faserverlaufs treffen mit Winkeln von jeweils weniger als 7 bis 10 Grad aufeinander – wodurch ein quasi uneingeschränkter Kraftübertrag zwischen nichtparallelen Brettlamellen möglich ist.

Geometrisch hochvariabel

Im Gegensatz zu der Herstellung von Brettsperrholzplatten sind solche Brettschichtholz-Segmente auch in nichtrechteckigen Formen ohne nennenswerten Verschnitt herstellbar: keilgezinkte, quasi endlose Brettlamellen werden in die jeweils erforderliche Länge gekappt und in das Bauteil eingesetzt (siehe nachfolgende Grafik).



Keilgezinkte, quasi endlose Brettlamellen werden präzise gekappt und gebogen in ein Deckensegment eingebracht.

Dementsprechend wird mit dem Verfahren eine geometrisch hochvariable, aber systemisch gleichbleibende digitale Fertigung ermöglicht. Durch Variation der Brettlamellenstärke ist nicht nur die Herstellung von Massivholzsegmenten, sondern auch von Hohlkasten- und Rippendeckenplatten möglich. Hierfür werden abwechselnd breite und schmale Brettlamellen gestapelt. Für einen Hohlkastenquerschnitt können auch schmale Brettlamellen auf einer dünnen Trägerplatte vormontiert werden, und mit obiger Systematik kann ein Segment mit massgeblichem Hohlkörperanteil entstehen (siehe nachfolgende Grafik).



Unterschiedliche Optionen zur Ausführung des UniversalTimberSlab als Massivholzdecke (Mitte), Hohlkastendecke (oben) oder Rippendecke (unten).

Ein Grundgedanke des UniversalTimberSlab ist, dass sich durch ein vollständig adaptives Bau-

system jegliche Deckenformen und Deckenfelder effektiv herstellen lassen. Gleichzeitig nehmen die Autoren allerdings an, dass auch in regelmässigen, standardisierten Deckengeometrien ein effektiver, kompetitiver Einsatz des Systems möglich ist. Mittels lösbarer Verbindungen kann das System dann auch vollständig und flexibel wiederaufgebaut werden.

Vorläufige Ergebnisse



Der UniversalTimberSlab-Demonstrator in Remscheid (DE) – die weltweit erste punktgestützte HBV-Flachdecke.

Im Juni 2026 konnte der UniversalTimberSlab zum ersten mal im Massstab 1:1 präsentiert werden. Hierzu wurde in Remscheid (DE) im Rahmen des Future Cleantech Festivals ein 9 Meter auf 5 Meter grosser Demonstrator erstellt und mit 20 Tonnen belastet. Zum Einsatz kam hierbei eine rückbaubare Holz-Beton-Verbund-Variante des UniversalTimberSlab mit geraden Lamellen und ohne Bedarf an Verbindungen zwischen den Holzsegmentstössen. Nachdem der Demonstrator in zwei Tagen montiert war, konnte er nach der Präsentation und dem Test vor internationalem Publikum innerhalb von zwei Tagen wieder rückgebaut werden (Kennwerte: 8 m x 4 m Spannweite, 36 cm Deckenhöhe, 8 Hz Eigenfrequenz und 12 mm Verformung bei 1,4 kN/m² Ausbau und 3 kN/m² Nutzlast.)

universaltimberslab.eu ■

EIC-Pathfinder-Projekt

Für die detaillierte Weiterentwicklung und Untersuchung des UniversalTimberSlab-Konzeptes konnte ein durch Horizon Europe gefördertes EIC-Pathfinder-Forschungsprojekt eingeworben werden. Im Rahmen dieses Projektes an der Universität Stuttgart arbeiten seit Oktober 2024 fünf Professoren und 14 weitere Forschende an der Entwicklung des Deckensystems. Hierbei werden die Herstellung, das Tragverhalten und die computerbasierte Planung mit dem Deckensystem zusammen mit Aspekten der Akustik, Bauphysik und des Life-Cycle-Assessments erforscht. Ein grundlegender Gedanke ist die integrative, interdisziplinäre Entwicklung im Rahmen der Methodik des Co-Designs. Als Ziel steht vor allem ein durchgehendes digitales Datenmodell des Deckensystems im Vordergrund, um kohärente Simulationen aus allen Disziplinen zu ermöglichen.



KLETTERSTEIG FÜR ZIEGEN: VOM WETTBEWERB ZUM DESIGN BUILD

Wie kann nachhaltiges Bauen mit Holz aussehen – und gleichzeitig den Bedürfnissen von Tieren dienen? Text und Bilder Fatuk, RPTU Grafik Ameli Dammann, Alexandra Kasper

Der europaweit ausgeschriebene Wettbewerb «goat-lab» widmete sich 2025 der Frage, wie nachhaltiges Bauen mit Holz aussehen kann, wenn es gleichzeitig auch den Bedürfnissen von Tieren dienen soll. Ausgelobt wurde der Wettbewerb von der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität in Kaiserslautern-Landau (RPTU), Fachbereich Architektur (Fatuk), unter Regie des Forschungsbereichs «t-lab – Holzarchitektur und Holzbau». Gesucht wurde ein Kletterturm für Ziegen, der artgerechte Nutzung mit innovativer sowie reversibler Holzbauweise und damit mit Nachhaltigkeit verbindet.

Moment mal: Ziegen?

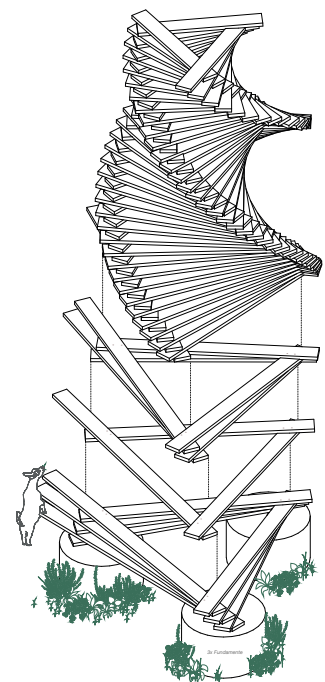
Seit 2023 besitzt die Fatuk eine eigene Werk- und Forschungshalle im Diemersteiner Tal nahe Kaiserslautern. Umgeben vom dichten Pfälzerwald dient die Werkstatt als Lernraum, Veranstaltungsort und Labor für neue Bauweisen. Hier läuft das Freiraummanagement anders: Ziegen und zwei Esel halten die wuchernde Vegetation im Zaum. Indem sie Büsche und junge Bäume fressen, legen die Tiere alte Gartenanlagen wieder frei. Diese Leistung verdiente eine besondere Geste, so die Ausrichter des Wettbe-

werbs, nämlich einen vertikalen Spielplatz für die Vierbeiner. Für einen artgerechten Kletterturm stellte die Fatuk bereits in der Wettbewerbsphase hohe Anforderungen: Die Struktur sollte sich harmonisch in die Landschaft einfügen, den Ziegen robuste Klettermöglichkeiten sowie schattige Rückzugsorte bieten und zugleich eine gebaute Manifestation nachhaltiger Architektur sein. Auch die Materialvorgaben waren eindeutig: ausschließlich massives, nicht verleimtes Holz aus regionaler Forstwirtschaft, reversible Holzverbindungen und kein chemischer Holzschutz.

Vom Wettbewerb zur Bauaufgabe

Der erste Platz ging an Ameli Dammann und Alexandra Kasper von der TU München für ihren Entwurf «Twist the g.o.a.t.». Ihr Entwurf setzt auf eine einfache Geometrie, inspiriert von der traditionellen Strickbauweise – mit einem Twist. Übereinandergestapelte, um die eigene Achse gedrehte Dreiecke aus Massivholz formen eine skulpturale Struktur, die sich spiralförmig in die Höhe entwickelt. Eine Art endlose Säule für Ziegen, angelehnt an die Form ihrer Hörner. Mit 42 Ebenen erreicht der Turm fünf Meter Höhe und drei Meter Breite. Zur Umset-

zung des Siegerprojekts organisierte die Fatuk eine fünftägige Summer School am Diemersteiner Campus. Die neugierigen Ziegen beobachteten, wie die Struktur wuchs, und nahmen den Turm sogleich in Besitz. fatuk.de/goatlab/



Explosionszeichnung der Konstruktion.

«Twist the g.o.a.t.»: Der Entwurf
von Ameli Dammann und
Alexandra Kasper (TU München)
setzt auf eine einfache Geometrie.



DEEFOREST: KI-GESTÜTZTE HOLZAUFNAHME FÜR EINE EFFIZIENTE FORSTWIRTSCHAFT

Holzlisten, Polterdaten, Lieferantenangaben, Koordinaten, Abrechnungsinformationen: Was bis anhin analog gemessen und für die Datensätze im Büro mühsam zusammengeführt wurde, erledigt jetzt eine KI-gestützte App für den Forst und den Holzhandel.

Text, Bilder und Grafiken Lukas Ziegler, Raurica Wald AG



Vermessung der Stammdurchmesser als Ergebnis aus dem ersten Proof-of-Concept von DeepForest.

Die Holzaufnahme ist ein zentraler Arbeitsschritt in der Forstwirtschaft. Sie bildet die Grundlage für Verkauf, Logistik, Abrechnung und betriebliche Auswertungen. Gleichzeitig ist sie in der Praxis oft zeitaufwendig, körperlich anspruchsvoll

und stark abhängig von Erfahrung, Methode und eingesetzten Hilfsmitteln. Holz muss vermessen, beurteilt, dokumentiert und anschließend korrekt weiterverarbeitet werden. Je nach Betrieb entstehen dabei Medienbrüche zwischen Papierlisten,

Excel-Dateien, Fotos, GPS-Daten, mobilen Geräten und Bürosoftware.

Bei der Raurica Wald AG in Muttenz (BL) zeigte sich diese Herausforderung sehr konkret. Als Holzvermarktungsorgani-

sation müssen grosse Mengen an Holzlisten, Polterdaten, Lieferantenangaben, Sortimenten, Koordinaten, Bildern und Abrechnungsinformationen zusammengeführt werden. Aus diesem praktischen Bedarf heraus entstand zunächst MobiPolter, eine digitale Lösung für die mobile Holzaufnahme im Wald und die weitere Verarbeitung der Daten im Büro. MobiPolter war damit der erste Schritt, um analoge Abläufe zu vereinfachen und Informationen strukturiert verfügbar zu machen.

Repetitive Dokumentations- und Messarbeiten reduzieren

Mit DeepForest wird dieser Ansatz nun deutlich erweitert. Im Zentrum steht nicht mehr nur die digitale Erfassung, sondern die Frage, wie künstliche Intelligenz die Holzaufnahme fachlich und organisatorisch unterstützen kann. Ziel des Projekts ist es, aus Fotos oder Videos relevante Kenngrössen wie Mittendurchmesser, Länge, Holzart, Qualität und Volumen automatisiert abzuleiten. Die Anwenderinnen und Anwender sollen dadurch nicht ersetzt, sondern entlastet werden. Forstliches Fachwissen bleibt entscheidend, die Technologie soll aber repetitive Mess- und Dokumentationsarbeiten reduzieren und die Datengrundlage verbessern.

Der Nutzen zeigt sich dabei nicht nur bei der Raurica Wald AG, sondern grundsätzlich für den Forst. Die Holzaufnahme verursacht heute einen erheblichen Aufwand. Gleichzeitig hängt die Qualität der Daten stark davon ab, wer misst, wie ge-

messen wird und welche Zeit im Feld zur Verfügung steht. DeepForest soll hier zu mehr Effizienz, besserer Vergleichbarkeit und einer höheren Standardisierung beitragen. Wenn Messwerte, Fotos, Standortdaten und Sortimentsinformationen systematisch und nachvollziehbar erfasst werden, können nachgelagerte Prozesse wie Holzverkauf, Transportplanung, Lieferscheinwesen und Abrechnung deutlich schlanker abgewickelt werden.

Der Wald ist keine kontrollierte Laborumgebung

Eine grosse Herausforderung liegt in der Praxistauglichkeit. Der Wald ist keine kontrollierte Laborumgebung. Lichtverhältnisse, Gelände, Verschmutzungen, verdeckte Stämme, unterschiedliche Holzarten, Polterformen und Aufnahmeabstände erschweren eine zuverlässige automatische Erkennung. Hinzu kommt, dass die Lösung auf mobilen Geräten einfach bedienbar sein muss und auch unter schlechten Empfangsbedingungen funktionieren soll. Eine technische Lösung ist nur dann erfolgreich, wenn sie im forstlichen Alltag robust, verständlich und mit vertretbarem Aufwand eingesetzt werden kann.

DeepForest wurde aus der praktischen Holzvermarktung heraus entwickelt und wird gemeinsam mit Forschungspartnern weitergeführt. Das Projekt ist im April 2025 gestartet und läuft bis März 2027. In dieser Zeit werden die KI-Modelle entwickelt, mit realen Daten trainiert, getestet und in bestehende Arbeitsabläufe



Ermittlung des Mittendurchmessers.

integriert. Die Markteinführung ist nach erfolgreicher Pilotierung und Validierung vorgesehen. Entscheidend ist dabei nicht nur die technische Genauigkeit, sondern auch die Frage, wie gross die Zeiteinsparung und die Verbesserung der Qualität der Daten sind.

Die Funktionalität wird laufend anhand realer Anwendungsfälle geprüft. Wichtig ist nicht, was technisch theoretisch möglich wäre, sondern was den Betrieben im Alltag tatsächlich hilft. Deshalb fließen Rückmeldungen aus der Praxis direkt in die Weiterentwicklung ein. Getestet werden unter anderem Bedienbarkeit, Datenqualität, Offlinefähigkeit, Erkennungsgenauigkeit, Exportmöglichkeiten und die Einbindung in bestehende Prozesse.

Grosses Interesse in der Branche

Die erste Resonanz aus der Branche zeigt, dass das Interesse an solchen Lösungen gross ist. Viele Betriebe sehen den steigenden administrativen Aufwand und suchen nach Möglichkeiten, die Holzaufnahme effizienter und einheitlicher zu gestalten. Gleichzeitig ist die Branche pragmatisch: Neue Technologien werden nur akzeptiert, wenn sie zuverlässig funktionieren, verständlich bleiben und einen klaren Nutzen bringen. Genau dort setzt DeepForest an. Das Projekt will Digitalisierung und künstliche Intelligenz nicht als Selbstzweck einsetzen, sondern als Werkzeug für eine effizientere, objektivere und besser standardisierte Holzbereitstellung.

rauricawald.ch ■



3D-Rekonstruktion als Basis für die Vermessung.

WÄLDER UNTER KLIMASTRESS

Der Klimawandel lässt Bäume im Frühling früher austreiben. Trotzdem nimmt das Wachstum einiger Baumarten ab. Eine Studie der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) zeigt: Zunehmende Hitze und Trockenheit bremsen das Wachstum der häufigsten Baumarten in der Schweiz. Das hat Konsequenzen für die Kohlenstoffspeicherung und die Waldwirtschaft. **Text** Fabio Valsangiacomo, WSL **Bild** Roman Zweifel, WSL

Es wird wärmer. Während die Umwelt unter den Folgen des Klimawandels leidet, gab es einen kleinen Hoffnungsschimmer. Unsere Wälder nehmen Kohlendioxid (CO₂) aus der Luft auf und speichern es im Holz. Der Temperaturanstieg könnte theoretisch dazu führen, dass unsere Wälder mehr CO₂ binden. Ein Trugschluss, wie sich jetzt herausstellt. «Es wurde angenommen, dass sich mit einer längeren warmen Jahreszeit die negativen Folgen des Klimawandels teilweise kompensieren lassen», sagt Arun K. Bose, Ökologe an der WSL. «Das ist leider nicht der Fall.»

Stammwachstum geht zurück

Bose hat in seiner Studie das Wachstum von fünf der häufigsten Baumarten an 48 Standorten in der Schweiz ausgewertet. «Über die letzten elf Jahre hat sich die Vegetationsperiode um mehrere Tage nach vorne verschoben. Das ist der Zeitraum des Jahres, in dem Bäume Fotosynthese betreiben können», erklärt Bose. Der frühere Saisonstart führe aber nicht automatisch zu mehr Wachstum – im Gegenteil. Zwischen 2012 und 2022 ging das jährliche Stammwachstum bei vielen Beständen zurück. Vermehrte Hitzeperioden und Trockenphasen setzen Bäume unter Stress und hemmen ihr Wachstum. Der Rückgang ist bei Weissstannen, Buchen und Fichten besonders ausgeprägt, während Eichen und Föhren weitgehend gleich gut wuchsen. Fest steht aber: Keine der untersuchten Baumarten profitierte vom wärmeren Klima.

Folgen für die Waldwirtschaft

Bäume wachsen, wenn genügend Wasser verfügbar ist. Ist es zu heiss und zu trocken, wird mehr Wasser verdunstet, als über die Wurzeln aufgenommen werden kann – der

Baum gerät unter Stress und das Wachstum stoppt. Pro Jahr bleiben somit je nach Baumart und Witterung nur 40 bis 110 Wachstumstage übrig. «Am Schluss entscheiden einzelne Tage und Stunden, wie viel ein Baum wächst», erläutert Bose. «Fallen einige Tage durch vermehrte Hitze- und Trockenperioden weg, fehlt ein grosser Teil des jährlichen Stammzuwachses.» Ein früherer Start nützt somit wenig, wenn Hitze und Trockenheit die kritischen Wachstumsphasen verkürzen.

Das hat Folgen für die Leistungen, die Wälder erbringen. Bäume nehmen CO₂ auf und speichern es im Holz. Einfach gesagt: Je grösser der Stammdurchmesser, desto mehr Kohlenstoff ist in einem Baum gebunden. Wenn die effektive Wachstumszeit der wichtigsten Arten abnimmt, sinkt somit auch die Aufnahmekapazität.

Auch die Waldwirtschaft ist betroffen. Werden die Sommerhalbjahre wärmer und trockener, können Forstbetriebe tendenziell weniger

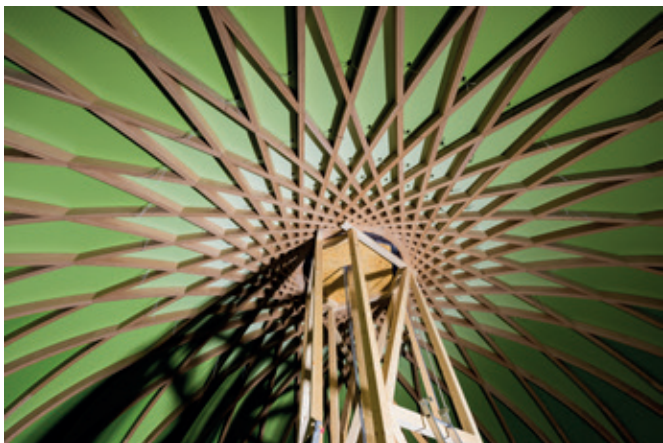
Holz ernten. Zudem muss die Bewirtschaftung den klimatischen Veränderungen angepasst werden. «Wie Bäume auf den Klimawandel reagieren, hängt sowohl vom Standort als auch von der Art ab. Deshalb ist es wichtig, Management-Strategien lokal und artenspezifisch zu beurteilen», betont Bose. **wsl.ch** ■



Punktdendrometer werden am Stamm montiert und messen kontinuierlich und im Mikrometerbereich, wie sich der Baumstamm ausdehnt und zusammenzieht.

Punktdendrometer

Das Punktdendrometer ist ein wichtiges Instrument, um herauszufinden, wie sich Trockenperioden auf Wälder auswirken. Es misst das Wachstum und das Wasserdefizit eines Baumes, indem es winzige Schwankungen in der Stammdicke aufzeichnet. Tagsüber schrumpft der Stamm, weil über die sogenannten Spaltöffnungen in den Blättern Wasser verdunstet. Nachts ist die Verdunstung stark reduziert. Dadurch kann der Baum mehr Wasser aus dem Boden aufnehmen, als er verliert, und der Stamm dehnt sich wieder aus. Zusätzlich nimmt er über die Wachstumsperiode hinweg an Umfang zu. Die Forschenden von TreeNet, einem Forschungsnetzwerk unter WSL-Leitung, haben im Schweizer Wald über 350 Punktdendrometer installiert. Die mit ihnen erhobenen Daten sind in ihrer zeitlichen Auflösung einzigartig. **treenet.info**



PASSGENAU VORKONFEKTIONIERT FÜR EINEN ORT DER BEGEGNUNG

Aussergewöhnliche Architektur verlangt nach durchdachten Lösungen – insbesondere bei der Gebäudehülle.

Beim Neubau des Islamischen Kulturvereins IKZ Hidaje in München-Untersending galt es, eine komplexe Holzkuppel präzise und dauerhaft sicher auszuführen. Die pro clima CH GmbH begleitete das Projekt von der technischen Beratung und Detailplanung bis hin zur Unterstützung bei der Montage vor Ort.

Entstanden ist ein Gebäude, das moderne Architektur, Ingenieurholzbau und interkulturelle Begegnung vereint. Blickfang ist der kreisförmige Gebetsraum, der von einer innen sichtbar belassenen Holzkuppel aus 33 filigranen Bögen aus BauBuche überspannt wird. Die aussergewöhnliche Geometrie stellte nicht nur hohe Anforderungen an die Tragwerksplanung, sondern auch an die Ausführung der Luftdichtungs- und Witterungsschutzebene.

Gemeinsam mit den Projektbeteiligten entwickelte die pro clima CH GmbH eine Lösung mit hohem Vorfertigungsgrad. Die homogen verschweisssbare Unterdachbahn SOLITEX WELDANO 3000 wurde anhand der Planungsdaten passgenau vorkonfektioniert und montagegerecht vorbereitet. Dadurch konnte die grossfor-

matige Bahn direkt auf der Holzkonstruktion verlegt werden. Vor Ort musste lediglich ein einziger Stoss verschweisst werden – ein entscheidender Vorteil hinsichtlich Montagezeit, Ausführungssicherheit und Qualität.

Der hohe Vorfertigungsgrad reduzierte den Arbeitsaufwand auf dem Gerüst erheblich und minimierte potenzielle Fehlerquellen bei der Verarbeitung. Gerade bei der dreidimensional gekrümmten Dachgeometrie trugen die werksseitige Konfektionierung und die Montagebegleitung durch die Anwendungstechniker von pro clima zu einer präzisen und sicheren Ausführung bei.

Für den Wärmeschutz wurde die Holzkonstruktion mit einer Dämmschicht ausgefacht. Raumseitig sorgt die feuchtevariable Hochleistungs-Dampfbremse INTELLO für eine dauerhaft luftdichte Ebene und unterstützt einen sicheren Feuchtehaushalt der Konstruktion. Mit SOLITEX WELDANO 3000 und INTELLO kommen zwei ecobau-zertifizierte Produkte der Bewertungsklasse eco2 zum Einsatz. Zusammen bilden die

aufeinander abgestimmten Systemkomponenten eine leistungsfähige Gebäudehülle, die den hohen bauphysikalischen Anforderungen der aussergewöhnlichen Holzkuppel gerecht wird.

Das fertige Gebäude steht für einen modernen, weltoffenen Islam und bietet Raum für Gebet, Bildung und Begegnung. Die Architektur verbindet symbolische Elemente – wie die nach Mekka ausgerichtete Raumgeometrie und die aus 33 Bögen bestehende Holzkuppel – mit innovativem Holzbau und einer durchdachten Gebäudehülle. Das Projekt zeigt, wie sich architektonische Visionen durch präzise Planung, hohe Vorfertigung und abgestimmte Systemlösungen effizient und sicher umsetzen lassen. ■



pro clima CH GmbH
Teichgässlein 9
4058 Basel
proclima.ch



Beim Neubau der Biofarm Genossenschaft in Huttwil kamen die Flumroc-Dämmplatten DISSCO und SOLO zum Einsatz. Sie leisten einen wichtigen Beitrag zu Energieeffizienz und Brandschutz im modernen Holzbau.

NACHHALTIGKEIT UND BRANDSCHUTZ IM HOLZBAU

Nachhaltiges Bauen ist heute ein viel diskutiertes Thema in der gesamten Baubranche. Eine gut gedämmte Gebäudehülle entscheidet darüber, wie energieeffizient ein Gebäude über Jahrzehnte hinweg betrieben werden kann. Hochwertige Dämmstoffe leisten dabei einen zentralen Beitrag zur Reduktion von Heizenergie, Stromverbrauch und CO₂-Emissionen – sowohl im Neubau als auch in der Sanierung.

Die Steinwolle-Produkte von Flumroc sind gezielt auf die Anforderungen moderner Holzbauweisen abgestimmt. Sie kommen sowohl im Holzelementbau als konstruktives Gesamtsystem als auch in dessen zentralen Bauteilen zum Einsatz – etwa in Aussenwänden, Steildächern und Decken. Gerade in Kombination mit Holz zeigt sich, wie gut sich die beiden Materialien ergänzen: Während Holz als tragendes und nachwachsendes Baumaterial überzeugt, sorgen Produkte wie die Flumroc-Dämmplatte 1 als vielseitige Universaldämmung oder die flexible Dämmplatte SOLO mit der einzigartigen Knautschzone für eine präzise Ausfachung zwischen Ständern und Sparren. So entsteht eine leistungsfähige Gebäudehülle mit dauerhaft niedrigen Energieverlusten.

Schon gewusst? Mehr als Stein – echte Kreislaufwirtschaft aus Flums

Seit über 70 Jahren produziert Flumroc hochwertige Steinwolle. Seit 2024 wird das Gestein aus der Schweiz und dem nahen Ausland mit erneuerbarer Energie aus Schweizer Wasserkraft geschmolzen. Aus alter Steinwolle entsteht im geschlossenen Kreislauf wieder neue, langlebige und nicht brennbare Steinwolle – ohne Downcycling und ohne Qualitätsverlust.

Erfahren Sie mehr: flumroc.ch > Services > Recycling

Neben der guten Wärmedämmung bietet Flumroc-Steinwolle einen hervorragenden Schallschutz und ausgezeichnete Brandschutzeigenschaften. Die Flumroc-Dämmplatte DISSCO beispielsweise ist speziell als Brandschutzlösung für hinterlüftete Fassaden mit brennbaren Bekleidungen entwickelt worden und trägt damit wesentlich zur Sicherheit moderner Holzkonstruktionen bei.

Wie alle Steinwolle-Produkte von Flumroc ist die Dämmplatte DISSCO formstabil, in der höchsten Brandklasse A1 klassifiziert und wird gemäss der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen der Brandverhaltensgruppe RF1 zugeordnet.

Mit einem Schmelzpunkt von über 1000 °C eignen sich Dämmprodukte von Flumroc hervorragend für die Realisierung von Holzbauprojekten. Steinwolle schützt tragende Bauteile aus Holz effektiv und verzögert das Ausbreiten eines Feuers. Die Steinwoll-Dämmplatten schützen ganz ohne Brandhemmer und Zusatzstoffe. Sie eignen sich deshalb besonders auch für nachhaltige Projekte mit natürlichen Baustoffen. ■

Flumroc AG

Industriestrasse 8
8890 Flums
Tel. +41 81 734 11 11
flumroc.ch





DACHCOM

EINFACH IMMER. SICHER.



Schweizer Steinwolle mit
natürlichem Brandschutz.

flumroc.ch/1000





Heute geplant. Morgen umgesetzt.

Terreno Kollektion

So vielfältig wie das Leben

Terreno steht für eine sorgfältig zusammengestellte Auswahl hochwertiger Bodenbeläge für den Wohn- und Objektbereich. Die Kollektion vereint Produkte führender Hersteller und bietet eine breite Vielfalt an Designs, Oberflächen und Strukturen für unterschiedlichste Anforderungen. Im Fokus stehen Qualität, Verfügbarkeit und durchdachte Services für eine effiziente Planung und Umsetzung.

Vorteile der Terreno Kollektion

- BRAUN Visual 3D für realistische Raumvisualisierung
- Musterservice mit grossen Handmustern
- Über 100 Bodenbeläge ab Lager BRAUN AG
- Produktflyer mit detaillierten Informationen
- Kollektion mit Flächenbild



Unser Team steht Ihnen sehr gerne zur Verfügung:
+41 71 388 71 71, info@braun.ch

VIELFALT IN HOLZ.
braun.ch

braun 



**PRIX
LIGNUM
GOLD**

**Wiederverwendbare
Sportbauten.**

Natürlich und nachhaltig aus Holz.
www.sht.ch

Print ist glaubwürdig.

Schweizerinnen und Schweizer empfinden
Werbung in Zeitungen, Zeitschriften,
und Prospektbeilagen als glaubwürdig.



**PRINT
WIRKT**

4 Mal
glaubwürdiger
als Webseiten und
Suchmaschinen

8 Mal
glaubwürdiger
als soziale
Netzwerke und
Community-
Plattformen



Quelle: MACH Consumer 2023

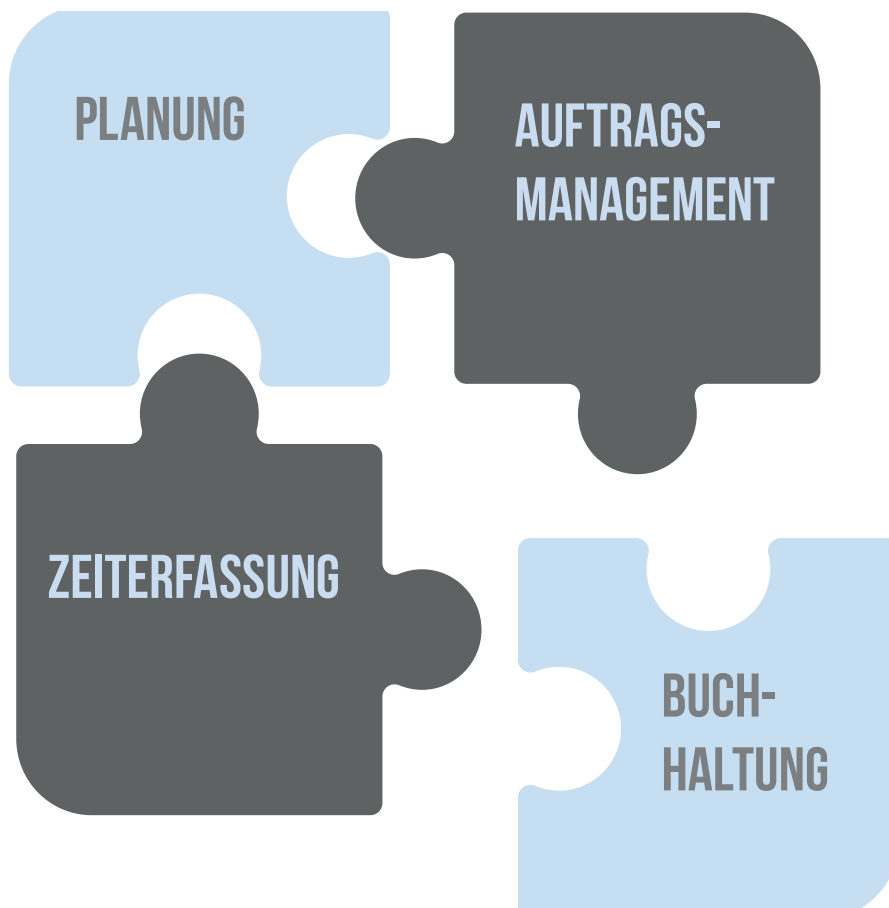
EIN KOMPLETT NEUES ERP-SYSTEM EINFÜHREN?

Ein neues ERP-System für den gesamten Betrieb einzuführen, klingt nach monatelangem Stress, hohen Investitionen und blockierten Abläufen. Es geht auch anders.

Starte genau dort, wo es brennt. Die Softwaremodule von Contria sind modular aufgebaut. Das bedeutet für dich: Du musst nicht die ganze IT auf den Kopf stellen. Du startest mit einer cloudbasierten Stand-Alone-Lösung exakt dort, wo der Schuh drückt. Zum Beispiel beim Zettelchaos in der Zeiterfassung. Deine bestehende Software bleibt völlig unangetastet.

Unsere Module im Überblick

Auftragsmanagement: Erstelle Holzbau-Offerten mit automatischer 3D-Visualisierung und U-Wert-Berechnung. Volle Integration von NPK-Katalogen und SIA 451.



Planung: Steuere deine Baustellen direkt vor Ort. Teile Personal, Fahrzeuge und Maschinen flexibel per Drag and Drop zu.

Zeiterfassung: Dein Team auf der Baustelle erfasst Stunden, Material und Regierapporte direkt via Smartphone oder Tablet. Stundenzettel adieu.

Buchhaltung: Kreditoren, Debitoren und Lohnbuchhaltung im Griff. Rechnungen und Zahlungen erledigen sich dank Onlinebanking-Anbindung fast von allein.

Bereit, wenn du es bist

Jedes Modul ist sofort einsatzbereit und lässt sich intuitiv bedienen. Keine Hardware-

kosten, keine Installationsgebühren und volle Flexibilität dank jährlich anpassbarer Lizenzen.

Wenn dein Betrieb den Wunsch hat, können die Module einfach Schritt für Schritt erweitert werden bis zu einem vollwertigen, reibungslosen ERP-System.

Fragen? Christian Mayer oder Michael Marti freuen sich, dir die Software persönlich oder per Videokonferenz zu präsentieren (Tel. 062 919 07 90). contria.ch ■

CONTRIA

HOHE FEUCHTETOLERANZ BEI HOLZBAUKONSTRUKTIONEN

Im Holzbau sind Konstruktionsaufbauten mit eingeschränktem oder gar fehlendem Austrocknungspotenzial gegen aussen weit verbreitet. Ein Untersuchungsbericht des Fraunhofer Instituts für Bauphysik zeigt anhand von Messergebnissen auf, welchen Beitrag Glaswolle leisten kann, damit sich keine schädliche Feuchte anreichert. Die abgeleiteten Grenzwerte zum Tauwasserrückhaltevermögen von Isover Glaswolle sowie einer hygrothermischen Bauteilsimulation dienen als konkrete Beispiele, welchen Beitrag Isover-Glaswolle zur Feuchtesicherheit von Holzbaukonstruktionen leistet.

Die SIA 180 «Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden» fordert, dass sich in Konstruktionen keine schädliche Feuchte anreichert. Unter bestimmten Umständen kann in gedämmten Konstruktionen allerdings temporär Kondensation auftreten. Beispielsweise können selbst bei handwerklich sorgfältiger Ausführung der Luftdichtung infolge kleiner Imperfektionen – speziell bei Umbauten und Sanierungen – unvermeidbare Restleckagen verbleiben, durch die im Winter ein Feuchteintrag durch Konvektion warmfeuchter Raumluft in das Bauteil stattfindet. Die Folge davon ist das Risiko von Tauwasserausfall an der Grenzschicht zwischen Dämmung und der kalteitig angrenzenden Bauteilschicht. Fällt Kondensat an und wird die Menge zu gross, kann dieses ablaufen. Das muss vermieden werden, da sich das ablaufende Tauwasser sammeln und die Konstruktion schädigen kann.

Feuchtetoleranz von Holzbaukonstruktionen

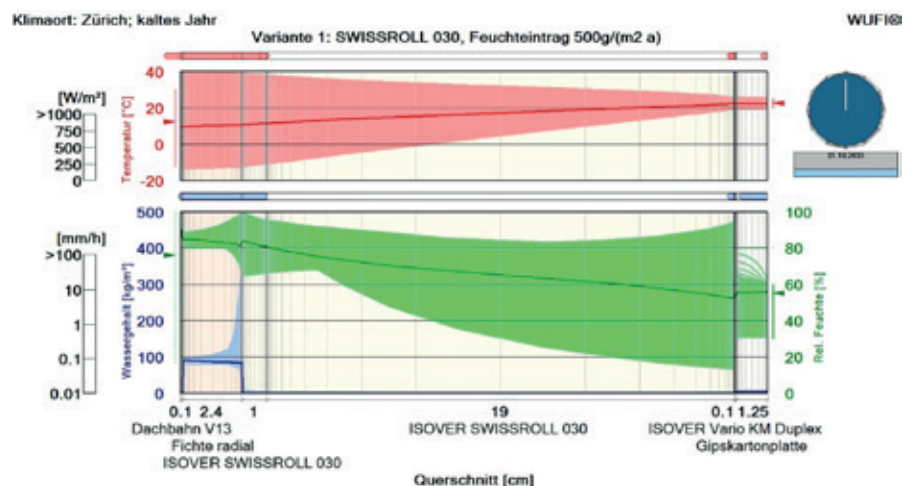
Für die dauerhafte feuchtetechnische Funktionstüchtigkeit ist neben einer sorgfältigen Ausführung eine möglichst hohe Feuchtetoleranz von Bauteilen entscheidend: Diffusionsoffenheit gegen aussen, Austrocknungspotenzial gegen innen und Baustoffe, welche bei Feuchtebelastungen und -schwankungen nicht irreversibel geschädigt werden. Dämmstoffe, die Feuchte zwischenspeichern und von der Grenzschicht weg verteilen können, beeinflussen die Feuchtetoleranz des Bauteils ebenfalls positiv. Diese Pufferwirkung reduziert das Risiko bei unplanmässigen Feuchteinträgen wie durch Luftkonvektion, Flankendiffusion sowie übermässige Bau- oder

Einbaufeuchte. Im Holzbau sind Konstruktionsaufbauten mit eingeschränktem oder gar fehlendem Austrocknungspotenzial gegen aussen weit verbreitet: nicht belüftete Flachdächer mit Dämmung im Tragwerk, energetische Sanierungen von Steildächern von innen mit diffusionsdichten Dachpappen auf Schalung, Lukarnenwände mit aussen liegenden, nicht hinterlüfteten Metallabdeckungen oder auch Innendämmungen. Bei diesen Aufbauten wird das weitgehend fehlende Austrocknungspotenzial gegen aussen in der Regel mit feuchteadaptiven Dampfbremsen kompensiert. Aber auch Isover-Glaswolle leistet hier einen wichtigen Beitrag: als mineralische Dämmung verrottet, verfault oder schimmelt sie nicht, verändert ihre produktspezifischen Eigenschaften nach Austrocknung nicht und besitzt eine hohe Feuchtepufferkapazität.

Isover-Glaswolle ist daher über Standardaufbauten hinaus auch für feuchtekritischere Aufbauten sehr gut geeignet.

Tauwasserrückhaltevermögen und Prognose

Neue Messungen des Fraunhofer Instituts für Bauphysik IBP bestätigen das hohe Tauwasserrückhaltevermögen von Isover-Glaswolle, insbesondere bei nicht hydrophobierten Produkten, wie sie im Holzbau hauptsächlich eingesetzt werden. Die aus den Messungen ermittelten minimalen Grenzwerte für das Tauwasserrückhaltevermögen (für vertikale Bauteile mit hydrophobem glattem Untergrund) betragen 200 g/m² für die Produkte Uniroll 034, 220 g/m² für Isoconfort 032 und 460 g/m² für Swissroll 030. Das Tauwasserablafrisiko lässt sich mit einer hygro-



Nur in den äussersten Millimetern der Dämmung fällt Tauwasser an, denn nur dort erreicht die relative Porenluftfeuchtigkeit 100 Prozent (siehe obere Begrenzung der grünen Fläche).

thermischen Bauteilsimulation prognostizieren, welche in der Lage ist, den ungeplanten Feuchteintrag über Konvektion unter realistischen Bedingungen zu berücksichtigen.

Die Grenzwerte der aufgeführten Produkte sind für die Auswertung der massgebenden äussersten 10 mm der Dämmung (in die Einheit kg/m^3 umgerechnet) in der WUFI-Baustoffdatenbank hinterlegt. WUFI steht für «Wärme und Feuchte instationär» und ist eine Software zur realitätsnahen instationären Berechnung des gekoppelten ein- und zweidimensionalen Wärme- und Feuchtetransports in mehrschichtigen Bauteilen und Gebäuden unter natürlichen Klimabedingungen.

Für die Auswertung wird der maximale Feuchtegehalt im äussersten Zentimeter der Dämmung mit dem produktspezifischen Grenzwert des Tauwasserrückhaltevermögens verglichen. Bei der Bewertung der Simulationsergebnisse ist allerdings zunächst sicherzustellen, dass sich der Gesamtwassergehalt im Bauteil und der Wassergehalt in den einzelnen Schichten über die Jahre nicht dauerhaft erhöhen. Anschliessend sind materialkritische Feuchtegrenzwerte zu prüfen. Erst wenn diese Aspekte unkritisch sind, ist im

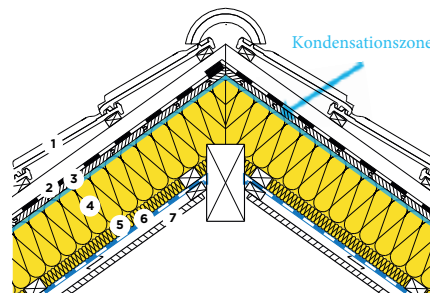
dritten Schritt eine Bewertung der Tauwassermenge im Dämmstoff sinnvoll.

Beispielfall: Sanierung eines Steildachs

Am Beispiel einer energetischen Sanierung eines aussen mit einer Dachpappe diffusionsdicht abgedeckten Steildachs und unplanmässigem Feuchteintrag wird das Tauwasserablafrisiko überprüft. Randbedingungen: Standort Zürich, kaltes Jahr, Dachneigung 45 Grad, Ausrichtung Nord, Ausgangsfeuchte in den Baustoffen bei 80 Prozent relativer Luftfeuchte, unplanmässiger Feuchteintrag $500 \text{ g}/(\text{m}^2\text{a})$ verteilt auf Dezember – Februar über eine Feuchtequelle in den äusseren 5 mm der Dämmung.

Die gewählte Eintragsmenge entspricht der doppelten jährlichen Trocknungsreserve, welche die DIN 68800-2 «Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Massnahmen im Hochbau» zur Berücksichtigung des unplanmässigen konvektiven Feuchteintrages nach dem Glaserverfahren fordert. Wegen der hohen Fechteaufnahmefähigkeit der Holzschalung ist ein sehr hoher unplanmässiger Eintrag nötig, damit überhaupt Kondensat an der Grenzschicht entsteht! Berechnet wird ein Zeitraum von zehn Jahren. Grenzwert

des Tauwasserrückhaltevermögens: Das Tauwasserrückhaltevermögen von Swissroll 030 beträgt auf der Seite ohne Vliesbeschichtung auf hydrophilen glatten Untergründen $58 \text{ kg}/\text{m}^3$ ($51 \text{ kg}/\text{m}^3$ auf der Seite mit Vlies). Diese Information kann unter anderem direkt den Materialinformationen im WUFI entnommen werden.



Dachaufbau von aussen nach innen: 1. Eindeckung, 2. Dachpappe, 3. Schalung Fichte 24 mm, 4. und 5. Glaswolle Swissroll 030 200 mm, 6. Dampfbremse Vario KM Duplex, 7. Gipsbauplatte 12,5 mm.

Resultate der WUFI-Simulation

Nach rund sieben Jahren hat sich ein eingeschwungener Zustand eingestellt. Das bedeutet, dass die im Winter auftretenden maximalen Feuchtebelastungen erreicht sind. Im äussersten Zentimeter der Dämmung beträgt der Wassergehalt in dieser Periode knapp $7,5 \text{ kg}/\text{m}^3$. Damit liegt der Wert weit unter dem Grenzwert von über $50 \text{ kg}/\text{m}^3$ für Swissroll 030. Auch bei Verwendung eines hydrophoberen Produktes (z.B. PB M 030; Grenzwert $16,8 \text{ kg}/\text{m}^3$) würde kein Tauwasser ablaufen. Gleichzeitig zeigte die Simulation, dass die Fichtenschalung ab dem dritten Winter jeweils ab Februar für knapp drei Monate eine Holzfeuchte über 25 Masseprozent erreicht, was auch bei tiefen Temperaturen einer kritischen Holzfeuchte (Risiko Entwicklung von Holz zerstörenden Pilzen) entspricht. Den Angaben der hygrothermischen WUFI-Simulation kann weiter entnommen werden, dass nur in den äussersten Millimetern der Dämmung Tauwasser anfällt, nur da erreicht die relative Porenluftfeuchtigkeit 100 Prozent, während in der Fichtenschalung über etwa drei Viertel der Dicke dauerhaft Werte über 80 Prozent vorliegen. Nur während der Austrocknungsperiode sinken die Werte der inneren Millimeter auf unter 80 Prozent. **isover.ch** ■

Fazit

Die Messungen und Simulationen zeigen, dass Isover-Glaswolle dank der hohen Feuchtepufferkapazität einen grossen Beitrag zur Feuchtetoleranz von Holzkonstruktionen leistet. Das hohe Tauwasserrückhaltevermögen reduziert das Risiko von ablaufendem Tauwasser und hält angrenzende Materialien dadurch trockener. Das gutmütige und robuste Feuchteverhalten von Holzkonstruktionen mit Isover-Dämmung wird durch jahrzehntelange Erfahrung bestätigt und ist zweifellos darauf zurückzuführen, dass Isover-Glaswolle viel Feuchte puffern kann.

Für die Planung und Ausführung von gedämmten Bauteilen ändern die neuen Erkenntnisse grundsätzlich nichts. Der Feuchteschutz von Bauteilen muss so konzipiert und dimensioniert werden, dass kein Tauwasser anfällt, und auch die Ausführung muss sorgfältig erfolgen. Insbesondere ist es im Holzbau wichtig, auf eine luftdichte Ausführung zu achten, um das Eindringen von Feuchte in die Konstruktion so weit wie möglich zu reduzieren.

Weitere Informationen bietet die Publikation «Tauwasserrückhaltevermögen von Mineralfaserdämmstoffen mit und ohne Hydrophobierung» vom Institut für Bauphysik IBP Holzkirchen (<https://www.bausv.online/zeitschrift/aktuelle-ausgabe/tauwasserrueckhaltevermoegen-von-mineralfaserdaemmstoffen/>). Der aktualisierte WUFI-Leitfaden zur Bewertung des Tauwasserablafrisikos (Stand Februar 2026) zeigt auf, wie das Tauwasserablafrisiko im WUFI ausgewertet und prognostiziert werden kann. **wufi.de**

LEITFADEN FÜR DEN KREISLAUFFÄHIGEN HOLZBAU

Im Rahmen des Aktionsplans Holz des Bundesamts für Umwelt (BAFU) hat die Pirmin Jung Schweiz AG einen Leitfaden zur Planung und Umsetzung von kreislauffähigen Holzbauten erarbeitet. Um die hohen Treibhausgasemissionen insbesondere im Bauwesen zu verringern, legt der Leitfaden eine Grundlage, damit der Holzbau von einer linearen in eine zirkuläre Bauweise überführt werden kann. Das Dokument bietet Planenden eine fundierte Grundlage und zeigt, welche Überlegungen und Massnahmen erforderlich sind, um ein Neubauprojekt aus Holz nachhaltig und kreislauffähig zu planen. Fallbeispiele belegen die technische Machbarkeit und bestätigen, dass zirkuläre Holzbauweisen bei frühzeitiger planerischer Berücksichtigung wirtschaftlich konkurrenzfähig sind. Der Leitfaden macht deutlich, dass die Kreislauffähigkeit von Gebäuden bereits bei der Planung beginnt. Je einfacher Bauteile demontiert, sortiert und wiederverwendet werden können, desto wirtschaftlicher wird eine Wiederverwendung. So entsteht für die verschiedenen Bauteile eine Kaskadennutzung, bevor das Holz schliesslich energetisch verwertet wird. Mechanische Verbindungen wie Schrauben, Holznägel oder Stecksysteme sind gegenüber geklebten oder geklammerten Varianten zu bevorzugen. Sie erlauben eine Wiederverwendung ohne Zerstörung und verhindern das Entstehen von Mischabfällen. Die bisher zögerliche Umsetzung von Re-Use-Projekten im Bauwesen ist nicht auf mangelndes Interesse, sondern auf vielfältige strukturelle, technische und organisatorische

Herausforderungen zurückzuführen. Eine der Schlüsselrollen für zukünftige Rückbauprozesse nimmt dabei eine detaillierte Bauwerksdokumentation ein. Durch die im Holzbau bereits etablierte digitale Planung kann diese ohne wesentlichen Zusatzaufwand integriert werden. Der Holzbau kann somit einen zentralen Beitrag zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Schweizer Bauwesen leisten. Der Leitfaden «Kreislauffähiger Holzbau» wurde im Frühjahr 2026 publiziert und ist in der Forschungsdatenbank der Bundesverwaltung kostenfrei abrufbar (<https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=60226>). **pirminjung.ch** ■



IMPRESSUM

holzbau-schweiz-spezial.ch
«Holzbau Schweiz Spezial» ist ein Produkt von «Holzbau Schweiz Magazin», dem Verbandsmagazin von Holzbau Schweiz

Holzbau Schweiz

Hansjörg Steiner (Präsident),
Gabriela Schlumpf (Direktorin)

Verlag

Pro Holzbau Schweiz GmbH

Verlagsleitung

Dorothee Bauland
Pro Holzbau Schweiz GmbH
c/o Zentralsitz Holzbau Schweiz
Thurgauerstrasse 54, 8050 Zürich
verlag@holzbau-schweiz.ch

Redaktion

Dorothee Bauland, Redaktionsleitung
Sue Lüthi, Redaktorin
Susanne Lieber, Redaktorin
redaktion@holzbau-schweiz.ch

Gestaltung und Produktion

Martina Brönnimann,
grafik@holzbau-schweiz.ch

Korrektur

Ingrid Essig, Winterthur

Druck und Versand

AVD Goldach AG, Sulzstrasse 10-12,
9403 Goldach

Anzeigen

Sibylle Eicher, Anzeigenverkauf
inserate@holzbau-schweiz.ch,
Telefon +41 44 511 02 77

Abonnemente, Bestellungen, Adressänderungen

Pro Holzbau Schweiz GmbH
c/o Zentralsitz Holzbau Schweiz
Thurgauerstrasse 54, 8050 Zürich
abo@holzbau-schweiz.ch

Erscheinungsweise

«Holzbau Schweiz Spezial 1.26»
erscheint als kostenlose Beilage zu
«Holzbau Schweiz Magazin»

Preise

Einzelpreis «Holzbau Schweiz Spezial»
CHF 9.-; Jahresabo «Holzbau Schweiz
Magazin» in Kombination mit «Holzbau
Schweiz Architektur» CHF 90.-
ISSN 2813-2351

Druckauflage 6000 Exemplare

© Pro Holzbau Schweiz GmbH. Nachdruck und elektronische Wiedergabe nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags. «Holzbau Schweiz Spezial» übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandte Manuskripte, Bilder und Datenträger aller Art. Anzeigen, Beilagen, Beihefter und als Publiportage gekennzeichnete Beiträge sind redaktionell nicht überprüft und liegen in der Verantwortung der Inserenten.

Titelfoto: LTS Strohboid GmbH

 **Gedruckt
in der Schweiz**

·ZIMMERMANN·

ON TOUR



Pack die Chance deines Lebens!

Du möchtest Jugendliche für den Zimmermannsberuf begeistern und neue Berufs- und Lebenserfahrungen sammeln? Dann bewirb dich als Zimmermann oder Zimmerin on Tour.

Von April bis November 2027 bist du als Berufsbotschafter unterwegs. In Oberstufenklassen und an Berufswahlmessen stellst du deinen Beruf vor und zeigst, was Zimmerleute draufhaben. Du arbeitest in verschiedenen Zimmereibetrieben und berichtest laufend auf Social Media über deine Tour.

Interessiert? Weitere Infos unter:
holzbau-schweiz.ch/ontour



WISSEN, WAS LÄUFT

Mit den Publikationen von Holzbau Schweiz sind Sie bestens darüber informiert, was im Holzbau läuft.

«**HOLZBAU SCHWEIZ** Magazin» bietet spannenden Lesestoff zu Menschen im Holzbau, Branchenentwicklungen, Bildung und Events.

JAHRESABO
HOLZBAU
SCHWEIZ
Magazin
CHF 90.–

HOLZBAU SCHWEIZ Magazin

Das Verbandsmagazin von Holzbau Schweiz mit relevanten Branchen- und Fachinformationen für Zimmerleute.

HOLZBAU SCHWEIZ Architektur

Das Schweizer Fachmagazin für zukunftsweisende Holzbau-Architektur und einen modernen Lebensstil mit Holz.

HOLZBAU SCHWEIZ Spezial

Das Schweizer Fachmagazin zu Forschungsthemen rund um den Holzbau und die Holzbranche.

Jetzt bestellen und profitieren!

Ganz einfach per E-Mail (abo@holzbau-schweiz.ch), per Telefon (+41 44 511 02 70), QR-Code oder auf **holzbau-schweiz-magazin.ch/abonnement**

