

Forschungsintegration weitspannender, punktgestützter Geschossdecken im LCRL Gebäude

Lorenz Riedel
Institut für Tragkonstruktionen
und konstruktives Entwerfen
Universität Stuttgart, Deutschland



Simon Tremel
Institut für Computerbasiertes
Entwerfen und Baufertigung
Universität Stuttgart, Deutschland



Cristóbal Tapia
Materialprüfungsanstalt –
Abteilung Holzkonstruktionen
Universität Stuttgart, Deutschland



Hans Jakob Wagner
Institut für Computerbasiertes
Entwerfen und Baufertigung
Universität Stuttgart, Deutschland



Forschungsintegration weitspannender, punktgestützter Geschossdecken im LCRL Gebäude

1. Einführung

Die letztlich vorgelegte Holzbauinitiative des Bundesbauministeriums reiht sich in eine Serie an politischen Willensbekundungen ein, welche den Holzbau als nachhaltige, zukunftsweisende Bauart unterstützen möchten. Darin heißt es: «Bei der Suche nach Lösungen, die Klimaschutz und Ressourcenschonung mit dem Bedarf an Gebäuden zum Wohnen, Leben und Arbeiten nachhaltig in Einklang bringen, müssen nachwachsende Rohstoffe stärker als bisher berücksichtigt werden. Von besonderer Relevanz ist dabei der ressourceneffiziente Einsatz von Deutschlands bedeutendstem nachwachsenden Rohstoff Holz.» [1]

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen mehrere Herausforderungen adressiert werden:

- (1) Materielle Herausforderung: Holz ist ein nachwachsender Baustoff, allerdings ist er als Baumaterial zeitlich gesehen in seiner Verfügbarkeit beschränkt. Ökologisch ist es besonders sinnvoll mit Holz zu bauen, wenn mit der gleichen Menge Holz möglichst viele Neubauten aus anderen Materialien substituiert werden. Auch ökonomisch gesehen, macht es Sinn mit möglichst wenig Holz möglichst viele Holzgebäude zu errichten. Dies bedeutet in der Praxis, dass Alternativen zum Trendbaustoff Brettsperholz gefunden werden müssen.
- (2) Personelle Herausforderung: Die Frage wie mit wenig Material viel gebaut werden kann, ist an sich kein neuer Gedanke. Ganz im Gegenteil galt dies für den Großteil der Holzbaugeschichte als Maßstab. Historische Bauweisen wurden allerdings weitestgehend verdrängt, da die für solche Bauweisen notwendige Planungs- und Bearbeitungsintensitäten nicht mehr ökonomisch abbildbar waren. Der größte Erfolgsfaktor von BSP ist nicht zuletzt die einfache Planbarkeit und weitestgehend digitalisierte Bearbeitung. Diese Situation hat sich in den letzten Jahren noch weiter verschärft. Der Sektor steht vor der Herausforderung von fehlenden Fachkräften, Hilfskräften sowie Planungsexperten.
- (3) Konstruktive Herausforderungen: Aktuell werden nur bestimmte Typologien an Gebäuden kostenkompetitiv in Holz realisiert. Zumeist sind dies Gebäude welche bezüglich ihrer Nutzung für serielle Bauweisen eignen. In denen weiters tragende Innenwände und lineare Auflager für einfach spannende Decken eingesetzt werden können. Mit dem Ziel einer Erhöhung des Holzbauanteils und im Sinne einer nachhaltigen Bauwirtschaft und Stadtentwicklung wird es vor allem notwendig sein, innerstädtische Bauplätze und historisch entstandene Baulücken mit unregelmäßigen Maßen und Formen mit Gebäuden zu bebauen die eine hohe Nutzungsflexibilität und durchmischte Funktion aufweisen. Dies ist mit dem Stand der Technik derzeit nur bedingt möglich.

Im Rahmen der Forschung des Exzellenzcluster (EXC) «Integratives Planen und Bauen für die Architektur» an der Universität Stuttgart wird daran gearbeitet diese Herausforderungen zu überkommen. Den Arbeiten liegt dabei die Hypothese zu Grunde, dass sich mit der durchgehenden Digitalisierung von Planungs- und Fertigungsprozessen grundsätzlich neue Ansätze im Holzbau ergeben. Insbesondere untersteht dieser Ansatz der Annahme, dass (1) personelle Engpässe durch digitale Entwurfsmethoden und automatisierte Fertigungsprozesse überwunden werden können; Weiters (2), dass durch die vollständige Digitalisierung der Planung und Fertigung das Dilemma hinsichtlich der materiellen Effizienz aufgelöst werden kann (zusätzliche Komplexität in Planung und Herstellung von effizienten Strukturen in digitalisierten Prozessen erzeugt keinen zusätzlichen Personalaufwand, sondern kann durch skalierbare Technologien abgefangen werden); und schlussendlich (3), dass durch die vollständig digitale Generierung und robotisch Fertigung neuartige Bausysteme entwickelt werden können welche aktuelle konstruktiven Einschränkungen überkommen.

Am EXC wird im Rahmen des Forschungsprojektes 3 und 4 dementsprechend an der Erforschung und Entwicklung von Bausystemen gearbeitet welche vollständig auf computer-basierten Entwurfsmethoden und robotischen Produktionsprozessen basieren. Im Rahmen der Methodik des Co-Designs erfolgen diese Entwicklungen parallel in interdisziplinärer Forschungsarbeit [2]. Gemeinsames Ziel ist dabei die Entwicklung von Punktgestützten Geschossdecken, welche keinem regelmäßigen Raster folgen müssen und – ohne Stahl und Betonbauteile – sortenrein aus Holz hergestellt werden können.

2. Übersicht der bisherigen Forschungsergebnisse

Im Rahmen der ersten Forschungsphase des Exzellenzclusters wurden hierzu eine breite Anzahl an Ergebnissen erzielt:

Durch die vertiefte Analyse von 350 der wichtigsten, neu entstandenen, internationalen Geschossbauten aus Holz konnte gezeigt werden, dass tatsächlich mehr als 98% der Holzgebäude an strenge Raster gebunden sind, Deckensysteme einachsig spannen. Weiters, dass weniger als 25% der Holzgeschossbauten tatsächlich sortenrein aus Holz gebaut sind [3]. Daher ergeben sich erhebliche Einbußen in langfristiger Nutzungsflexibilität durch tragende Innenwände, enge Stützenraster.

Weiters konnten ersten Ansätzen für mehrachsig spannende Bausysteme für Punktgestützte Holzdecken entwickelt werden. Einerseits wurde ein exploratives System entwickelt mit dem adaptive Balken-netze mittels einem Montageroboter eingebracht werden können [4]. Vor allem wurde aber ein erstes Hohlkastensystem als Nadel-Laubholz Hybridsystem entwickelt [5] welches die Grundlage für die weiteren Forschungen bildet und auf Basis von verfügbaren Halbzeugen nur die notwendigen Schritte mittels neuartiger, robotischer Prozesse abbildet – während gängige Schritte in üblichen Abbund-Zentren realisiert werden können. Um diese robotischen Prozesse flexibel in unterschiedlichen Fertigungsumgebungen einsetzen zu können wurden transportable, robotische Plattformen entwickelt [6]. Weiters konnte gezeigt werden wie mittels generalisierbaren Handlungsbeschreibungen Fertigungsschritte unabhängig von Ausführendem «Agenten» direkt aus dem digitalen Gebäudemodell beschrieben werden können [7], [8] und mittels AR-Schnittstellen sowohl von Menschlichen als auch robotischen Arbeitern ausgeführt werden können [9], [10].

Für die Detailentwicklung wurden umfassende Untersuchungen für die sortenreine Verbindung von Stütze zu Stütze und Deckenelement zu Deckenelement erarbeitet.

Punktförmig gestützte Deckensysteme im mehrgeschossigen Holzbau stellen strukturelle Elemente und Verbindungen vor verschiedene Herausforderungen. Beispielsweise können die Vertikalkräfte der oberen Geschosse aufgrund der begrenzten Festigkeit quer zur Faser von Holz nicht direkt über die Decke (z.B. BSP) zur unteren Stütze übertragen werden. Dieses Problem wird in der Regel durch speziell hergestellte Stahlelemente gelöst, die die Kraft durch eine Öffnung in der Decke übertragen. Am LCRL werden diese Stahlelemente durch den Einsatz von hochfesten Holzelementen wie Buchen-FSH ersetzt. Abbildung 1-a zeigt die Geometrie der entwickelten Verbindung. Das untere pyramidenförmige Element aus Buchen-FSH ermöglicht die Verteilung der Druckspannungen über den gesamten Querschnitt, bevor sie auf das untere BSH übertragen werden. Die Wirksamkeit dieses Konzepts wurde sowohl numerisch als auch experimentell bestätigt [11], [12].

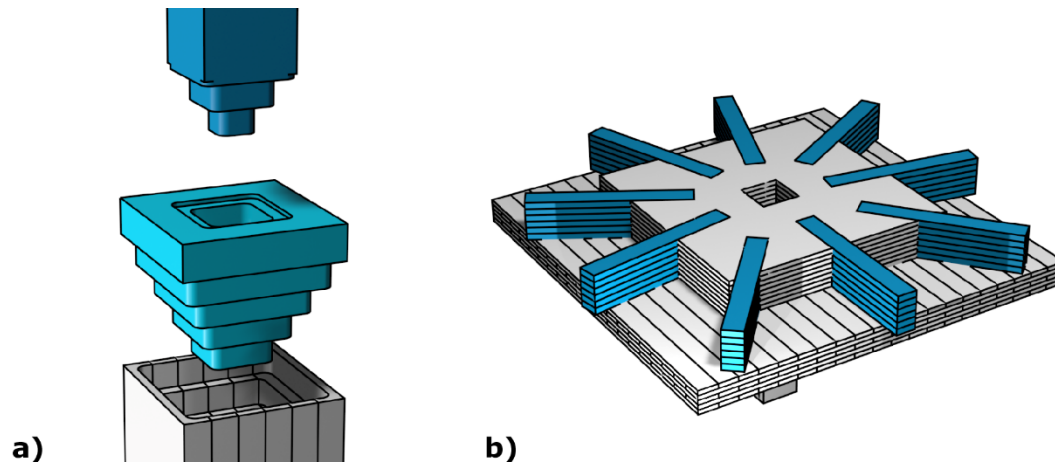


Abbildung 1: (a) Stützen-Stützen Anschluss für die Übertragung von Vertikalkräften;
(b) Verstärkung im Bereich des Stützenanschlusses mittels FSH und eingebundenen Schubstegen.

Ein weiteres Problem bei punktförmig gestützten Deckensystemen ist die hohe Konzentration von Querkraften im Bereich der Stütze. Dieses Problem ist besonders bedeutend bei einem Hohlkastensystem wie im LCRL vorgesehen, da in der inneren Region der Decke nicht ausreichend Material vorhanden ist, um diese Kräfte aufzunehmen. Um dieses Problem zu lösen, wurde eine spezielle Verstärkung entwickelt, die dem Konzept des Hohlkastensystems entspricht. Es wird ein Kern aus FSH im Innenraum direkt über der Stütze positioniert, sodass die Schubstege mit diesem Kern verbunden werden können [13] (siehe Abbildung 1-b). Die Verbindung erfolgt durch eine Verklebung mit einem zwei-komponenten PUR-Klebstoff, der die seitlichen Flächen verbindet, indem die Fugen ausgefüllt werden.

Um das Ziel einer möglichst großen freien Fläche zu erreichen, ist es wichtig, dass biaxiale Tragverhalten der Decken sicherzustellen. Dafür werden steife Verbindungen zwischen den Platten benötigt. Für das LCRL-Gebäude wurden verschiedene Alternativen solcher Verbindungen entwickelt, die je nach Anforderungsprofil eingesetzt werden können (siehe unten). Ein Hauptmerkmal dieser Anschlüsse ist die Verwendung von Klebstoffen, die eine effiziente Kraftübertragung und hohe Steifigkeit ermöglichen. Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung einer großformatigen Keilzinkung, die eine Verbindung sowohl in Längs- als auch in Querrichtung der BSP-Platten ermöglicht (Abbildung 2). Dieses System bildet die Grundlage für verschiedene Verbindungskonzepte, die bereits numerisch und experimentell getestet wurden.

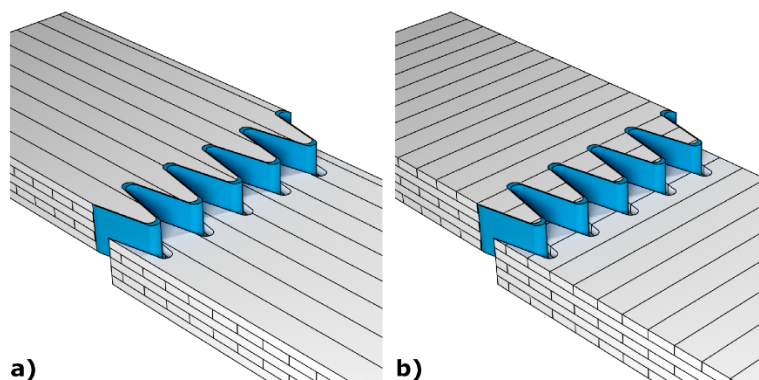


Abbildung 2: Keilzinkungen für den Anschluss von BSP-Platten

Weiters wurden zusammen mit dem Institut für Akustik und Bauphysik integrative Maßnahmen zur Schwingungsreduktion entwickelt [14], [15]. Zu guter Letzt wurden neuartige Methoden zur generativen, computer-basierten Unterteilung von Deckenplatten [16] in transportable, vorgefertigte Bauteile / Deckensegmente erarbeitet und hinsichtlich der Interaktionen von Leistungsfähigkeit und Materialverschnitts verglichen [17].

3. Forschungsintegration im LCRL Gebäude

Im Kontext des Exzellenzclusters *Integratives computerbasiertes Planen und Bauen für die Architektur* (IntCDC) plant die Universität Stuttgart den Neubau des *Large-Scale-Construction-Robot-Laboratoriums* (LCRL) auf dem Campus Stuttgart-Vaihingen (siehe Abbildung 3). Das LCRL Gebäude soll zukünftig die Forschungsinfrastruktur von IntCDC beheimaten und das interdisziplinäre Team der Forscher*innen aus sieben Fakultäten räumlich zusammenführen. Als universitäres Pilotprojekt dient das Gebäude als Demonstrator der von IntCDC entwickelten Bausysteme. Erstmals werden diese im Gebäudemaßstab angewendet.

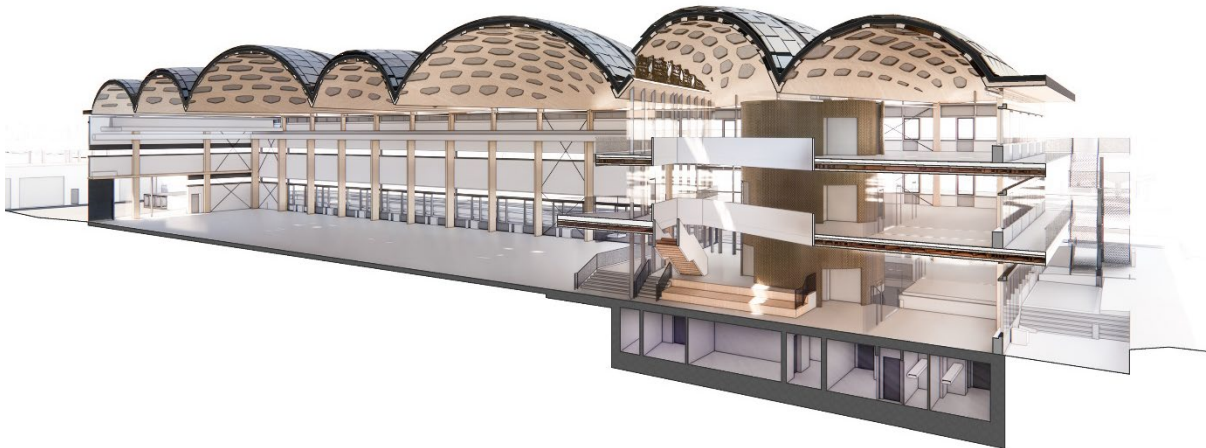


Abbildung 3: Schnitt durch das LCRL Gebäude.

Das von IntCDC entwickelte mehrgeschossige Holzbausystem soll die Geschossdecken des Bürotrakts im LCRL Gebäude bilden (siehe Abbildung 3). Um das volle Potenzial des Systems zu demonstrieren, wird das Deckentragwerk mit einem unregelmäßigen Stützenraster und weitspannenden Deckenfeldern mit bis zu 11,5 m Spannweite versehen. Umlaufende Balkone mit bis zu 3,2 m Auskragungslänge und ein mittig liegendes Atrium erhöhen zusätzlich die konstruktiven und statischen Anforderungen.

Aufgrund der Integration verschiedener Nutzungseinheiten und Tragwerkssysteme im LCRL Gebäude sind diverse Gewerkeschnittstellen in der Detailplanung zu berücksichtigen. Maßgeblich sind hierbei Anschlüsse an Betonkerne, tragende Innenwände und Fassadenstützen zu nennen. In Hinblick auf die vorgesehene Anwendbarkeit in sowohl Neu- als auch Bestandsbauten demonstriert dies die Flexibilität in der Nutzung des Deckensystems. Neben den konstruktiven Herausforderungen sind hierbei die bauablaufstechnischen Prozesse zu betrachten.

Die Decke ist als Hohlkastendecke mit einer Gesamthöhe von 42 cm und Beplankungsdicken von 10 – 12 cm geplant. Durch den Einsatz von Fichten-Brettspertholz als Beplankungstafeln wird ein zweiachsiger Lastabtrag ermöglicht. Im Deckenhohlraum befinden sich Verstärkungsrippen deren Orientierungen am Vektorfeld der Schubspannungen orientiert sind (siehe Abbildung 5). In den hochbelasteten Bereichen um die Stützenköpfe sind weiterhin massive Holzelemente im Deckenhohlraum sowie Details aus Buchenholz angeordnet.

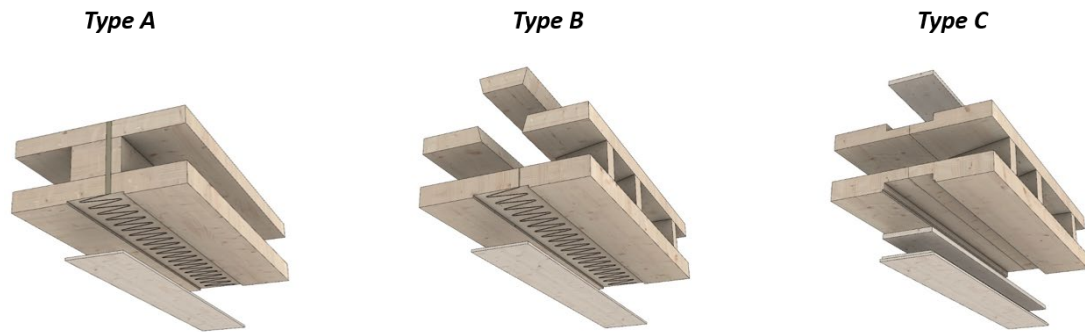


Abbildung 4: Verbindungstypen des Geschosßdeckensystems.

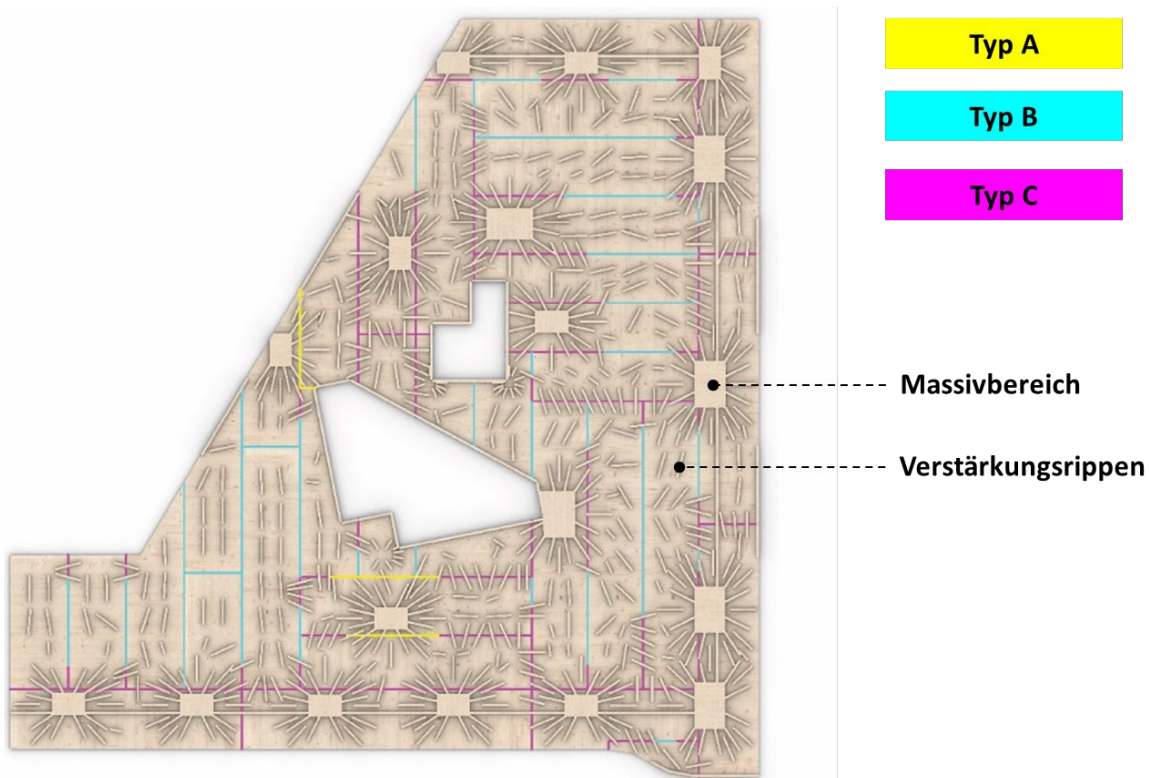


Abbildung 5: Decke OG1 des Bürotrakts im LCRL Gebäude mit Darstellung der Diskretisierung im Deckenhohlraum.

Die Holzgeschosßdecke wird segmentweise werkseitig vorgefertigt und auf der Baustelle mittels innovativer Klebeverbindungen kraftschlüssig in beiden Tragrichtungen verbunden. Die Hauptfaserrichtung der Segmente ist an die Spannrichtung des Deckentragwerks angepasst. In Abstimmung zwischen Fertigungskomplexität und Tragfähigkeit hat IntCDC drei Verbindungstypen zur Fügung der Segmente entwickelt, die entsprechend des in der Decke vorherrschenden Schnittkraftniveaus positioniert sind. In den Bereichen mit hohen Biegemomenten werden die Deckensegmente mit hochleistungsfähigen, geklebten Keilzinkenverbindungen verbunden (Verbindungstyp A und B nach Abbildung 4), die die Zug- und Druckkräfte aus der Biegung über Schubflächen abtragen. In Deckenbereichen mit großen Querkraften sind Verstärkungsrippen an den Segmentkanten angeordnet und segmentübergreifend kraftschlüssig verbunden (Verbindungstyp C nach Abbildung 4).

Die Entwicklung des in der Forschung konzipierten Systems hin zur Umsetzung in einem realen Bauvorhaben erfolgt in enger Zusammenarbeit mit Fachplanern und Baufirmen. Dabei wird das System in Hinblick auf die Praxistauglichkeit der Planungs- und Herstellprozesse weiterentwickelt. Neben der Entwicklung des Systems selbst, sind gebäudespezifische Anforderungen in das System zu integrieren.

In Abstimmung mit der Tragwerksplanung stehen maßgeblich die Themen der statisch-mechanischen Modellbildung und Nachweisführung im Vordergrund. Die strukturoptimierte Geometrie, mit frei angeordneten Verstärkungsrippen, erfordert einen automatisierten Workflow zur Schnittkraftermittlung und Nachweisführung in einer parametrischen Umgebung. Ebenso muss die externe Prüfbarkeit der statischen Berechnungen durch einen Prüfenieur gewährleistet sein. Die einzelnen Konstruktionsdetails und ihre Abweichungen von den bautechnischen Regelwerken erfordern gesonderte Untersuchungen und die Entwicklungen praxistauglicher Nachweiskonzepte. Seitens der Bauphysik ist einerseits die Integration von Elementen zur Sicherstellung von z.B. der Luftdichtheit, der Luftzirkulation oder der Wärmedämmung zu betrachten. Andererseits sind Anschlussdetails zu den zahlreichen angrenzenden Gewerken zu konstruieren. Die Architektur stellt weiterhin Anforderungen an die Sichtflächen und damit die Reduzierung von Fugenbreiten und sichtbaren Verklebungen. In Zusammenarbeit mit dem Fertigungs- und Montagebetrieb erfolgt vordergründig die Kostenoptimierung des Systems. Diese spiegelt sich sowohl in der Materialauswahl als auch in der Konstruktion der Verbindungstechnik wider. Geometrische Randbedingungen werden in Abstimmung auf die fertigungs- und montage-technischen Möglichkeiten definiert. Dies betrifft sowohl die Abmessungen der Einzelbauteile als auch der zusammengesetzten Deckenelemente. Ebenso relevant ist die Eingrenzung der Herstell- und Montagetoleranzen und deren Rückkopplung mit den architektonischen, tragwerksplanerischen und bauphysikalischen Zielen.

Die Kombination von Brettsperrholzelementen und innovativer Klebeverbindungen in einer Hohlkastendecke ergibt ein hochleistungsfähiges, biaxial spannendes Deckensystem. Aus dem gezielten Einsatz von Laubholzverstärkungen und Elementen im Deckenhohlraum resultiert ein strukturoptimiertes Tragwerk mit minimalem Materialeinsatz. Der Verzicht auf Stahlverbindungen oder einem Verbund mit Beton macht das Deckensystem sortenrein trennbar.

4. Ausblick

In weiteren Forschungen soll das existierende Bausystem für den Einsatz für das Bauen im Bestand weiterentwickelt werden. Hierbei soll vor allem die leichte Bauweise und flexible Anpassungsfähigkeit des Bausystems optimal ausgenutzt werden um ohne Anpassungen der existierenden Tragstruktur im Bestand Aufstockungen vorzunehmen. Weiters wurde in bisherigen Untersuchungen die horizontale Aussteifung des Skelettbaus nicht betrachtet und muss im LCRL Gebäude mittels konventioneller Stahl-Windverbände hergestellt werden. Das Bausystem soll dahingehend erweitert werden.

5. Referenzen

- [1] «Bundesbauministerin Geywitz und Bundeslandwirtschaftsminister Özdemir legen Strategie für den Holzbau vor,» *Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen*. <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2023/06/holzbauintiative.html>.
- [2] A. Menges, J. Knippers, H. J. Wagner, and C. Zechmeister, «Pilotprojekte für ein Integratives Computerbasiertes Planen und Bauen,» in *Baustatik – Baupraxis 14*, M. Bischoff, M. von Scheven, and B. Oesterle, Eds. Stuttgart: Institut für Baustatik und Baudynamik, Universität Stuttgart, 2020, pp. 67–79.
- [3] H. Svatoš-Ražnjević, L. Orozco, and A. Menges, «Advanced Timber Construction Industry: A Review of 350 Multi-Storey Timber Projects from 2000–2021,» *Buildings*, vol. 12, no. 4, p. 404, Mar. 2022, doi: 10.3390/buildings12040404.
- [4] H. Chai, H. J. Wagner, Z. Guo, Y. Qi, A. Menges, and P. F. Yuan, «Computational design and on-site mobile robotic construction of an adaptive reinforcement beam network for cross-laminated timber slab panels,» *Autom. Constr.*, vol. 142, no. February, p. 104536, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2022.104536.
- [5] A. Krtschil *et al.*, «Structural development of a novel punctually supported timber building system for multi-storey construction,» *J. Build. Eng.*, vol. 58, no. March, p. 104972, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.job.2022.104972.

- [6] H. J. Wagner, M. Alvarez, O. Kyjanek, Z. Bhiri, M. Buck, and A. Menges, «Flexible and transportable robotic timber construction platform – TIM,» *Autom. Constr.*, vol. 120, p. 103400, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103400.
- [7] H. J. Wagner, M. Alvarez, A. Groenewolt, and A. Menges, «Towards digital automation flexibility in large-scale timber construction: integrative robotic prefabrication and co-design of the BUGA Wood Pavilion,» *Constr. Robot.*, vol. 4, no. 3–4, pp. 187–204, Dec. 2020, doi: 10.1007/s41693-020-00038-5.
- [8] L. Skoury, F. Amtsberg, X. Yang, H. J. Wagner, T. Wortmann, and A. Menges, «A Framework for managing data in multi-actor fabrication processes,» 2022, doi: 10.1007/978-3-031-13249-0_47.
- [9] F. Amtsberg, X. Yang, L. Skoury, H. J. Wagner, and A. Menges, «iHRC: An AR-Based Interface for Intuitive, Interactive and Coordinated Task Sharing Between Humans and Robots in Building Construction,» in *2021 Proceedings of the 38th ISARC*, 2021, no. Isarc, pp. 25–32, doi: <https://doi.org/10.22260/ISARC2021/0006>.
- [10] X. Yang, F. Amtsberg, L. Skoury, H. J. Wagner, and A. Menges, «Vizor, Facilitating Cyber-physical Workflows in Prefabrication through Augmented Reality,» 2022, vol. 2, pp. 141–150, doi: 10.52842/conf.caadria.2022.2.141.
- [11] C. Tapia, F. Amtsberg, A. Münzer, S. Aicher, and A. Menges, «Rotational Stiffness Of Newly Developed Lvl-Based Column-Head Reinforcement For Point-Supported Slab-Column Building Systems,» in *World Conference on Timber Engineering (WCTE 2023)*, 2023, pp. 688–697, doi: 10.52202/069179-0094.
- [12] C. Tapia and S. Aicher, «A new concept for column-to-column connections for multi-storey timber buildings – Numerical and experimental investigations,» *Eng. Struct.*, 2023.
- [13] C. Tapia, H. J. Wagner, S. Tremel, A. Menges, and S. Aicher, «Point-Support Reinforcement for a Highly Efficient Timber Hollow Core Slab System,» in *World Conference on Timber Engineering (WCTE 2023)*, 2023, pp. 2978–2986, doi: 10.52202/069179-0388.
- [14] T. Müller and R. Di Bari, «Akustisches Verhalten von Holzgeschossdecken ökologisch neu gestalten,» *Fortschritte der Akustik - DAGA 2022*. 2022.
- [15] T. Müller and P. Leistner, «Integrative Ansätze zur Schwingungsreduzierung von Holzgeschossdecken,» *Fortschritte der Akustik - DAGA 2022*. Stuttgart, 2022.
- [16] L. Orozco *et al.*, «Design Methods for Variable Density, Multi-Directional Composite Timber Slab Systems for Multi-Storey Construction,» in *Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, 2021, vol. 1, pp. 303–312, doi: 10.52842/conf.ecaade.2021.1.303.
- [17] L. Orozco, H. J. Wagner, A. Krtschil, J. Knippers, and A. Menges, «Preprint: Computational Segmentation Methods for the Material Efficient Co-Design of Point-Supported, Grid-Independent Floor Slabs in Timber Architecture,» *SSRN Electron. J.*, 2023, doi: 10.2139/ssrn.4484710.
- [18] C. Tapia, L. Stimpfle, and S. Aicher, «A new column-to-slab connection for multi-storey timber buildings,» vol. 19, pp. 297–318.
- [19] C. Tapia Camú, M. Claus, and S. Aicher, «A Finger-Joint Based Edge Connection for the Weak Direction of Clt Plates,» *SSRN Electron. J.*, vol. 340, no. May, p. 127645, 2022, doi: 10.2139/ssrn.4031418.
- [20] S. Aicher and C. Tapia, «Novel internally LVL-reinforced glued laminated timber beams with large holes,» *Constr. Build. Mater.*, vol. 169, pp. 662–677, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.02.178.

6. Danksagung

Das Forschungsteam für die Planung und Fertigung der Geschossdecken im LCRL Gebäude besteht aus Architekten und Ingenieuren der Universität Stuttgart. Am ICD aus Prof. Achim Menges, Felix Amtsberg, Luis Orozco, Tim Stark, Hana Svatos-Raznievic, Simon Tremml, Hans Jakob Wagner. Am ITKE aus Prof. Jan Knippers, Anna Krtschil, Simon Bechert, Valentin Wagner, Lorenz Riedel. Am IABP aus Prof. Philipp Leistner und Theresa Müller. An der MPA aus Dr. Simon Aicher, Cristobal Tapia, Aaron Münzer und Kai Simon.

Das LCRL Gebäudes wird von der IntCDC Planungsgesellschaft mit Markus Allmann, Eva Menges, Sabrina Bergmann, Ulrike Fuchs-Lee, Sebastian Thomas, Olaf Schäfer, Mostafa Aboughaly, Maddalena Cassani, Chiara Weiß, Daniel Sonntag und Moritz Münzenmaier geplant.

Weiters wurde das Deckensystem im Rahmen der Pre-Construction-Phase zusammen mit Sven Jörges, Thomas Mantzel und Simon Schmid von Züblin Timber weiterentwickelt.

Die Forschungsarbeiten wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen der Exzellenzinitiative – EXC 2120/1 – 390831618 unterstützt.