

Werk- und Forschungshalle

Fortschrittlicher Holzbau

Im Diemersteiner Tal haben Architekturstudenten der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU) unter der Leitung des Forschungsbereiches t-lab zusammen mit der Industrie eine Werk- und Forschungshalle entwickelt und gebaut.



ALLE FOTOS: STIFTUNG DER TU KAISERSLAUTERN

▲ Fortschrittliche Technik für die Werk- und Forschungshalle: von Ringknoten und Konusadaptern aus Kunstharzpressholz bis zu unkompliziert montier- und demontierbaren, unsichtbaren Verbindern aus Stahl

Das t-lab des Fachbereichs Architektur der RPTU erforscht Wege und Systeme, um mit klimafreundlicheren Bauweisen den Ausstoß von Treibhausgasen, Ressourcenverbrauch sowie Abfallaufkommen im Bauwesen zu begrenzen. Die Ergebnisse werden von den Studierenden nicht nur in der Theorie erarbeitet, sondern auch in die Realität umgesetzt. Auf dieser Basis ist eine Forschungshalle entstanden. Das Versuchslabor für innovativen und experimentellen Holzbau ist der erste Baustein einer Reihe von zukunftsweisenden Gebäuden aus Holz, die auf einem von der RPTU gepachteten Gelände entstehen sollen.

Das 8200 m² große Areal bietet dafür auf zwei Baufeldern mit circa 3700

m² Fläche Platz für Versuchsbauten mit verschiedenen Nutzungen.

Finanzierung und Ziel

Finanziert von der Stiftung der TU Kaiserslautern, vom LEADER-Programm der Europäischen Union, vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz, der RPTU und durch Sponsoring von Firmen und Industrie wurde das Projekt im interdisziplinären Team aus Forschenden, Studierenden und Lehrenden umgesetzt. Es basiert auf einem Studentenentwurf, der 2018 im Rahmen einer Lehrveranstaltung erarbeitet und im Anschluss im Sinne der vom t-lab geforderten notwendigen Bauwende

verfeinert wurde. „Dabei wurde der Entwurf an die Anforderungen der Kreislauffähigkeit angepasst, um eine 100-prozentige Rückbaubarkeit mit 1:1 wiederverwendbaren Bauelementen zu gewährleisten“, verrät Viktor Poteschkin, Architekt und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachbereich Architektur des RPTU, t-lab, Tragwerk und Material. Sowohl das Tragwerk als auch die Fassaden sind so verbessert worden, dass sich das Gebäude komplett zerstörungsfrei zerlegen und wiederverwenden lässt. Zudem wurde die Konstruktion von den Bauteilabmessungen bis zu den Fügungen so konzipiert, dass sie sich von den Studierenden weitgehend selbst nach dem Prinzip „Research-Design-Build“ errichten ließ.

Lage und Konzept

Der lang gestreckte Baukörper der Werk- und Forschungshalle ist längsseitig zum angrenzenden Hang ausgerichtet, sodass die durch das Tal fließenden Kaltluftströme nicht durch das Gebäude blockiert werden. Dem giebelseitigen Eingang gegenüber liegt die Villa Denis, Tagungsort und Stiftungssitz der TU Kaiserslautern.

Ein großes Vordach dient als Witterungsschutz. Dahinter erstreckt sich ein 360 m² großer Raum, der sich flexibel bespielen lässt. Darin sollen Workshops, Seminare und Veranstaltungen stattfinden. Zudem werden in der Halle Mock-ups und Demonstratoren zu Forschungszwecken gebaut und zukunftsfähige Neuheiten für das kreislauffähige Bauen entwickelt.

Stabförmiges Tragwerk

Der Neubau besteht von der Primärkonstruktion über die Fassade bis zum Innenausbau komplett aus Holz bzw. Holzwerkstoffen. Dreigelenkrahmen aus Buchenurnierschichtholz mit 12,70 m Spannweite und einem Achsabstand von 2,50 m bilden das stabförmige Tragwerk. Fußpunkte und First wurden gelenkig ausgeführt, die stabförmigen Traufknoten biegesteif – eine gestalterisch hochwertige und effiziente Struktur aus Zug- und Druckstäben: Die innen liegenden Stäbe werden rein auf Druck belastet und sind damit knickgefährdet. Sie wurden aus 160 mm breiten und lediglich 200 mm hohen Stäben



◀ Das Fassadenmodell zeigt kreislauffähige Befestigungsmittel für nachhaltigen Holzbau: links die Konosadapter, rechts Knapp-Verbinder

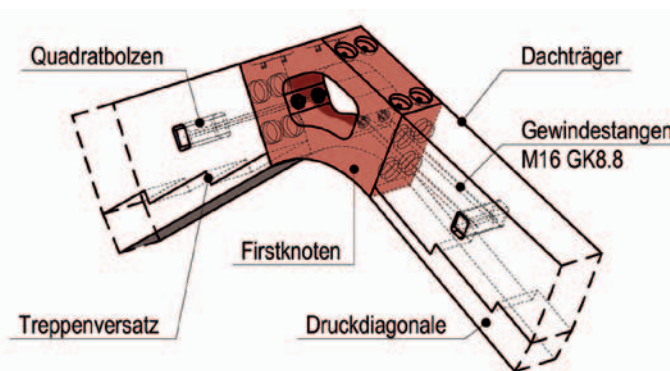
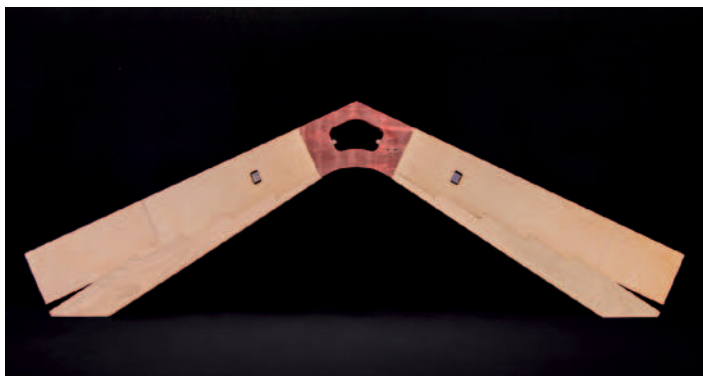
konzipiert. Die außen liegenden Stäbe werden auf Zug und Biegung belastet, sodass hier Querschnitte von 160 mm x 300 mm notwendig waren.

Den räumlichen Abschluss und die Aussteifung dieses Tragwerks übernimmt eine äußere Beplankung aus Brettsperreholzelementen. Die Verbindungen des Tragwerks und der Dach- und Fassadenkonstruktion konzipierten die Projektbeteiligten so, dass alles jederzeit demontiert werden kann und ein größtmöglicher Grad an Vorfertigung möglich war.

Verbinden nach dem Kreislaufprinzip

Der Holzbau steht auf einer Gründung aus Mikropfählen. Während diese vor Ort eingebracht wurden, wurden das Tragwerk bzw. dessen Knoten und Stäbe so vorgefertigt, dass sie vor Ort schnell zusammengesetzt und mit einem Kran aufgerichtet werden konnten. Auch die Brettsperreholzelemente, angeschlossen mit Konusadaptern an die Dreigelenkrahmen, sind komplett vorgefertigt

MOCKUP FIRSTKNOTEN



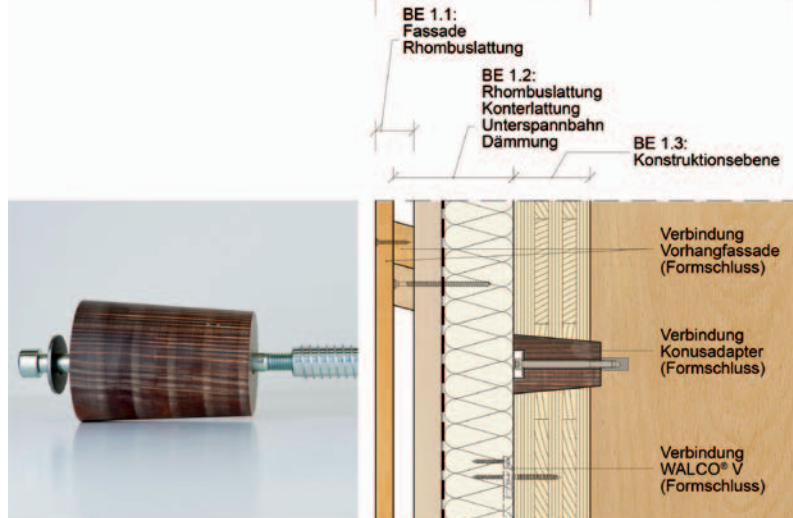
worden und mit nur wenigen einfachen Handgriffen montiert. Für die Montage der Dämmelemente und für den Innenausbau griff das Team auf Knapp-Verbinder zurück.

„Diese haben den Vorteil, dass sie sich im Werk vormontieren, vor Ort leicht einhängen und nach dem Kreislaufprinzip auch wieder einfach demontieren und erneut verwenden lassen“, erklärt Poteschkin die Wahl. Während diese bereits auf dem Markt erhältlich sind, wurden die Verbinderknoten und die Konusadapter des Tragwerks explizit entwickelt: Als Vorbild für die Knotenpunkte (Ringknoten) des Tragwerks dienten Astgabeln, sogenannte Zwiesel, die die Kräfte durch große Rundungsradien stetig umlenken und so keine Spannungsspitzen entstehen lassen.

Bei gleichem Materialeinsatz kann somit eine höhere Leistungsfähigkeit erzielt werden, sodass statisch effiziente, filigrane Bauteilanschlüsse entstehen. Diese Entwicklung erfolgte im Rahmen einer Dissertation am t-lab.

Für Diemerstein sind nach diesem Prinzip Ringknoten aus Kunstharzpressholz produziert worden. Dieser

KONUSADAPTER UND FASSADENDETAIL



Holzwerkstoff basiert auf technisch verdichteten Buchenfurnieren, die zunächst mit Kunstharz imprägniert und dann unter hohem Druck und bei hoher Temperatur miteinander verpresst werden.

Dadurch entsteht ein Werkstoff mit extremer Festigkeit und Steifigkeit, der hinsichtlich seiner Tragfähigkeit Stahl entspricht. Die Ringknoten wurden mittels CNC-5-Achsfräsen gefertigt und über Gewindestäbe im Ringinneren mit den in die Furnierholzstäbe eingelassenen Rechteckbolzen verschraubt, um stabile und dennoch reversible Verbindungen zu schaffen. Um die Anforderungen der Feuerwiderstandsklasse R30 zu erfüllen, verzichtete das Team auf

den Einsatz von intumeszierenden (unter Hitzeeinwirkung ausdehnen) Brandschutzmitteln auf Stahlteilen – diese Methode ist sehr aufwendig, fehleranfällig und eignet sich nicht für eine reversible Verbindung.

Stattdessen wandten die Mitwirkenden das Prinzip der Lastumlagerung an: Die im Brandfall maßgeblichen Zugkräfte in den außen liegenden Stäben werden mithilfe der Konusadapter in die Brettsperrholzplatten eingeleitet und so ohne die Tragfähigkeit der Traufknoten kurzgeschlossen.

Brettsperrholzelemente mit Konusadaptern befestigt

Im Anschluss bekleidete das Team das Skelett mit 2,5 m breiten, mit Sichtholzoberfläche gefertigten Brettsperrholzelementen. Alle Elemente wurden bei der Vorfertigung an den Fußpunkten mit Aussparungen für Kabelkanäle versehen. So entstand eine jederzeit zugängliche Installationsebene, die eine flexible Gestaltung und Erweiterung der Installation erlaubt.

Die Befestigung erfolgte jeweils über Konusadapter, die ebenfalls aus Kunstharzpressholz gefertigt wurden. Durch die formschlüssige Verbindung und die dauerhafte Formstabilität des Konusadapters lässt sich die Verbindung auf Bauteil- und auf



▲ Die Dreigelenkrahmen werden gestellt ...



▲ ... und mit der Außenhaut ergänzt

Bauelementeebene auch nach Jahrzehnten leicht lösen und ist damit rückbaubar. Die Konusform verhindert durch die Keilwirkung ein Ablösen der Bauelemente. Zudem ist der Adapter durch die einfache Handhabung universell einsetzbar, auch im mehrgeschossigen Holzskelettbau. Die Verbinder verschraubte das Team von außen, auf der Innenseite blieb zwischen zwei Elementen lediglich eine Fuge sichtbar.

Holzfaserdämmung reversibel befestigt

Um die Dämmelemente an das Brettsperrholz zu befestigen, arbeitete das Bauteam von Diemerstein mit Knapp-Verbindern. „Wir wollten das Gebäude aus ökologischen Gründen und im Sinne der Kreislaufwirtschaft mit Holzweichfaserdämmung dämmen“, erinnert sich der wissenschaftliche Mitarbeiter. „Hätten wir die Holzweichfaserstoffe jedoch direkt mit einzelnen Stiften befestigt, wäre eine nicht kreislauffähige Lösung dabei herausgekommen.“ Stattdessen wurden die Dämmelemente in separate Rahmen gepackt, die im Anschluss mit Walco-V60-Verbindern und Kragenschrauben direkt mit den Brettsperrholzelementen verbunden wurden – sowohl in der Wand- als auch in der Dachebene. Die Verbinder wurden bereits in der Vorfertigung montiert und vor Ort nur noch zusammengesteckt. Um eine einfache Demontage der Bauteile beim



▲ Die Halle ist fertig aufgestellt. Der Innenausbau hat begonnen

Rückbau zu ermöglichen, entschied man sich, die Rahmen an den entsprechenden Stellen kleiner als die Brettsperrholzelemente auszuführen und die Zwischenräume mit Hartfaserdämmung zu füllen.

Montagekonzept Fassaden, Dach und Innenausbau

Eine Deckung aus Stahlwellblech auf Lattung, Konterlattung und Dachbahnen bildet die Dachhaut. „Stahlwellblech hat den Vorteil, dass es sich gut rückbauen lässt. Ursprünglich hatten wir mit Stehfalzdeckung arbeiten wollen, doch Stehfalze lassen sich nicht reversibel falten“, ergänzt Poteschkin. Die Fassaden wurden bis zur Dämmebene identisch konzipiert

und außen mit Lattung, Konterlattung und Schalung vervollständigt. Auf die Dampfsperre verzichtet das Gebäude, da Brettsperrholz mit abgeklebten Fugen diffusionsdicht ist. Die Fassaden aus sägerauer Douglasie wurden komplett in Form von 1,25 m breiten Elementen vorgefertigt und an Rhombuslatten aufgehängt, die das Team an der Oberkante der Dämmebene montierte. Unten wurden sie nur noch lagegesichert, sodass die Montage der Fassaden innerhalb eines einzigen Arbeitstags bewerkstelligt werden konnte. Während die Längsfassade geschlossen ausgeführt wurde, wurde die Giebfassade als Pfosten-Riegel-Konstruktion aus Buchenfumierschichtholz mit Polycarbonatplatten als

**EINZIGARTIG VIELSEITIG.
FÜR HÖCHSTE PRÄZISION.
GANN SYSTEM-MESSGERÄT
HYDROMETTE® CH 17.**

**ZUR ERFASSUNG VON BAU-,
HOLZ- UND LUFTFEUCHTE
SOWIE TEMPERATUR UND
LUFTGESCHWINDIGKEIT.**



**MEHR ERFAHREN
www.gann.de**





▲ Der Verbinder wird montiert ...



▲ ... und im Anschluss eingehängt



▲ So gut wie fertig: die Forschungs- und Werkhalle Diemerstein

Bekleidung gestaltet. Bei der Befestigung kamen Ricon-Verbinder (100/40-EA- und DA) zum Einsatz. Der Innenausbau des Gebäudes mit einer Funktionsbox mit WC-Anlage, Küche, HAR (Hausanschlussraum), Garderobe und Lager für eine „millimetergenaue und präzise Montage“ erfolgte ebenfalls mit Knapp-Verbindern, erläutert Poteschkin. Die einzelnen Wandelemente wurden mit Walco V60 KS und Walco V60 GH miteinander gekoppelt. Als Haupt-Nebenträger-Verbinder in der Dachebene nutzten die Studenten Ricon 140/40, um diese schnell und unkompliziert miteinander zu verbinden.

Christine Ryll, München ■

STECKBRIEF

PROJEKT:

Neubau der Werk- und Forschungshalle Diemerstein
D-67468 Frankenstein

BAUHERR:

Stiftung für die TU Kaiserslautern,
Dr. agr. Annette Mechel, Vorstand
D-67663 Kaiserslautern | www.rptu.de
t-lab Holzarchitektur und Holzwerkstoffe,
fatuk, Rheinland-Pfälzische Technische Universität
Kaiserslautern-Landau (RPTU)
D-67663 Kaiserslautern
www.tlab.architektur.rptu.de

ARCHITEKTUR UND TRAGWERKSPLANUNG:

t-lab Holzarchitektur und Holzwerkstoffe, fatuk,
Rheinland-Pfälzische Technische Universität
Kaiserslautern-Landau (RPTU)

vertreten durch:

Architektur: FG Baukonstruktion 1 und Entwerfen,
Univ.-Prof. Stephan Birk (seit April 2021 TU München),
Marcel Balsen, Nik Beiler

Tragwerksplanung: FG Tragwerk und Material,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Graf, Reiner Klopfer,
Viktor Poteschkin, Yannick Braun, Oliver Betha

FERTIGUNG DREIGELENKRAHMEN UND KONUSADAPTER:

Deutsche Holzveredelung Schmeing GmbH & Co. KG
D-57399 Kirchhundem | www.dehonit.de

ABBUND BRETTSPERRHOLZ:

Cltech GmbH & Co. KG | D-67661 Kaiserslautern
www.cltech.de

VERBINDER:

Knapp Verbinder | D-85591 Vaterstetten
www.knapp-verbinder.com

FLÄCHE: 360 m²