

FORUM HOLZBAU INTERNATIONAL

27. Internationale Holzbau-Forum (IHF)

Band I 29. November 2023

Aus der Praxis – Für die Praxis

BFH BIEL

TH ROSENHEIM

AALTO HELSINKI

TU MUNCHEN

PRINCE GEORGE

Auftaktveranstaltung

Holzbau für die fordernde Immobilien- und Wohnungswirtschaft

Prolog I Architektur

Architekturqualität und Nachhaltigkeit

Prolog II Fertigbau

Europäische Gesetzgebung und ihre Auswirkungen auf nationale Unternehmen und ihre Produkte – Zurechtfinden, Verstehen, Navigieren, Umsetzen

Prolog III Holzhausbau

Bauen im Bestand – Potentiale für die Holzbaubranche

Prolog IV Verbindungstechnik

Aktuelles aus der Verbindungstechnologie

Prolog V Politik und Holz

Holz-Governance in Europa und darüber hinaus - woodPoP

Herausgeber: FORUM **HOLZBAU**
Bahnhofplatz 1
2502 Biel/Bienne
Schweiz
T +41 32 327 20 00

Bearbeitung und Satz: FORUM HOLZBAU | Simone Burri, Katja Rossel und Katharina Uebersax

© 2023 by FORUM HOLZBAU, Biel/Bienne, Schweiz
ISBN 978-3-906226-58-3

www.forum-holzbau.com | www.forum-holzkarriere.com |
www.forum-holzbranche.com | www.forum-holzbranche.com

FORUM HOLZBAU INTERNATIONAL

27. Internationale Holzbau-Forum (IHF)

Band I 29. November 2023

Aus der Praxis – Für die Praxis

Auftaktveranstaltung

Holzbau für die fordernde Immobilien- und Wohnungswirtschaft

Prolog I | Architektur

Architekturqualität und Nachhaltigkeit

Prolog II | Fertigbau

Europäische Gesetzgebung und ihre Auswirkungen auf nationale Unternehmen und ihre Produkte – Zurechtfinden, Verstehen, Navigieren, Umsetzen

Prolog III | Holzhausbau

Bauen im Bestand – Potentiale für die Holzbaubranche

Prolog IV | Verbindungstechnik

Aktuelles aus der Verbindungstechnologie

Prolog V | Politik und Holz

Holz-Governance in Europa und darüber hinaus

Das 29. IHF findet vom 4.–6. Dezember 2024 statt.

Inhalt

Mittwoch, 29. November 2023

AUFTAKTVERANSTALTUNG

Holzbau für die fordernde Immobilien- und Wohnungswirtschaft

Klimaverträglich und bezahlbar Bauen – Ein Vergleich der Länder Schweiz, Deutschland, Österreich und Frankreich <i>Dr. Julia Selberherr, Wüest Partner, Zürich, Schweiz</i>	13
CO₂ Potenziale und Entscheidungsgrundlagen in frühen Leistungsphasen <i>Hanns-Jochen Weyland, Störmer Murphy and partners, Hamburg, Deutschland</i>	21
LowTech und kreislaufgerecht – Holzbauquartiere und ihre ökologischen Folgewirkungen <i>Prof. Eike Roswag-Klinge, Natural Building Lab, Technische Universität Berlin, ZRS Architekten Ingenieure, Berlin, Deutschland</i>	27
Nachhaltiges Planen und Bauen – nur gemeinsam <i>Caroline Palfy, Loud 4 Planet, Wien, Österreich</i>	39
Neue Wege der Projektzusammenarbeit – von der Projektentwicklung zur Umsetzung <i>Stefan Höher, Bauwens, Köln, Deutschland Johannes Lederbauer, Wiehag, Altheim, Österreich</i>	45
Seriell – modular – bezahlbar: Wie wir die Herausforderungen im Wohnungsbau meistern können <i>Robert Decker, Decker Group, Timber Homes, Dorfen, Deutschland</i>	53

Prolog I – Architektur-Forum

Architekturqualität und Nachhaltigkeit

Lebenszyklusanalyse im Wohnungsbau – Holzbauquartier in Berlin von weberbrunner architekten <i>Elise Pischetsrieder, weberbrunner architekten, Zürich/Berlin, Schweiz/Deutschland</i>	63
Raum – Zeit – Ausdruck: Holzbau im Wandel der Zeit <i>Prof. Astrid Stauer, Stauer & Hasler Architekten, Frauenfeld und Zürich, Schweiz</i>	69
Holzbau:amtlich <i>Liza Heilmeyer, Birk Heilmeyer und Frenzel Architekten, Stuttgart, Deutschland</i>	77
Grow your own buildings <i>Prof. Martina Bauer, Barkow Leibinger, Berlin, Deutschland</i>	87

IHF Prolog II – Fertigbau-Forum

Europäische Gesetzgebung und ihre Auswirkungen auf nationale Unternehmen und ihre Produkte – Zurechtfinden, Verstehen, Navigieren, Umsetzen

Nachhaltigkeitsberichterstattung – was muss ich als Unternehmen mit 30–1.000 Mitarbeitern leisten? <i>Christian Garke, Oikos Group, Schlüchtern, Deutschland</i>	97
Zukunftsfähiger Wohnungsbau – Anforderungen an die Umweltqualität von Bauprodukten und Gebäuden <i>Thomas Lützkendorf, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Deutschland</i>	105
Klimafreundliche Wohnbauten – Bilanzierung und Vergleich von Gebäudetypen und Bauweisen <i>Frederic Dorff, Bundesverband Deutscher Fertigbau, Bad Honnef, Deutschland</i>	115

Prolog III – Holzhausbau-Forum

Bauen im Bestand – Potentiale für die Holzbaubranche

Aufstockung statt Abriss – ein Beitrag zum Klimaschutz durch Holzbau	125
<i>Prof. Dr. Annette Hafner, Michael Storck, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Deutschland</i>	
Bauen ohne Land	133
<i>David Häring, Häring, Eiken, Schweiz</i>	
Seriell Sanieren – ein Erfahrungsbericht	139
<i>Alexander Gump, Gump & Maier, Binswangen, Deutschland</i>	
Tradition und Moderne vereint	151
<i>Wolfram Kübler, WaltGalmarini, Zürich, Schweiz</i>	
Re-Use – Die Wiederentdeckung der Wiederverwendung im Holzbau	159
<i>Martin Weigl-Kuska, Holzforschung Austria, Wien, Österreich</i>	
Zirkuläres Bauen mit Bestand	169
<i>Melanie Karbasch, Architekturbüro Melanie Karbasch, Salzburg, Österreich</i>	

Prolog IV – Verbindungstechnik-Forum

Aktuelles aus der Verbindungstechnologie

Rückbaubare Verbindungen für den Ingenieurholzbau	183
<i>Dr. Lisa Ottenhaus, The University of Queensland, Brisbane, Australien</i>	
Punktgestützte Decken aus Brettsper Holzplatten	195
<i>Prof. Dr. Thomas Tannert, University of Northern British Columbia, Prince George, Kanada</i>	
Nicht perfekt, aber belastbar – Tragfähigkeit genagelter Verbindungen im Bestand	205
<i>Prof. Dr. Werner Seim, Lars Völlmecke, Fachgebiet Bauwerkserhaltung und Holzbau, Universität Kassel, Deutschland</i>	
HBV-Decken mit hohem Vorfertigungsgrad am gebauten Beispiel, Projekt BOBK7 in Berlin	219
<i>Henning Ernst, SWG/Engineering, Rülzheim, Deutschland</i>	
Zirkuläre Verbindungselemente für hybride Konstruktionen	231
<i>Sascha Schaaf, Marvin Vollbracht, Peikko Deutschland, Waldeck, Deutschland</i>	
Holz-Beton-Verbunddecken – Forschung und Entwicklung an der ETH	237
<i>Prof. Dr. Andrea Frangi, ETH Zürich, Institut für Baustatik und Konstruktion, Zürich, Schweiz</i>	

Prolog V – Politik und Holz

Holz-Governance in Europa und darüber hinaus

Wood Governance across Europe and beyond	249
<i>Georg Rappold, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, Wien, Österreich</i>	

Moderation und Begrüssung

Aicher Peter

Präsident Timber Contruction Europe
Kronenstrasse 55 - 58
10117 Berlin, Deutschland

+49 8055 905 115
peter.aicher@aicher-holzhaus.de

Burlet Sandra

Lignum – Holzwirtschaft Schweiz
Mühlebachstrasse 8
8008 Zürich, Schweiz

+41 44 267 47 77
sandra.burlet@lignum.ch

Prof. Kaufmann Hermann

Hermann Kaufmann + Partner ZT GmbH
Sportplatzweg 5
6858 Schwarzach, Österreich

+43 5572 581 74
h.kaufmann@hkarchitekten.at

Leitner Stefan

Holzbau Austria
Schaumbrugergasse 20/6
1040 Wien, Österreich

+43 5920 909 41 11
s.leitner@holzbauaustria.at

Baukmeier Markus

Europäischer Fertigbau Verband
Flutgraben 2
53604 Bad Honnef, Deutschland

+49 2224 937 70
markus.baukmeier@meisterstueck.de

Prof. Dr. Fink Gerhard

Aalto University Foundation sr
Otakaari 1B
00076 Aalto, Finnland

+35 8503 073 090
gerhard.fink@aalto.fi

Lange Georg

Europäischer Fertigbau Verband
Flutgraben 2
53604 Bad Honnef, Deutschland

+49 2224 937 766
g.lange@fertigbau.de

Referenten

Ahues Wiebke

Henning Larsen Berlin
Kopenhagener Strasse 60-68
13407 Berlin, Deutschland

+49 3020 203 12
wiebke.ahues@henninglarsen.com

Decker Robert

Decker Group GmbH
Alte Ziegelei 2
84405 Dorfen, Deutschland

+49 8081 939 033
rdecker@rdecker.de

Ernst Henning

SWG Engineering
Eisenbahnstrasse 18
76761 Rülzheim, Deutschland

+49 7272 777 53 27
henning.ernst@swg-engineering.de

Garke Christian

Oikos Group GmbH
Am Distelrasen 2
36381 Schlüchtern, Deutschland

+49 6661 989 100
christian.garke@oikos-group.de

Prof. Bauer Martina

B-L Barkow Leibinger Partnerschaft von
Architekten mbB
Schillerstrasse 94
10625 Berlin, Deutschland

+49 3031 571 20
bauer@barkowleibinger.com

Dorff Frederic

Bundesverband Deutscher Fertigbau e.V.
Flutgraben 2
53604 Bad Honnef, Deutschland

+49 2224 937 70
f.dorff@fertigbau.de

Prof. Dr. Frangi Andrea

ETH Zürich / IBK
Stefano-Franscini-Platz 5
8093 Zürich, Schweiz

+41 44 633 26 40
frangi@ibk.baug.ethz.ch

Gumpp Alexander

Gumpp & Maier GmbH
Hauptstrasse 65
86637 Binswangen, Deutschland

+49 8272 99850
a.gumpp@gumpp-maier.de

Prof. Dr. Hafner Annette

Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstrasse 150
44801 Bochum, Deutschland

+49 2343 221 413
annette.hafner@rub.de

Heilmeyer Liza

Birk Heilmeyer und Frenzel Gesellschaft von
Architekten mbH
Adlerstrasse 31
70199 Stuttgart, Deutschland

+49 7116 648 220
l.heilmeyer@bhundf.com

Kamill Sabine

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Radetzkystrasse 2
1030 Wien, Österreich

+43 664 819 42 79
Sabine.Kamill@bmk.gv.at

Kertscher Jan

Arup Deutschland GmbH
Joachimsthaler Strasse 41
10623 Berlin, Deutschland

+49 3088 591 00
jan.kertscher@arup.com

Lederbauer Johannes

WIEHAG Holding GmbH
Linzer Strasse 24
4950 Altheim, Österreich

+43 7723 465 14 14
j.lederbauer@wiehag.com

Moseley Philippe

Policy Officer at European Commission
1049 Brüssel, Belgien

Philippe.MOSELEY@ec.europa.eu

Palfy Caroline

LOUD 4 PLANET Development GmbH
Wiedner Hauptstrasse 106/3/36
1050 Wien, Österreich

+43 664 618 17 12
palfy@loud4planet.com

Prof. Roswag-Klinge Eike

NATURAL BUILDING LAB TU Berlin
Strasse des 17. Juni 152
10623 Berlin, Deutschland

+49 3031 421 887
roswag-klinge@tu-berlin.de

Prof. Dr. Seim Werner

Universität Kassel
Kurt-Wolters-Strasse 3
34125 Kassel, Deutschland

+49 5618 042 625
wseim@uni-kassel.de

Häring David

Häring AG
Sisslerstrasse 15
5074 Eiken, Schweiz

+41 61 826 86 67
david.haring@haring.ch

Höher Stefan

BAUWENS GmbH & Co. KG
Holzmarkt 1
50676 Köln, Deutschland

+49 2214 008 40
s.hoeher@bauwens.de

Karbasch Melanie

Architekt Melanie Karbasch ZT GmbH
Jakob Haringer Strasse 5a
5020 Salzburg, Österreich

+43 662 276 534
architekt@melaniekarbasch.at

Kübler Wolfram

WaltGalmarini AG
Drahtzugstrasse 18
8008 Zürich, Schweiz

+41 43 222 66 66
wolfram.kuebler@waltgalmarini.ch

Prof. Dr. Lützkendorf Thomas

Karlsruher Institut für Technologie KIT
Kaiserstrasse 12
76131 Karlsruhe, Deutschland

+49 7216 084 83 36
thomas.luetzkendorf@kit.edu

Dr. Ottenhaus Lisa

The University of Queensland
QLD 4072 Brisbane, Australien

l.ottenhaus@uq.edu.au

Pischetsrieder Elise

weberbrunner berlin GvA mbH
Chausseestrasse 49
10115 Berlin, Deutschland

+49 3092 101 33 33
elise.pischetsrieder@weberbrunner.de

Schaaf Sascha

Peikko Deutschland GmbH
Brinker Weg 15
34513 Waldeck, Deutschland

+49 175 271 21 73
sascha.schaaf@peikko.com

Dr. Selberherr Julia

Wüest Partner AG
Alte Börse, Bleicherweg 5
8001 Zürich, Schweiz

+41 44 289 91 77
julia.selberherr@wuestpartner.com

Prof. Staufer Astrid

Staufer & Hasler Architekten AG
Industriestrasse 23
8500 Frauenfeld, Schweiz

+41 52 723 08 08
staufer@staufer-hasler.ch

Vollbracht Marvin

Peikko Deutschland GmbH
Brinker Weg 15
34513 Waldeck, Deutschland

+49 5634 994 72 41
Marvin.Vollbracht@Peikko.com

Weyland Hanns-Jochen

Störmer Murphy and partners GmbH
Michaelisbrücke 1
20459 Hamburg, Deutschland

+49 4036 973 749
h.weyland@stoermer-partner.de

Prof. Dr. Tannert Thomas

University of Northern British Columbia
3333 University Way
V2N 4Z9 Prince George, Kanada

+1 250 960 67 10
thomas.tannert@unbc.ca

Dr. Weigl-Kuska Martin

Holzforschung Austria
Franz Grill-Strasse 7
1030 Wien, Österreich

+43 1798 262 38 39
m.weigl-kuska@holzforschung.at

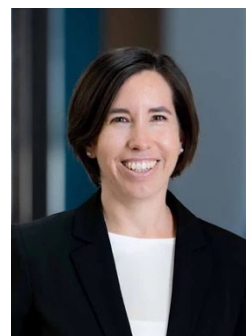
Mittwoch, 29. November 2023

Auftaktveranstaltung

Holzbau für die fordernde Immobilien- und
Wohnungswirtschaft

Klimaverträglich und bezahlbar Bauen – Ein Vergleich der Länder Schweiz, Deutschland, Österreich und Frankreich

Dr. Julia Selberherr
Wüest Partner AG
Zürich, Schweiz



Klimaverträglich und bezahlbar Bauen – Ein Vergleich der Länder Schweiz, Deutschland, Österreich und Frankreich

1. Klimaziele und Zielkonflikte

Ab 2050 sollen die Schweiz, Deutschland, Österreich und Frankreich nicht mehr Treibhausgase in die Atmosphäre ausstossen, als durch natürlich und technische Speicher aufgenommen werden (Netto-Null-Ziel). Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn der Gebäudepark seinen Beitrag dazu leistet, denn dessen Betrieb ist derzeit für rund 12 bis 31% des CO₂-Ausstosses verantwortlich.

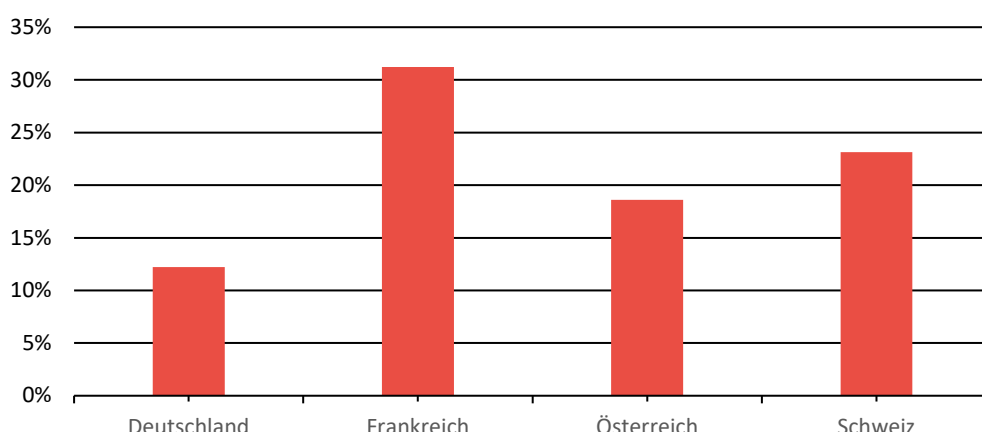


Abbildung 1: Anteil des Gebäudesektors am CO₂-Ausstoss, Quellen: Europäische Kommission, Stand: 2022.

Das heisst künftig müssen nicht nur emissionsfreie neue Gebäude erstellt werden, sondern es müssen auch die bestehenden Gebäude energetisch saniert werden. Denn rund 70% der Gebäude in allen vier Ländern wurden vor 1990 erstellt. Die Analyse der Heizungstypen im Wohngebäudepark der vier Länder zeigt deutliche Unterschiede. Während in Deutschland aktuell rund 80% der Gebäude mit fossilen Energieträgern (Öl und Gas) beheizt werden, liegt deren Anteil im Österreich bei nur 40%. Frankreich hingegen überrascht mit einem hohen Anteil an Elektroheizungen, eine Folge der französischen Energiepolitik, die seit den Siebzigerjahren zu einem grossen Teil auf dem nationalen AKW-Park beruht. So richteten 37% der Haushalte keine Zentralheizung ein, sondern begnügen sich mit Elektroradiatoren.

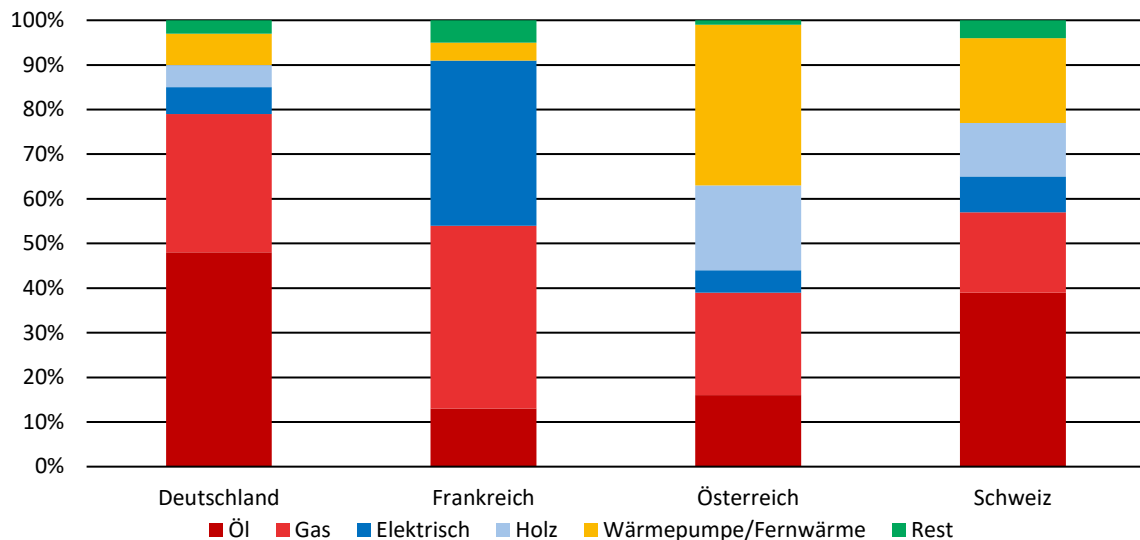
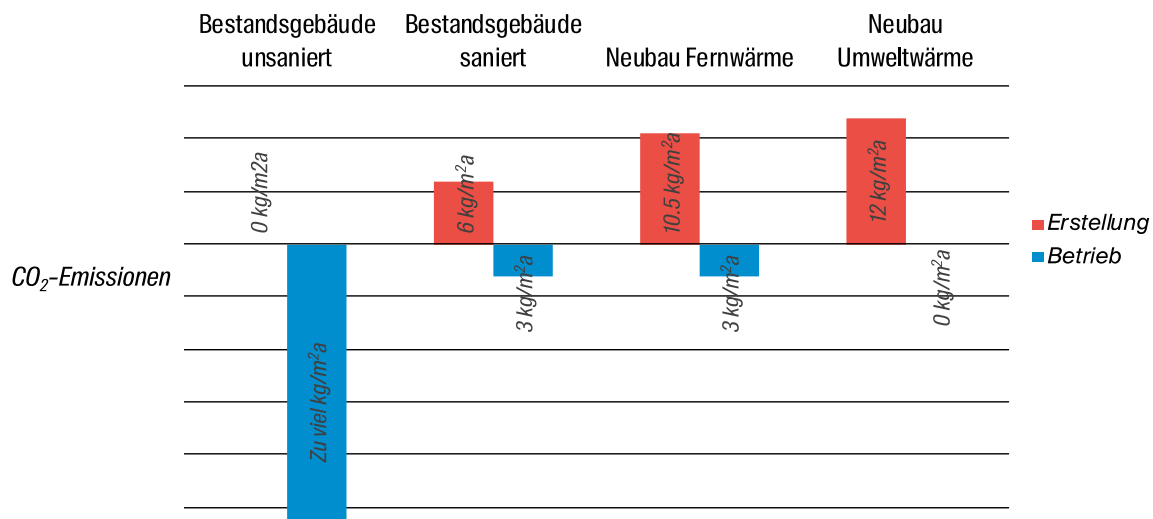


Abbildung 2: Heizanteil von Wohngebäuden, Quellen: BDEW, BFS, Ceren, Statistik Austria, Stand: 2018-2022.

In der EU und der Schweiz ist es gelungen seit 1990, die CO₂-Emissionen vom Flächenwachstum zu entkoppeln. Das bedeutet, dass trotz steigender Bruttogeschossflächen die absoluten Emissionen sinken. Andere Sektoren konnten nur deutlich kleinere Reduktionen der Emissionen erzielen. Der Gebäudepark hat daher grosses Potential, die Emissionen noch weiter zu senken und damit einen stärkeren Beitrag zum Gesamtziel zu leisten.

Die CO₂-Bilanz einer Gebäudeerneuerung ist in der Regel immer besser als ein Ersatzneubau, wenn die dadurch verursachten CO₂-Emissionen pro Quadratmeter Energiebezugsfläche (EBF) betrachtet werden. Da die grauen Emissionen aus der Erstellung bei einem Ersatzneubau die Effizienzgewinne im Betrieb übersteigen.

Abbildung 3: CO₂-Bilanz verschiedener Strategien, Quelle: Wüest Partner, Stand: 2023.

Neben der Erhaltung des Gebäudebestandes spielt allerdings auch die Innenentwicklung an zentralen, gut erschlossenen Lagen eine zentrale Rolle. So wird knappes Bauland effizient genutzt und damit die Zersiedelung gebremst und die induzierte Mobilität gering gehalten. Der Verdichtung im Bestand sind jedoch statische und baurechtliche Grenzen gesetzt, sodass tendenziell höhere Dichten mit Ersatzneubauten realisiert werden können.

2. Aktuelles Marktumfeld

Aktuell wird zu wenig gebaut. Die Neubautätigkeit von Wohnungen liegt in Deutschland und der Schweiz tiefer als 1% bezogen auf den Bestand. In Österreich und Frankreich bei 1.2% bzw. 1.3%. Die Neubautätigkeit im Wohnsegment ist aktuell in der Schweiz rückläufig. Hier wächst lediglich der Umbau. In den anderen drei Ländern sind sowohl für den Neubau als auch für den Umbau Wachstumsraten zu beobachten. Besonders eindrücklich ist das starke Wachstum im Umbau in Österreich. Insgesamt ist das Wohnungsangebot zu knapp, vor allem im urbanen Raum. Dem steht eine wachsende Nachfrage, insbesondere in den Zentren, gegenüber.

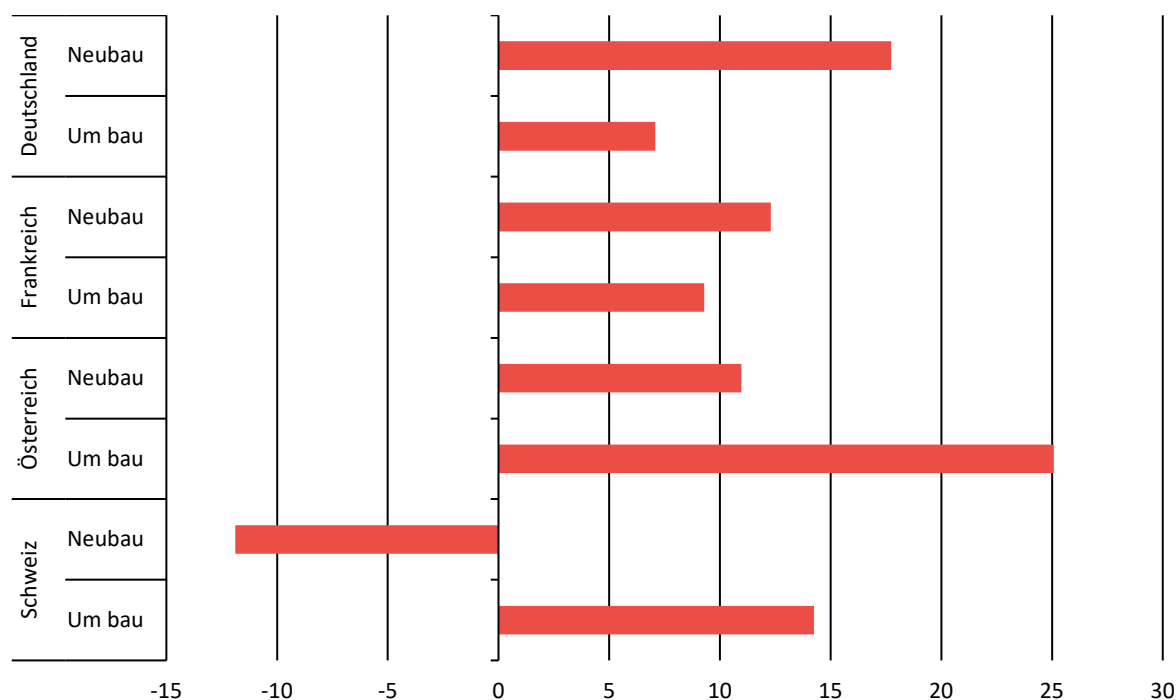


Abbildung 4: Bauinvestitionen Wohnen real, Veränderung in % zwischen 2024 und 2023, Quelle: Euroconstruct, Stand: 2023.

In Deutschland und Österreich sind die Baupreise über die letzten 10 Jahre um 50% gestiegen, in Frankreich um 25%, in der Schweiz um 12%. Aufgrund der starken Baupreisteuerung wird es immer anspruchsvoller die Bezahlbarkeit und Wirtschaftlichkeit des neu geschaffenen oder sanierten Wohnraums zu gewährleisten.

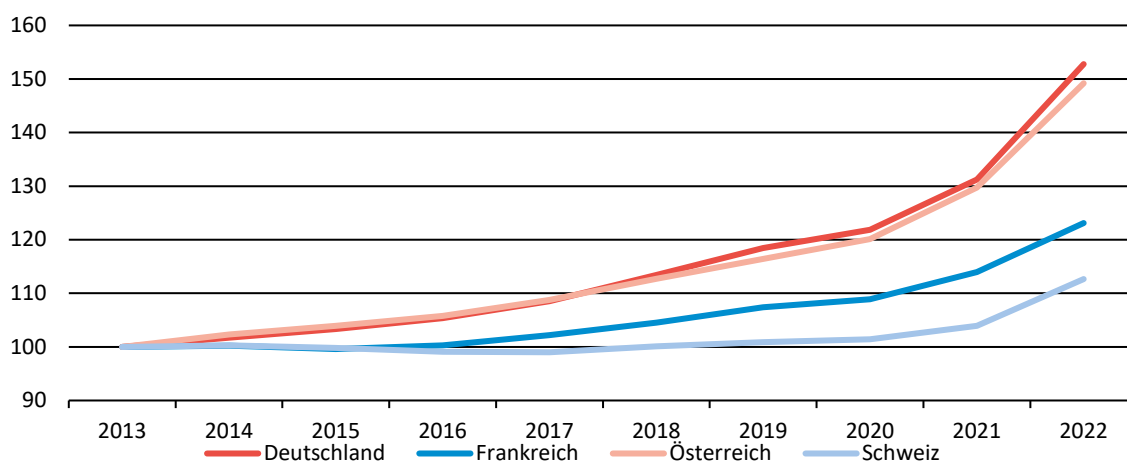


Abbildung 5: Baupreisentwicklung Neubau Wohnen (indexiert auf 2013), Quelle: Eurostat, Stand: 2022.

Im internationalen Vergleich müssen Mieterinnen und Mieter in der Schweiz einen im Vergleich mit den OECD-Ländern überdurchschnittlich hohen Anteil des Haushaltsbudgets für die Mieten aufwenden. In den Nachbarstaaten Frankreich, Deutschland und Österreich liegt Wohnkostenbelastung tiefer. Mit der tiefen Bautätigkeit und den gestiegenen Zinsen werden auch die Wohnkosten steigen.

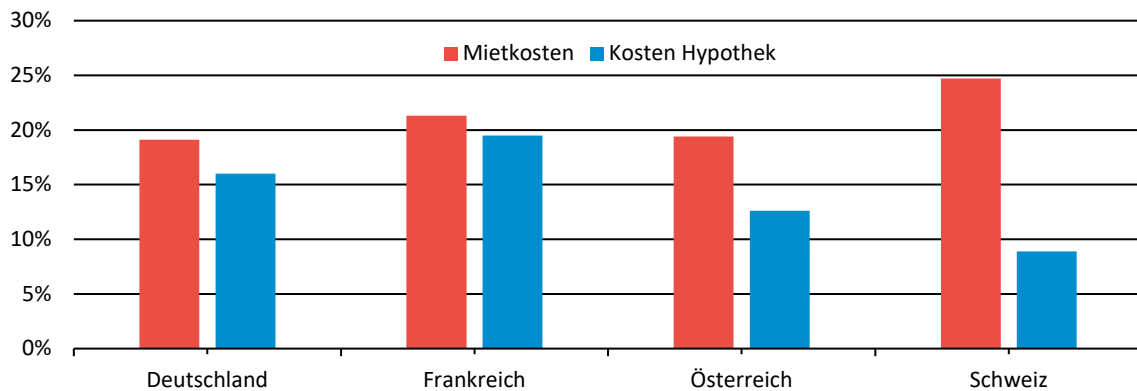


Abbildung 6: Wohnkostenbelastung als Anteil des verfügbaren Einkommens, Quelle: Eurostat, Stand: 2020.

In Kombination mit der abflachenden Wirtschaftsdynamik nehmen die Herausforderungen für klimaverträgliche, bezahlbare Gebäude zu. Dabei sind die vier Länder unterschiedlich aufgestellt:

- Schweiz: Tieferes Wachstum als im Schnitt der letzten 10 Jahre, aber stabile Entwicklung, zu tiefe Neubautätigkeit, verhältnismässig geringer Anstieg bei Baukosten, moderatere Mietpreisanstiege, hohe Wohnkostenbelastung für Mieter, stärkere Anstiege in den nächsten Jahren zu erwarten
- Deutschland: Hohe wirtschaftliche Risiken, schwaches Wachstum, trotzdem tiefe Arbeitslosigkeit, hoher Nachfrageüberhang in den urbanen Regionen, starker Einbruch der Neubautätigkeit, stark steigende Baukosten, moderatere Mietpreisanstiege, stärkere Anstiege in den nächsten Jahren zu erwarten
- Österreich: Tieferes Wachstum als im Schnitt der letzten 10 Jahre, aber stabile Entwicklung, höchste Inflation, starke Neubautätigkeit, stark steigende Baukosten, massive Mietpreisanstiege während 10 Jahren, stärkste Preisanstiege
- Frankreich: Tiefes BIP pro Kopf, hohe Arbeitslosenrate, verhältnismässig stabile Wohnbautätigkeit, moderat steigende Baukosten, starke Verschiebung der Nachfrage weg von Paris, geringe Mietpreisanstiege während 10 Jahren

3. Erfolgsfaktoren

Im aktuellen Marktumfeld ist es noch herausfordernder geworden die Anforderungen an nachhaltige Gebäude zu erfüllen. Klimaverträglichkeit, Innenentwicklung, Wirtschaftlichkeit und Bezahlbarkeit setzen zum Teil diametral entgegengesetzte Ziele, die es auszubalancieren gilt. Fest steht, dass klima- und sozialverträgliche Immobilien zukunftsfähig sind. Deshalb ergänzen ESG-Ratings Immobilienbewertungen und geben Auskunft über Nachhaltigkeitsaspekte (Umwelt, Soziales und Governance), die heute noch nicht (voll) wertrelevant sind.

Mittelfristig wird eine ESG-Betrachtung integraler Bestandteil der Immobilienbewertung. Besonders nachhaltige Gebäude können im aktuellen Marktumfeld aufgrund des geringen Angebotes einen Preisaufschlag erzielen. Sobald sich die Anzahl nachweislich nachhaltiger Immobilien auf dem Markt erhöht, kann sich dieser Aufschlag reduzieren und zuletzt in einen Wertabschlag für nicht nachhaltige Immobilien umschlagen. Ein gutes ESG-Rating in Kombination mit einem anerkannten Nachweis wäre zu diesem Zeitpunkt der Standard geworden.

Mehrere Pionierbauten zeigen, dass mit durchdachten Konzepten auch in herausfordernden Zeiten ökologisch, sozial und wirtschaftlich erfolgreiche Projekte gelingen können. Dabei lassen sich folgende Erfolgsfaktoren für nachhaltige Gebäude festhalten:

- Hohe Nutzungsdichte
- Bauen am Bestand
- Ressourceneffizienz
- Innovative Materialien
- Zirkularität

Mit der Orientierung entlang dieser Handlungsmaximen kann die Bau- und Immobilien auf sozialverträgliche Weise einen signifikanten Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten.

CO₂ Potenziale und Entscheidungsgrundlagen in frühen Leistungsphasen

Hanns-Jochen Weyland
Störmer Murphy and partners
Hamburg, Deutschland



CO₂ Potenziale und Entscheidungsgrundlagen in frühen Leistungsphasen

1. Prolog

«Und, was hast du für den Umweltschutz getan?»

Die Motivation dem Klimawandel entgegenzuwirken, liegt zuallererst in uns selbst. Beruflich bedingt die große Chance zu haben, auf weitreichenderer Ebene für einen besseren Umweltschutz agieren zu können, ist, so gesehen, eine Pflicht, der wir selbstverständlich nachkommen.

Als eine Gemeinschaft aus verschiedenen Bereichen der Baubranche haben wir festgestellt, dass wir vor einer Herausforderung stehen: wie können wir bereits zu Beginn einer Planung, sowohl effizient als auch mit dem kleinstmöglichen Aufwand, Annahmen und Entscheidungen treffen, für eine Variante des Bauwerks, die den ermittelten CO₂-Fußabdruck mitberücksichtigt? Unsere Mission war es, sich den Anforderungen zu stellen, die heute und künftig an ein Bauwerk gestellt werden. Nachhaltiges Bauen und die Auseinandersetzung damit wird in Bezug auf den Klimaschutz immer bedeutender. Die Entwicklung eines Tools, das in den ersten Leistungsphasen genutzt werden kann und dabei hilft, Potentiale im Hinblick auf CO₂-Einsparungen des Bauwerks zu erkennen, ohne dass dabei ein Mehraufwand für die Projektbeteiligten entsteht, war unser Ziel.

2. Lage

Um Klimaziele einzuhalten und Energiekosten zu reduzieren, müssen Architekturprojekte immer nachhaltiger geplant werden. Die aktuelle Lage für den Klimaschutz bedingt, dass das Interesse an nachhaltigem Bau in der Immobilienbranche immer größer wird. So ist es beispielsweise für Bauherren, da sie den CRREM-Pfad einhalten müssen, mittlerweile nahezu unumgänglich, nachzuweisen, dass das Bauwerk nachhaltig sein wird. Die Anforderungen, die heutzutage an ein Gebäude und demnach an alle Projektbeteiligten gestellt werden, sind immens. Effizienz und Prozessoptimierung in der Planung sind demnach wichtiger denn je. BIM betrachten wir hierbei einerseits als Problem, da die immer weiter höher gesetzten Standards genau das Gegenteilige erzielen: die Arbeitsbelastung wird immer größer. Andererseits steckt hierin genau die Chance, indem BIM uns dabei behilflich sein könnte, nachhaltiger zu planen und zu bauen. Mit unserer Affinität zu nachhaltiger Architektur, möchten wir BIM als Mittel für einen besseren Umweltschutz nutzen. Unsere Analysen zeigen, dass bisher am Markt vorhandene Softwarelösungen zu kleinteilig sind. Berechnungen des CO₂-Footprints können in der Regel erst in späteren Leistungsphasen stattfinden, wenn Änderungen an der Planung jedoch unverhältnismäßig groß sind. Oder man wäre andersherum gezwungen, zu früh im Prozess Annahmen zu treffen, was einen zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeutete. Auf diese Weise werden vorhandene gut laufende Prozesse gestört.

3. Herausforderung

Aus diesen Gegebenheiten entstand für uns das Ziel, ein Werkzeug zu entwickeln für die Analyse eines Bauwerks im Hinblick auf dessen CO₂-Emissionen. Ein Tool, das zum einen bereits in den frühen Leistungsphasen eingesetzt werden kann und verlässliche Entscheidungsgrundlagen liefert, ohne dabei einen gut etablierten Workflow zu stören. Zum anderen soll es dabei helfen, die richtigen Entscheidungen zur richtigen Zeit zu treffen, um den CO₂-Fußabdruck des Bauwerks zu minimieren.

4. Lösung

Mit unserem eCO₂, dass die Planung im Hinblick auf Nachhaltigkeit unterstützt, haben wir genau dieses Ziel erreicht: anhand von Gebäudemodellen lassen sich mithilfe des Tools bereits im Wettbewerb, und selbstverständlich auch darüber hinaus, die CO₂-Bilanzen von

alternativen Konstruktionsarten miteinander vergleichen. Aus einer strukturierten Planung werden ohne zusätzliche Arbeitsschritte konkrete Kennwerte von unterschiedlichen Konstruktionsarten und Materialeinsätzen verglichen. Parallel hierzu laufen die Abfragen stets mit der Betrachtung der jeweiligen Kosten, da eine losgelöste Betrachtung nicht zielführend wäre. Somit dient unsere Lösung als Entscheidungsgrundlage für eine der vorhandenen Varianten im weiteren Planungsverlauf. Wir können mit eCO₂ nicht nur vermuten, sondern klar veranschaulichen, wo die größten CO₂-Einsparungen mit einem geringen Kostenmehraufwand möglich sind. Dies stellt eine bisher nie dagewesene schnelle und fundierte Basis für Bauherren und Architekten und ermöglicht es, gleichermaßen effizient und nachhaltig zu wirtschaften. Der Gesamtprozess in der Planung wird unterstützt, in dem die Möglichkeiten und Chancen in den ersten Leistungsphasen aufgezeigt werden. Die Arbeit erfolgt sowohl mit exakten als auch mit geschätzten Teilen. Änderungen im späteren Planungsverlauf werden somit minimiert, was wiederum die Effizienz steigert. Es ist ein Mehrwert für alle Projektbeteiligten, ohne einen zusätzlichen Aufwand für die Planer.

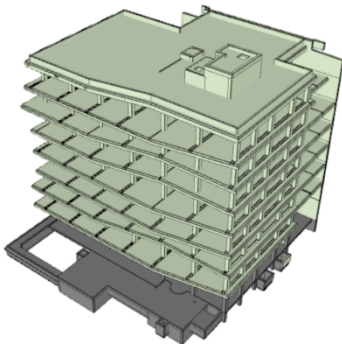
5. Abbildungen

Alle Abbildungen stammen aus dem Userinterface des eCO₂

Übersicht Projektdaten

Für die Auswertung und die Vergleichbarkeit der Daten, gibt es unterschiedliche Werte die auf diese Seite erläutert und berechnet werden

Projekt: 516



← Start

Projektdaten:

Nutzfläche [m ²]	6.237
BGF [m ²]	8.429
BGF ui/oi Verhältnis	5,1
Betrachtungszeitraum [a]	50

Kennwerte:

DGNB-Durchschnitt [kg CO ₂ /m ² a]	8,5
DGNB-Durchschnitt [kg CO ₂]	2,65 Mio.
Projekt-Zielwert [kg CO ₂ /m ² a]	8,5
Anteil - Fassade/Ausbau [%]	47,0

Varianten:

- 1) Stahlbeton (Benchmark)
- 2) CREE-System
- 3) Holzbetonverbund-Decken
- 4) Projektspezifisch

Beschreibung ?

Variantenübersicht →

Beschreibung des Prozesses und die Variante im Detail

Erläuterung des Auswertungsprozesses und Beschreibung der Varianten

Beschreibung:

Es werden 4 Varianten nach ihrem CO₂-Verbrauch (graue Energie) und wirtschaftlichen Gesichtspunkten untersucht. Dieses System wird am Anfang des Planungsprozesses eingesetzt und betrachtet den Rohbau. Für die Fassade und den Ausbau wird der gleiche Wert für alle Varianten über eine Hochrechnung ermittelt. Dieser Wert (Fassaden-Ausbau-Faktor) wird über die Außenwandfläche im Verhältnis zur Geschossdeckenfläche ermittelt. Bei der Variantenbetrachtung werden nur die Geschosse über dem UG (EG) betrachtet, da nur diese in ihrer Ausführung flexibel sind.

Die Berechnung orientiert sich den Vorgaben der DGNB (Systemversion 2018) für das vereinfachte Verfahren, d.h. die ermittelten Werte werden mit einem Sicherheitsaufschlag von 20% versehen.

Variable:

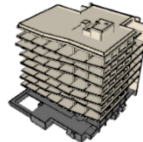
Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
330 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...	330 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. B...	330 binderholz Brettstichholz BSH	330 binderholz Brettstich BSH
340 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...	340 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. B...	340 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. B...	340 Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37
350 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...	350 CREE	350 HBV (14 cm Holz und 10 cm Beton)	350 Brettsperrholz 12cm + STB 12 cm
360 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...	360 CREE	360 Brettsperrholz	360 Brettsperrholz 12cm + STB 8 cm

← Start

Fix: Bauteile der UGs und des EGs werden in allen Varianten als STB-Konstruktion betrachtet werden in der Variantenbetrachtung nicht berücksichtigt.

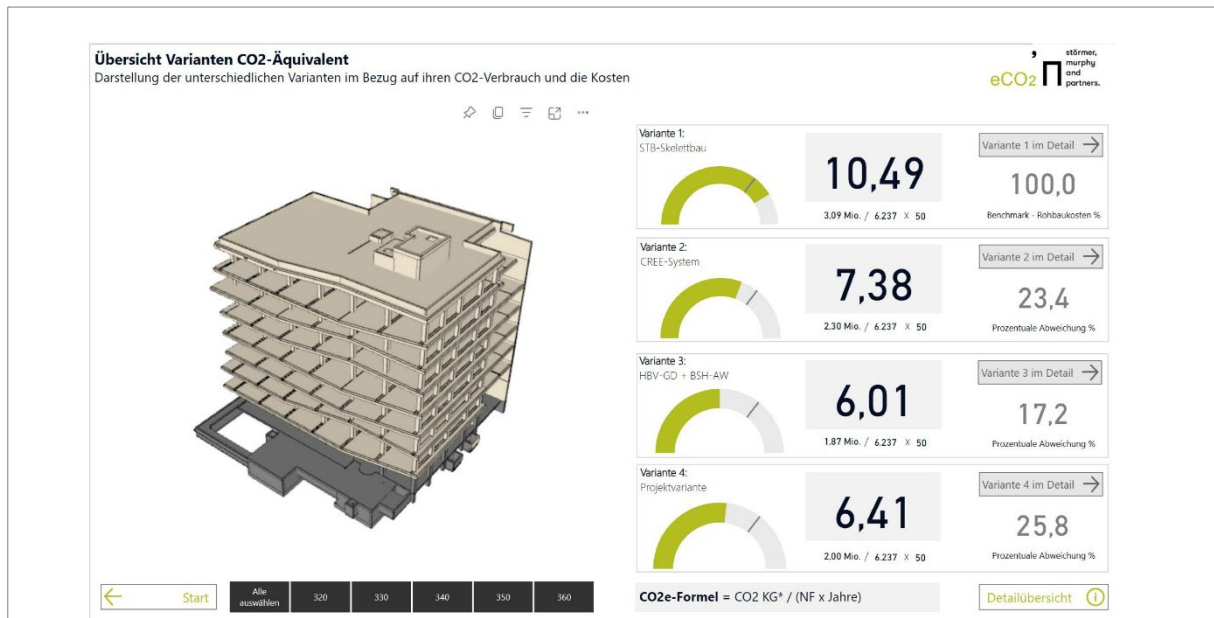
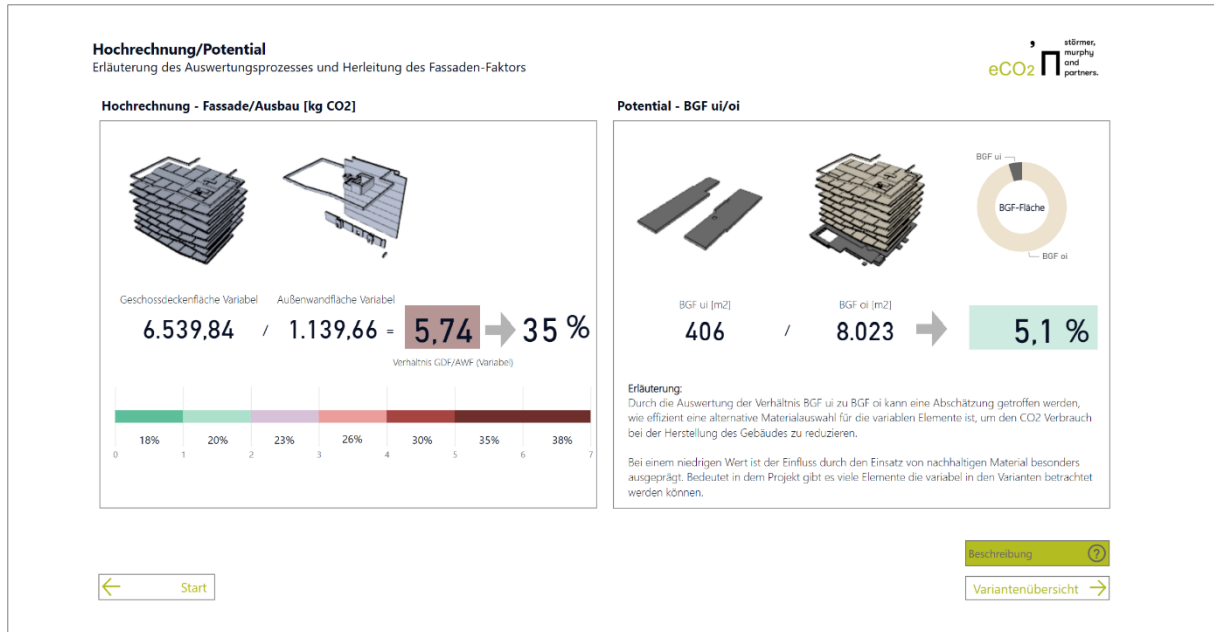
Variante Fix

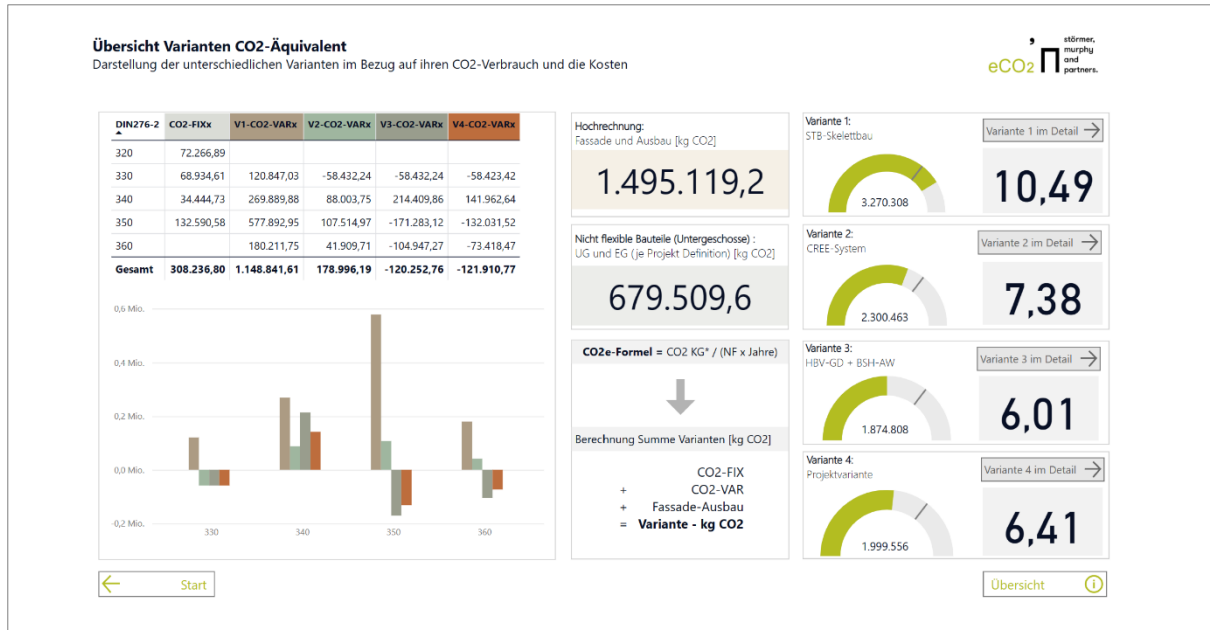
320 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
330 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
340 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
350 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
360 Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...



Hochrechnung ?

Variantenübersicht →





6. Projektbeteiligte

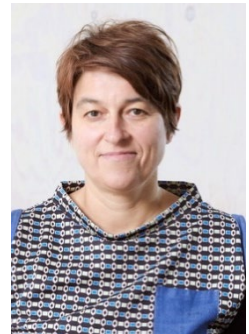
Störmer Murphy and Partners GbR
Hanns-Jochen Weyland M. SC. ETH, Architekt
Michaelisbrücke 1, 20459 Hamburg
@: h.veyland@stoermer-partner.de

DIEfabrik Architekten BDA
Jakob Melchert, M.A. Architekt BDA
Nils Klatte, M.A. Architekt BDA
Marienstraße 16, 26121 Oldenburg
Tel.: 0441 40 57 34 10
@: info@diefab.de / j.melchert@diefab.de

Jim Bögershausen
Markt 22, 49074 Osnabrück
@: hello@jboegershausen.de

LowTech und kreislaufgerecht – Holzbauquartiere und ihre ökologischen Folgewirkungen

Prof. Andrea Klinge
Konstruieren und Entwerfen Karlsruher | Institut für Technologie (KIT)
ZRS Architekten Ingenieure
Berlin, Deutschland
© Phillip Zwanzig



Prof. Eike Roswag-Klinge
Natural Building Lab | Technische Universität Berlin
ZRS Architekten Ingenieure
Berlin, Deutschland
© Daniela Friebe



M.Sc. Eve Gericke
ZRS Architekten Ingenieure
Berlin, Deutschland
© ZRS



LowTech und kreislaufgerecht – Holzbauquartiere und ihre ökologischen Folgewirkungen



Abbildung 1: KoKoni One, Wohnquartier in kreislaufgerechter Holzbauweise, Berlin, Bauphase 2023 (Quelle ZRS)

Abstract

Aufgrund der aktuellen Diskussion um die Verknappung von Ressourcen und dem menschengemachten Klimagasemissionen erfährt der Holzbau in Europa eine Renaissance. Als nachwachsender Rohstoff kann Holz emissionsintensive Baustoffe ersetzen und, wenn es langfristig (mindestens zehn Jahre) in gleicher Nutzung/ im Gebäude belassen wird und zu negativen Bilanzen, d.h. Kohlenstoffsinken in der Errichtungsphase führen (LCA-Phase A1-A3). Dies bedeutet, dass in der Konstruktion mehr Kohlenstoff gespeichert werden könnte, als bei der Herstellung emittiert wird. Der Holzbau trägt auf zwei Pfaden zum aktuellen Diskurs bei und eröffnet so Lösungsansätze zum klimagerechten bzw. klimaanangepassten Bauen.

Durch die Fähigkeit von Holz und andern Naturbaustoffen Feuchte aufzunehmen und abzugeben, also die Raumluftheuchte zu steuern, kann in Verbindung mit diffusionsoffenen Konstruktionen auf raumluftechnische Anlagen verzichtet und können LowTech Gebäude ermöglicht werden. Dies trägt zu gesünderen und ganzheitlich ökologischeren Gebäuden bei.

Die Kreislaufgerechtigkeit ist ein weites Feld, das die Grundlage des historischen Holzbaus bis vor dem Zeitalter des industriellen Holzbaus bildete. Einige der Parameter wie die Rückbaufähigkeit haben weiterhin Optimierungspotential, um eine umfassende Kreislauffähigkeit im modernen Holzbau nachweisen zu können. Auch die Frage der Klimaneutralität von Gebäuden und der Schaffung potentieller Klimasenken, müssen wissenschaftlich belegt werden. Dieser Artikel analysiert diese Schwerpunktthemen und zeigt deren Umsetzung in der Baupraxis.

Schlagworte:

Klimawirkungen von Holz als Baustoff, LowTech Bauen, klimaneutrale Gebäude, Ökobilanzierung (LCA), Holzbauquartiere, Naturbaustoffe

1. Einführung – Kontext

Der Bausektor ist in Deutschland für 40 % der CO₂-Emissionen verantwortlich^[1]. Darüber hinaus werden 90 % der Entnahmen von mineralischen Rohstoffen durch die Bauwirtschaft getätigt^[2]. Das Umweltbundesamt (UBA) fordert in der RESCUE-Studie 2019 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 95% und eine Reduktion der Rohstoffentnahme um 60% bis 2050^[3]. Folglich muss der Bausektor bis 2050 massiv umgestaltet werden, um

ein Leben innerhalb der planetarischen Grenzen zu ermöglichen. Das Ziel des Bauens mit Holz ist es, Städte als Kohlenstoffsenken zu gestalten^[4] und den Bausektor zu dekarbonisieren. Verschiedene Bundesländer und Städte starten Initiativen für den Holzbau und gleichen ihre Vergaberichtlinien entsprechend an^[5]. Der Trend zum Holzbau spiegelt sich auch in den aktuellen Zahlen der Baugenehmigungen wider. Rund 20 % aller Baugenehmigungen in Deutschland betreffen heute Gebäude, bei denen überwiegend Holz als Baustoff verwendet wird^[6].

Der Anteil wächst kontinuierlich, wobei der Schwerpunkt derzeit bei Wohngebäuden der Gebäudeklassen 2 und 3, also bei Einfamilien- und Reihenhäusern, liegt und erst langsam den Geschossbau erreicht. Das Thema Klimagasneutralität im Gebäudesektor hat sich im Laufe der Jahre auf die Betriebsphase und damit auf die Reduzierung des Energiebedarfs und -angebots durch erneuerbare Energien konzentriert. Mit der zunehmenden Erreichung dieser Ziele im Bereich des Neubaus und der Komplettisanierung von Gebäuden rückt nun die Entstehung von Treibhausgasen während des Baus und der Instandhaltung, die sogenannte graue Energie, in den Fokus.

Im Rahmen von ganzheitlichen Betrachtungen wie dem «Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)» des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bau (BMWSB)^[7] werden Lebenszyklusanalysen (LCA) durchgeführt und die Klimagasemissionen während des Baus, des Betriebs und am Ende des Lebenszyklus betrachtet. Diese werden zunehmend als verpflichtender Bestandteil von Bauprojekten der öffentlichen Hand angewendet^[5].

Über die Forderung zur Reduktion des Energieverbrauchs wurden Gebäude in Deutschland in den letzten Jahrzehnten immer besser gedämmt und luftdichter gebaut und aus diesem Grund mit Lüftungstechnik ausgestattet. Die zunehmende Technisierung führt in der Praxis nicht zu den gewünschten Einsparungen^[8] weshalb sich ein kritischer Diskurs entwickelt, den z.B. das vom Natural Building Lab und BBSR organisierte LowTech Symposium widerspiegelt^[9]. Sorptionsfähige Naturbaustoffe wie Holz, Naturfasern einjähriger Pflanzen und Lehm ermöglichen klimasteuernde Gebäudehüllen und über diese den Verzicht auf Lüftungstechnik bzw. den Wechsel zur freien Lüftung über offenbare Fenster. Dieser Lösungsansatz ermöglicht eine signifikante Reduktion des materiellen Ressourceneinsatzes in Errichtung, Wartung und Austausch und reduziert zudem die Betriebskosten.

Die Reduktion der Entnahme von Rohstoffen und die Vermeidung von Emissionen in der Errichtungsphase^[3] rückt zunehmend in den Fokus der Forschung und deren praktischen Umsetzung. Aktuell stehen das zirkuläre Bauen und das Recycling stark im öffentlichen Diskurs. Das Bauen muss jedoch ganzheitlicher gedacht und transformiert werden. Das kreislaufgerechte Bauen muss von der Planung bis zur Umsetzung und dann entlang aller Lebenszyklusphasen und Wertschöpfungsketten kreislaufgerecht umgesetzt werden. Dies wird eine komplette Neuausrichtung der Bauwirtschaft erfordern.

Der Holzbau ist traditionell immer kreislaufgerecht gewesen. So wurde z.B. die Torfremise in Schechen bei Rosenheim nachweislich in ihrer mehr als zweihundertjährigen Geschichte mindestens dreimal komplett rückgebaut und voraussichtlich auch transloziert^[10]. Aktuelle Holzbauweisen sind vielen konventionellen Bauweisen in Fragen der Kreislaufgerechtigkeit weit überlegen, jedoch besteht auch bei vielen aktuellen insbesondere Verbindungstechniken bzw. Konstruktionsprinzipien noch viel Optimierungspotential.

Die wissenschaftliche Bewertung der Umweltfolgewirkungen erfolgt aktuell im wesentlichen anhand von Lebenszyklusanalysen (LCA). Das Natural Building Lab hat hierzu die Gebäude von sogenannten Holzbauquartieren analysiert^[11] und ausgewertet. Bilanziert man Holzgebäude ohne die sie umgebende Infrastruktur können sie klimaneutral errichtet werden. Das Holz kann in der Errichtungsphase (LCA Modul A) die z.B. durch die Betongründung, Glas etc. entstehenden Emissionen kompensieren und bedingt eine CO₂ Senke erzeugen. Diese belegend die in der Folge dargestellten bzw. in der Studie zu Holzbauquartieren analysierten Gebäude.

2. LowTech Gebäude aus Naturbaustoffen

Das LowTech Bauen bietet ein breites Spektrum an Möglichkeiten^[9], angefangen von der Materialverwendung über die Konstruktion bis zu Gebäudetechnikkonzepten. Der Holzbau und das Bauen mit Naturbaustoffen haben Schwerpunkte in allen drei Bereichen. Historisch sind die Bauweisen und Konstruktionen handwerklich sehr einfach, robust also als LowTech zu bewerten. Aktuelle Konstruktionsweisen im Holzbau sind aufgrund unterschiedlichster technischer Anforderungen oftmals vielschichtig und komplex. In diesem Bereich gibt es einiges zu optimieren, dies müsste im besten Falle parallel zu einer Reduktion der technischen Anforderungen erfolgen. Beispiel hierfür ist der aktuelle Diskurs um sichtbare, auf Abbrand berechnete Holzbaukonstruktionen, die auf Bekleidungen mit Gips verzichten können.

An dieser Stelle wollen wir uns aber mit der bauklimatischen Wirkung von Holz- und Naturbauprodukten auseinandersetzen. In der Bauphysikalischen Performance von Naturbaustoffen liegt ein großes bislang nicht ausreichend genutztes Potential.

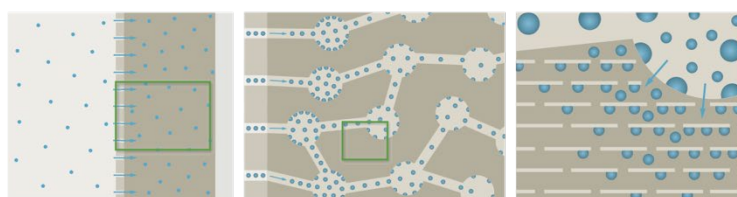
2.1. Klimaangepasstes Entwerfen

Die intensive Technisierung von Gebäuden hängt mit der Erschließung fossiler Energieressourcen wie Öl und Gas während der Industrialisierung des 19. Jahrhundert zusammen. Erst mit dieser Energie zum Beheizen und Kühlen von Gebäuden und der Entwicklung von Stahlbeton und der massenhaften Produktion von Glas wurde die Moderne mit Ihren verglasten Fassaden und das vertikale Bauen unserer Zeit ermöglicht. Der Bauboom und der Aufwuchs der entsprechenden industriellen Kapazitäten nach dem 2. Weltkrieg führten diese Technologien als Standard ein und verdrängten traditionelles Denken und Handeln im Bauwesen.

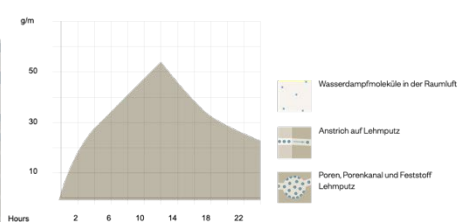
Grundlage des LowTech Bauens ist ein klimagerechtes Entwerfen. Wollen wir Gebäudetechnik reduzieren geht dies nur, wenn wir den Bedarf an raumklimatischer Konditionierung durch technische Systeme reduzieren. Im Wesentlichen geht es um eine angemessenen Tageslichtversorgung und einen möglichst geringen Glasanteil um klimatische Schwankungen, insbesondere sommerliche Überhitzung zu verhindern. Hierzu ist die Ausrichtung des Gebäudes, die Organisation der Grundrisse sowie die Größe und Lage von Verglasungen zu beachten.

Graphische Darstellung der Luftfeuchtesorption

Lehmputze



Vergleich Feuchteabsorption Lehm und Beton in 24 h



Zementputze

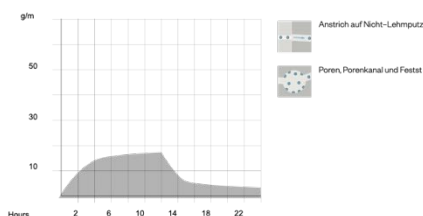
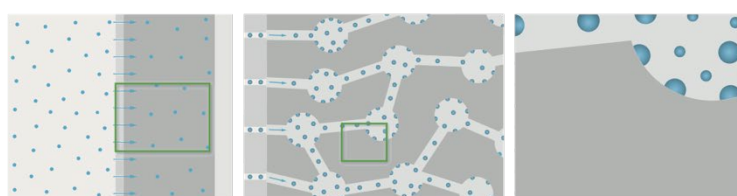


Abbildung 2: Sorptionsverhalten von Lehm- und Kalkzementputzen nach DIN 18947 (Quelle ZRS, Ch Liebert)

2.2. Feuchtesteuernde Baustoffe

Holz, weitere teilweise auch einjährige Naturfaserpflanzen wie Hanf, Getreidestroh und Lehm weisen ein sehr hohes Sorptionspotential auf. Sie können auf eine sich ändernde Luftfeuchte reagieren und so Feuchtestress in Innenräumen abpuffern. Die Erfassung und

Bewertung des Sorptionsvermögens von Baustoffen ist in DIN 18947 Lehmputzmörtel dargestellt. Das EU-Forschungsvorhaben [H]house^[12] hat Serientests für ein sehr breites Spektrum an Naturbaustoffen durchgeführt und veröffentlicht. Zudem wurden im Rahmen des Vorhabens diverse Innenwandsysteme konzipiert und getestet.

2.3. Diffusionsoffene, Klimasteuernde Gebäudehüllen

Im Holzbau sind heute diffusionsoffene Bauweisen ohne Dampfsperren der Standard. Der Wasserdampfdiffusionswiderstand muss sich in den Bauteilschichten von Innen nach Außen reduzieren, um im Winter Kondensatausfall im Bauteil zu verhindern. Die Kombination von Holztragwerken, gedämmt und bekleidet mit Naturfaserprodukten ist im Idealfall innseitig mit Lehm bekleidet und auf der Außenseite als hinterlüftete Fassade ausgeführt. In den Innenwänden kann zusätzliche Speichermasse in Form von Lehm (z.B. Lehmsteine) zum Einsatz kommen.



Abbildung 3: Torfremise, Schechen, LowTech Bausystem aus und Lehm (Quelle ZRS)

2.4. Holz-Lehm Bausystem

Ein optimales Gebäudesystem ergibt sich aus einer hoch gedämmten diffusionsoffenen Gebäudehülle aus Holz, Naturfasern und Lehm sowie einem angemessenen Glasanteil der im Sommerfall eine Überhitzung verhindert. Bei zweimaligen Stoßlüften pro Tag können Wohnungen so ohne Lüftungsanlage realisiert und auf Lüftungstechnik verzichtet werden^[13].

10 Zusatzheizung, Passivhauskamin

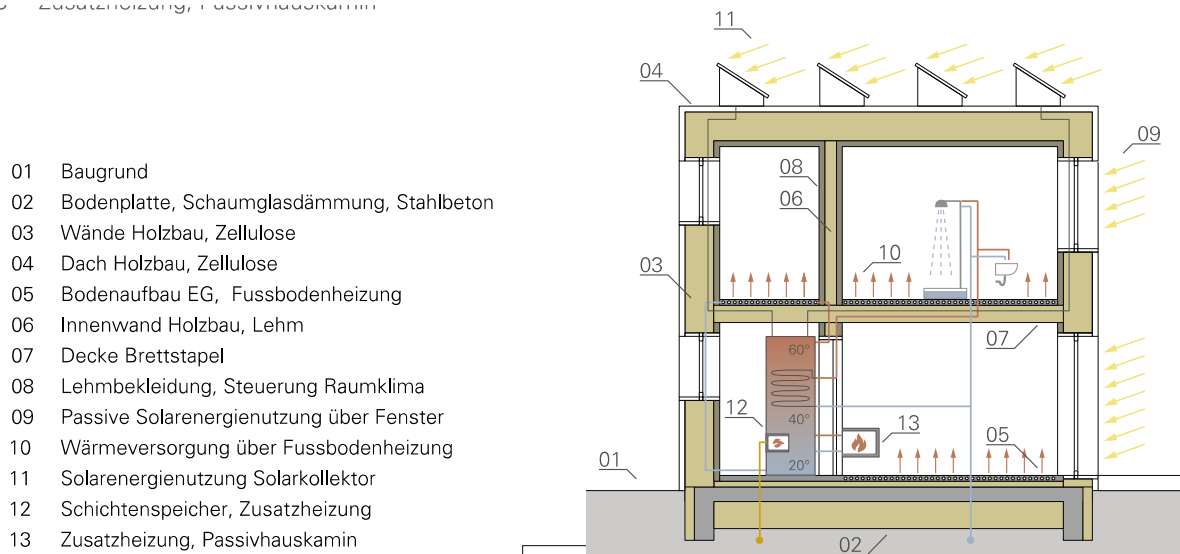


Abbildung 4: Klimaaktives LowTech Bausystem aus Holz, Naturfasern und Lehm (Quelle ZRS)

3. Kreislaufgerechtigkeit im Holzbau

Kreislaufgerechtigkeit muss im Rahmen der Planung und Realisierung in unterschiedlichen Phasen und Ebenen betrachtet werden. Je nach Ausgangspunkt ob man z.B. bestehende Ressourcen oder Elemente nutzt oder ob man mit neuem Material arbeitet entstehen Rahmenbedingungen, die ab dem ersten Moment mitgedacht werden müssen. Auf der Ebene der Konstruktionen und Materialien müssen Materialkreisläufe und Wertschöpfungsketten von Beginn an mitgedacht werden um Gebäude ganzheitlich kreislaufgerecht zu halten. Historisch waren z.B. Fachwerkhäuser aus Holz und Lehm aufgrund ihrer Materialität und reversibler und robuster Verbindungstechniken komplett rückbaufähig und translozierbar.

3.1. Kreislaufgerecht entwerfen, räumlich

In einer frühen Planungsphase sollte der Rohbau möglichst flexibel konzipiert werden, um sich über sehr lange Zeiträume an sich ändernde Nutzungen oder Nutzungsbedingungen anpassen zu können. Diese «infrastructure of change» sollte mit einer unendlichen Lebensdauer konzipiert sein, da im Rohbau bis zu 70% der aufzuwendenden Ressourcen verbaut werden. Ideal sind für sich wandelnde Nutzungsansprüche Skelettbauten. Diese sind nach aktuellem Recht in Deutschland bis zur Gebäudeklasse (GK) 5 in reiner Holzbauweise realisierbar. Gängige Praxis in GK 4 und 5 und über die Hochhausgrenze hinaus sind in Deutschland hybride Tragwerke aus Holz, Beton und mitunter auch Stahl. Ausbauten des Raumabschlusses und des Innenausbaus sollten als Einzelelemente rückbaufähig und umbaufähig sein um Anpassungen in der Nutzungsphase über Jahrzehnte zuzulassen.

Erhöhung der Lebensdauer von Gebäuden:

- Tragwerk in Skelettbauweise, ermöglicht flexible und adaptive Grundrisse schafft
- Einfache Montage und Demontage des Tragwerks und der Gebäudehülle
- Reversible Verbindungen

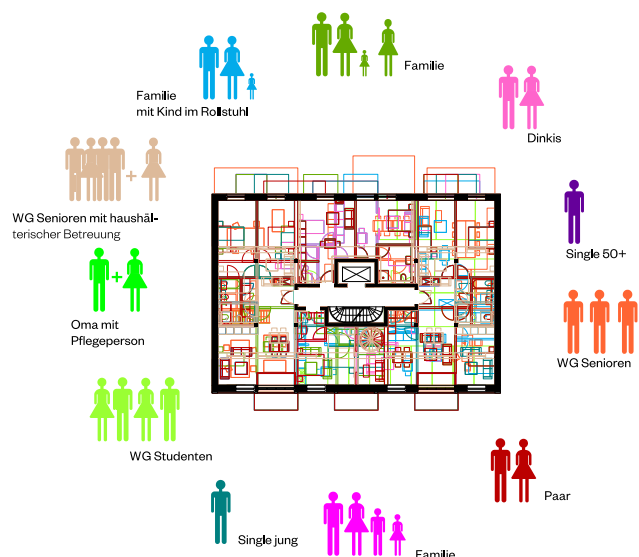


Abbildung 5: Konzeptverfahren Schöneberger Linse, Berlin, flexible Grundrisskonzeption (Quelle ZRS)

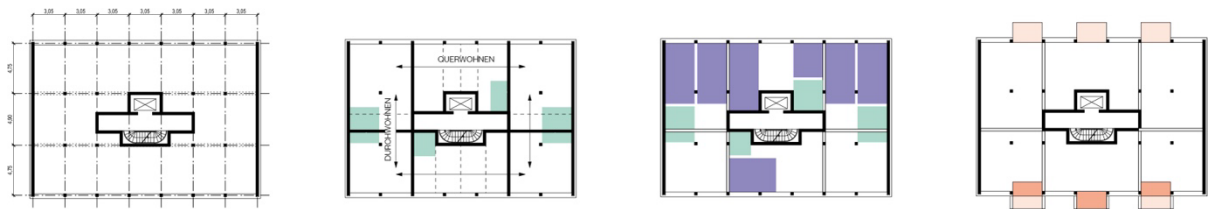


Abbildung 6: Schöneberger Linse, Berlin, Holzskelett, Anordnung Schächte, schaltbare Grundrisse (Quelle ZRS)

3.2. Kreislaufgerecht entwerfen, Konstruktiv

Skelette sind im Holzbau sehr analog zum Stahlbetonbau aus einem aussteifenden Kern in Holzmassivbauweise meist Brettspertholz und eine einem Skelett aus Stützen und Unterzügen meist in Brettschichtholz zu realisieren. Bei höheren Gebäuden ist es üblich auch aussteifende Felder in den Außenwänden anzuordnen oder die Aussteifung komplett in die Außenwand zu legen.

Der Moderne Holzbau kennt viele Verbindungsmittel wie Nagelbleche, Kammnägeln, Konstruktionsvollschrauben oder Verbindungstechniken im Holz-Beton-Verbundbau, die nicht oder nur sehr schwer lösbar und rückbaufähig sind. Insbesondere in der Ausbildung von Knotenpunkten im Skelettbau wird oft auf Stahl-Einbauteile zurückgegriffen die nach Jahrzehnten im eingebauten Zustand nur schwer zu lösen und damit rückbaufähig sein werden. Zunehmend kommen Verbindungstechniken auf den Markt die langfristig reversibel sein werden.

Ein anderer Trend sind leimfreie Konstruktionen. So entstehen zunehmend hochleistungsfähige Produkte die nicht mehr verleimt, sondern mit Dübeln verbunden sind. Wesentlich robuster wären Massivholzkonstruktionen, die auf Leim und Metallverbindungen verzichten. Diese müssen sich in den Spannweiten reduzieren und wären für die Holz-Holz-Verbindungen sicher auch stärker dimensioniert. Im Ausbau steht der Verzicht auf Verklebungen und geschraubte Verbindungen im Vordergrund.

Gründung bleiben bislang ressourcenintensiv, da hier in vielen Fällen nicht auf Beton verzichtet werden kann. Hier lohnt es die Betonbauteile zu optimieren und z.B. bewehrungsfreie Bodenplatten oder schwebende Gründungen z.B. mit Schraubfundamenten zu realisieren. Diese sind in der Leistungsfähigkeit und der Gebäudehöhe begrenzt.

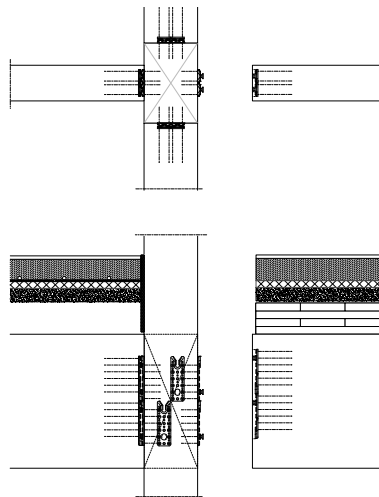


Abbildung 7: Konrad Zuse Schule, Berlin, reversibler Knotenpunkt Stütze – Unterzug – Decke (Quelle ZRS)

3.3. Kreislaufgerechte Materialien

Holz und Holzwerkstoffe stehen im Bereich des Tragwerkes und der raumabschließenden Bauteile im Vordergrund. Die Leistungsfähigkeit der Skelette ist bis zu über 80 m Gebäudehöhe nachgewiesen und gebaut, es finden sich gerade Gebäude mit bis zu 130 m Höhe in Realisierung. Das Projekt Plyscraper W350 soll in den 2040er Jahren mit 350 m Höhe in Japan realisiert werden. Wie ganzheitlich kreislaufgerecht diese Projekte dann noch sind bleibt nachzuweisen.

Wenn von Holz-Beton Hybridbau gesprochen wird meint dies gemischte Konstruktionen aus Holz und Beton. Betrachtet man im Rahmen der Lebenszyklusbetrachtungen die Systemgrenze Gebäude müssen alle notwendigen baulichen Maßnahmen inkl. der Gründung betrachtet werden. Im Betrachtungsmodell des Natural Building Lab sprechen wir von Holzbauten, wenn die nicht erdberührenden Bauteile im Wesentlichen in Holz ausgeführt sind. Von Holz-Beton-Hybridbau sprechen wir, wenn der Beton Teile der nicht erdberührenden Bauteile z.B. in einem Kern aus Beton oder in Holz-Beton-Verbunddecken geplant oder ausgeführt sind. Hier muss das im Gesamtgebäude inkl. Gründung dominante Material im Volumen der Konstruktion zuerst genannt werden. In diesem Sinne sind sehr viele Hybridbauten heute aufgrund des hohen Betonanteils als Beton-Holz-Hybridbauten zu bezeichnen. Im optimalen, kreislaufgerechten Lowtech Gebäude aus Naturbaustoffen kommt neben Holz und Naturfasern noch Lehm als inneres Bekleidungsmaterial sowie als Speichermasse in den Ausfachungen der Innenwände zum Einsatz.

4. Bewertung von Gebäuden und Quartieren – Ausblick

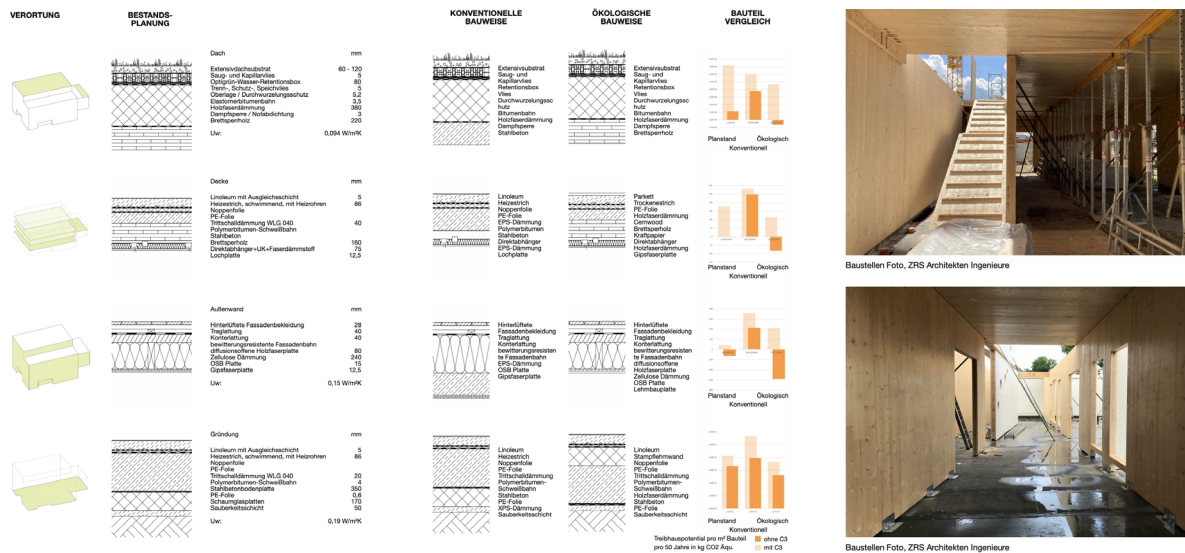
Das Natural Building Lab hat in einer Studie drei Holzbauquartiere in Berlin und Bremen anhand von Lebenszyklusberechnungen (LCA) für die Kostengruppe 300 in ihrer ökologischen Wirkung bewertet. Im Zentrum der Betrachtung stand die Errichtungsphase (Modul A) um den potentiellen Kohlenstoffspeicher zu berechnen. Als Systemgrenze wurden die Gebäude ohne die sie umgebende Infrastruktur, Straßen etc. berechnet. Untersucht wurden verschiedene Gebäude vom Reihenhauses bis zum Hochhaus, die als Holzbauten geplant sind. Für alle Gebäude wurden die aktuelle Bauweise gem. Stand der Planung, mit einer konventionellen sowie einer Holzbau⁺ Variante (maximal möglicher Holzeinsatz in der Gebäudehülle) verglichen. Die Berechnungen wurden mit eLCA, dem LCA-Tool des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) und den Datensätzen der deutschen ÖKOBAU-DAT^[14] durchgeführt. Die Ergebnisse werden pro m² Bruttogeschossfläche pro Nutzer*in, pro Gebäude und pro Quartier angegeben. Die Untersuchungen zeigen, welche Bedeutung die Materialwahl für die Klimagasemissionen der Gebäude hat und wie hoch der Holzanteil sein muss, um die Gebäudehülle (KG 300) klimagasneutral zu gestalten. Aus der Analyse werden Planungsparameter für eine klimagasneutrale Planung und Ausführung von Gebäuden abgeleitet.



Abb. 8: KoKoni One, Berlin; Ellener Hof, Bremen; Schumacherquartier, Berlin-Tegel
(Quellen ZRS, www.stadtleben-ellenerhof.de, www.schumacher-quartier.de)

4.1. Ellener Hof, Bremen

Der Ellener Hof ist ein gemischtes Neubauquartier in dicht besiedelter Lage. Auf einer Fläche von fast 10 Hektar entstehen ca. 500 Wohnungen für unterschiedliche Alters- und Einkommensgruppen. Ziel ist es, ein Modellquartier in Holzbauweise zu errichten. Geplant ist ein Holzanteil von 70%, bezogen auf das Volumen der nicht erdberührten Bauteile (Konstruktion und Wärmedämmung). Basierend auf dem städtebaulichen Entwurf von DeZwarteHond entstehen auf 15 Baufeldern unterschiedliche Wohntypologien, vom «BremerHaus», einer besonderen Form des Reihenhauses in der Gebäudeklasse 3, über Geschosswohnungsbau in der Gebäudeklasse 4 bis hin zu einem Studentenwohnheim in der Gebäudeklasse 5. Aufgrund der Vielzahl von Bauherr*innen und Planer*innen entstehen auch konstruktiv sehr unterschiedliche Gebäude mit stark differenzierendem Holzanteil. Der Ellener Hof ist aktuell zu mehr als 50% gebaut.



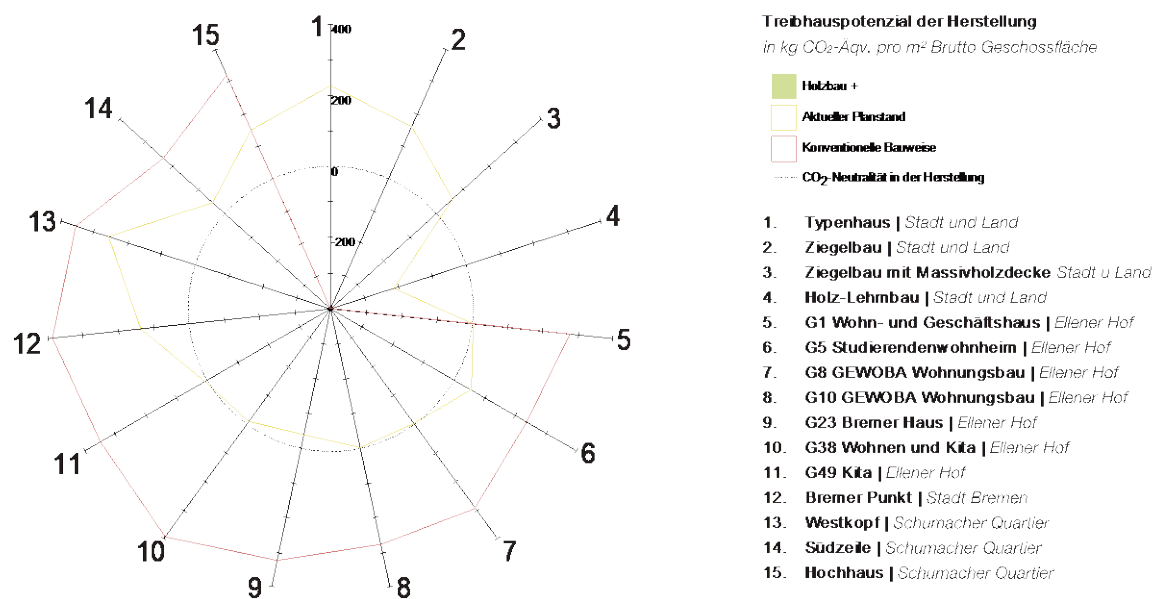


Abbildung 10: Vergleich unterschiedlicher Gebäudetypen aus allen Quartieren und der Stadt und Land (Quelle ZRS)

5. Quellenangaben

- [1] <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020-dl.pdf> (zuletzt besucht am 11.11.2023)
- [2] https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Monatsbericht/Monatsbericht-Themen/2018-09-bauen.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (zuletzt besucht am 11.11.2023)
- [3] Günther J, Lehmann H, Lorenz U und Pur K, 2019 Umweltbundesamt, Den Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestalten ISSN 1862-4359
- [4] Churkina G, Organschi A, Reyer C, Ruff A, Vinke K, Lin Z, Reck B, T. E. Graedel T und Schellnhuber H, 2020, Nature Sustainability, Buildings as a global carbon sink, 2020 3, 269-276
- [5] <https://www.berlin.de/nachhaltige-beschaffung/recht/> Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU (zuletzt besucht am 1.1.2023)
- [6] Lagebericht 2021, Holzbau Deutschland – Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V., Kronenstraße 55 - 58, 10117 Berlin
- [7] <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de> (zuletzt besucht am 11.11.2023)
- [8] Endres, E. (2018). Parameterstudie Low-Tech Bürogebäude. Endbericht. Technische Universität München. Zukunft Bau (BBSR). SWD-10.08.18.7-16.65.
- [9] 2. Symposium LowTech im Gebäudebereich <https://www.nbl.berlin/projects/lowtech-im-gebäudebereich-symposium-2022/> (zuletzt besucht am 11.11.2023)
- [10] <https://www.zrs.berlin/project/wohnen-und-arbeiten-in-der-torfremise/> (zuletzt besucht am 11.11.2023)
- [11] E Roswag-Klinge, E Neumann and A Klinge, Climate impacts of wood/ timber as a building material – investigated on three urban quarters in Germany (CIW) <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1078/1/012029/meta> (zuletzt besucht am 11.11.2023)
- [12] <https://h-house-project.eu> (zuletzt besucht am 11.11.2023)
- [13] Andrea Klinge, Weniger Technik – mehr Gesundheit, in Low im Gebäudebereich ISBN 978-3-87994-300-5 (2019)
- [14] Ökobaumat www.oekobaumat.de (zuletzt besucht am 11.11.2023)

Nachhaltiges Planen und Bauen – nur gemeinsam

Caroline Palfy
Loud 4 Planet Development GmbH
Wien, Österreich



Nachhaltiges Planen und Bauen – nur gemeinsam

1. Allgemein

Nachhaltig Planen und Bauen:

Eine ganzheitliche Betrachtung von Konzepten und Praktiken

In einer Welt, in der Umweltauswirkungen und Ressourcenknappheit zunehmend in den Vordergrund rücken, ist nachhaltiges Planen und Bauen zu einem zentralen Anliegen der Bauindustrie geworden. Dieser Bericht wird sich eingehend mit einer Vielzahl von Konzepten und Praktiken befassen, die dazu beitragen, das Ziel nachhaltigen Bauens zu erreichen. Dazu gehören Early Contractor Involvement (ECI), Allianzverträge, integrierte Projektabwicklung, Lean Management, Building Information Modeling (BIM), Logistik, CO₂-freie Baustellen, Zertifizierungen, Kreislaufwirtschaft und Engineering.

1.1. Nachhaltiges Planen und Bauen

Nachhaltiges Planen und Bauen ist ein umfassender Ansatz, der darauf abzielt, umweltfreundliche, sozial verträgliche und wirtschaftlich tragfähige Bauvorhaben zu entwickeln. Dieser Ansatz berücksichtigt die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes oder einer Infrastruktur, von der Planung und Konstruktion bis zur Nutzung und Entsorgung. Die Ziele sind vielfältig und umfassen die Reduzierung von Umweltauswirkungen, die Schaffung gesunder Innenräume, die Steigerung der Energieeffizienz und die Förderung sozialer Verantwortung.

Die Bauindustrie steht vor der großen Herausforderung, nachhaltige Lösungen zu entwickeln und umzusetzen, um den steigenden Umweltauswirkungen und Ressourcenknappheit zu begegnen. In diesem Zusammenhang spielen verschiedene Konzepte und Technologien eine entscheidende Rolle, darunter Early Contractor Involvement (ECI), Allianzverträge, Integrierte Projektabwicklung, Lean Management und Building Information Modeling (BIM). Diese Ansätze sind eng miteinander verknüpft und können gemeinsam dazu beitragen, Nachhaltigkeit in der Bauindustrie zu fördern.

2. Vertragsmodelle

2.1. Early Contractor Involvement

Early Contractor Involvement (ECI) ist ein Konzept, das Auftragnehmer frühzeitig in den Planungsprozess einbindet. Dies ermöglicht es, von Anfang an das Fachwissen und die Erfahrung der Auftragnehmer zu nutzen, um nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Die frühzeitige Identifizierung von Herausforderungen und Chancen in Bezug auf Nachhaltigkeit kann dazu beitragen, kosteneffiziente und umweltfreundliche Optionen zu identifizieren. Auftragnehmer können ihre Expertise in Bezug auf Materialien, Technologien und Konstruktionstechniken einbringen, um die Umweltauswirkungen zu minimieren.

2.2. Allianzvertrag

Allianzverträge sind eine weitere wichtige Komponente bei der Förderung von Nachhaltigkeit in der Bauindustrie. Diese Verträge fördern die Zusammenarbeit und den gemeinsamen Erfolg aller Projektbeteiligten. In einem nachhaltigen Kontext können Allianzverträge dazu beitragen, eine transparente und partnerschaftliche Zusammenarbeit zu etablieren, bei der alle Parteien gemeinsame Ziele für Umweltschutz, soziale Verantwortung und Wirtschaftlichkeit verfolgen. Dies fördert die gemeinsame Verantwortung für den Erfolg des Projekts und trägt dazu bei, nachhaltige Prinzipien zu integrieren.

2.3. Integrierte Projektabwicklung

Die Integrierte Projektabwicklung (IPA) ist ein weiterer Ansatz, der dazu beiträgt, Nachhaltigkeit in Bauprojekten zu verankern. IPA beinhaltet eine enge Zusammenarbeit zwischen Planern, Auftragnehmern und anderen Stakeholdern von Anfang an. Dies erleichtert die Koordination nachhaltiger Maßnahmen wie Energieeffizienz, Abfallmanagement und umweltfreundliche Materialauswahl. Durch die Integration aller Projektbeteiligten wird sichergestellt, dass Nachhaltigkeitsziele von Anfang an berücksichtigt werden.

3. Werkzeuge

3.1. Lean Management

Lean Management ist eine Methode, die darauf abzielt, Verschwendung in allen Prozessen zu minimieren. Im Kontext nachhaltigen Bauens können Lean-Prinzipien dazu beitragen, den Materialverbrauch zu reduzieren, die Energieeffizienz zu steigern und die Bauabläufe zu optimieren. Durch die Identifizierung und Beseitigung von Verschwendung können Ressourcen eingespart und die Umweltauswirkungen minimiert werden. Lean Management fördert auch eine Kultur der kontinuierlichen Verbesserung, die dazu beitragen kann, nachhaltige Praktiken im gesamten Bauwesen zu etablieren.

3.2. Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) ist eine digitale Methode zur Planung, Ausführung und Verwaltung von Bauprojekten. BIM ermöglicht eine umfassende Erfassung von Daten über das Gebäude, einschließlich aller nachhaltigen Merkmale. Dies ermöglicht es, die Planung und Umsetzung umweltfreundlicher Technologien zu optimieren und die Energieeffizienz zu steigern. BIM erleichtert auch die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten, da es einen gemeinsamen digitalen Arbeitsraum bietet, in dem Informationen ausgetauscht und koordiniert werden können.

4. Add Ons

4.1 Engineering

Engineering spielt eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung nachhaltiger Bauvorhaben. Durch innovative Technologien und Konzepte können Gebäude und Infrastrukturen so gestaltet werden, dass sie effizienter, energieeffizienter und umweltfreundlicher sind. Dies kann die Verwendung von erneuerbaren Energien, effizienten Materialien und intelligenten Gebäudetechnologien einschließen.

4.2 Logistik

Eine effiziente Logistik ist von entscheidender Bedeutung, um nachhaltige Bauprojekte zu gewährleisten. Durch den Einsatz optimierter Transportwege, Just-in-Time-Lieferungen und die Minimierung von Transportwegen kann der CO₂-Fußabdruck erheblich reduziert werden. Intelligente Logistiklösungen ermöglichen es auch, den Materialverbrauch zu minimieren und Abfälle zu reduzieren.

4.3 CO₂-freie Baustelle

Die Reduzierung von Treibhausgasemissionen auf Baustellen ist ein wichtiger Schritt in Richtung nachhaltiges Bauen. Dies kann durch den Einsatz von emissionsarmen Baumaschinen, erneuerbaren Energien und umweltfreundlichen Bauprozessen erreicht werden. CO₂-freie Baustellen können als Vorbild für umweltfreundliches Bauen dienen und die Umweltauswirkungen erheblich minimieren.

4.4 Zertifizierungen

Zertifizierungen wie ÖNGI, ÖGNB, klimaaktiv, LEED, uvm. sind entscheidend, um sicherzustellen, dass nachhaltige Standards in Bauprojekten eingehalten werden. Diese Zertifizierungen legen klare Kriterien für Umweltschutz, Energieeffizienz, soziale Verantwortung und Wirtschaftlichkeit fest und helfen, die Umsetzung nachhaltiger Praktiken zu überwachen und zu bewerten.

4.5 Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft ist ein Konzept, das darauf abzielt, Ressourcen effizienter zu nutzen und Abfälle zu minimieren. Im Bauwesen bedeutet dies, Materialien zu recyceln und wiederverwenden, anstatt sie nach einmaliger Verwendung zu entsorgen. Die Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft kann die Umweltauswirkungen erheblich reduzieren und die Nachhaltigkeit von Bauprojekten verbessern.

5. Fazit

Die Integration all dieser Konzepte und Praktiken in das nachhaltige Planen und Bauen stellt sicher, dass umweltfreundliche, sozial verantwortliche und wirtschaftlich tragfähige Bauprojekte entstehen. Diese Herangehensweise erfordert jedoch nicht nur **das Engagement aller Beteiligten**, sondern auch eine kontinuierliche Anpassung an neue Technologien und Erkenntnisse. Insgesamt zeigen diese Konzepte und Technologien, wie sie ineinandergreifen können, um Nachhaltigkeit in der Bauindustrie zu fördern. Sie tragen dazu bei, die Umweltauswirkungen zu reduzieren, die soziale Verantwortung zu erfüllen und langfristige wirtschaftliche Vorteile zu erzielen. Nachhaltiges Planen und Bauen ist nicht nur eine ethische Verpflichtung, sondern auch ein Schlüssel zur Gestaltung einer besseren Zukunft für unsere Gesellschaft und unseren Planeten. Es ist an der Zeit, diese integrative Strategie zu nutzen und nachhaltige Lösungen in der Bauindustrie umzusetzen.

Neue Wege der Projektzusammenarbeit – von der Projektentwicklung zur Umsetzung

Stefan Höher
Bauwens Development
Köln, Deutschland



Johannes Lederbauer
Wiehag GmbH
Altheim, Österreich



Friedrich und Karl – Nachverdichtung Areal Druckzentrum Neven-DuMont

1. Ziele der Projektentwicklung

1.1. Städtebau

Das ca. 2 ha. große Projektgrundstück liegt stadteinwärts von Norden kommend nur etwa 10 min. entfernt von der bekannten Kölner Skyline mit Dom und Hohenzollernbrücke. Die Zentralität und der unmittelbar gegenüber angrenzende noch im Betrieb befindliche Niehler Hafen geben der Lage eine für die zukünftige städtebauliche Entwicklung im Kölner Norden prägende Bedeutung. Mit der Entwicklung des Büroquartiers Friedrich und Karl erhält Köln einen neuen Stadteingang mit Strahlkraft auf künftige Entwicklungen in der Umgebung.

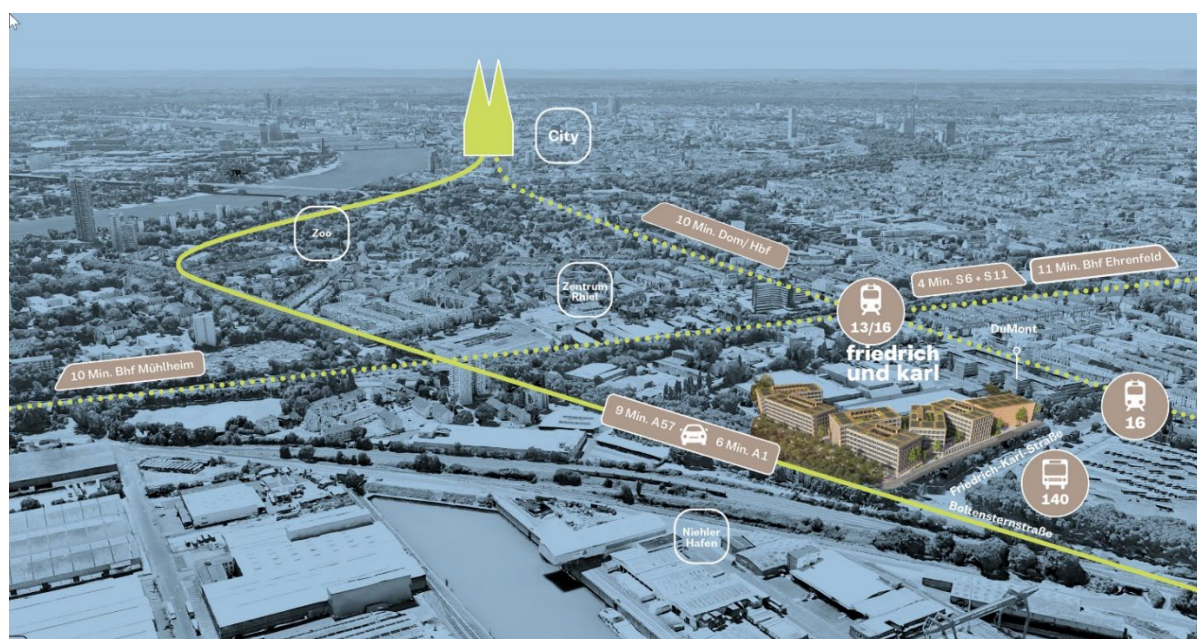


Abbildung 1: Lage des Projektgrundstücks

1.2. Wettbewerbsziel Klimaneutralität

In der Vorbereitung zum mehrstufigen Architektur-Wettbewerb wurden die wesentlichen Ziele der Bebauungs-Konzeption seitens der Bauherrenschaft mit Politik und Verwaltung vorabgestimmt. Umfangreiche Vorstudien zu Ausnutzungsdichte, verkehrlicher Erschließung und Umweltbelangen fanden Eingang in die Ausschreibungsunterlagen. Mit Blick auf eine Minimierung der klimarelevanten Auswirkungen des Projekts wurde bereits in der Wettbewerbsvorbereitung ein Klimaschutz- und Energieversorgungskonzept erarbeitet, das den Teilnehmern verbindlich zur Vorgabe gemacht wurde mit dem Ziel, ein klimaneutrales Büroquartier nach Definition der DGNB (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen) zu errichten. Dies setzt voraus, dass vor Ort mindestens genauso viel CO₂-Äquivalente durch regenerative Stromproduktion kompensiert werden, wie durch den Betrieb des Gebäudes emittiert werden.

1.3. Nachhaltigkeit messbar machen und wirtschaftlich umsetzen

Alle Planungen werden kontinuierlich auf ihren Einfluss auf CO₂-Emission über den ganzen Lebenszyklus hin dokumentiert und bewertet. Weichen die Parameter von dem gesetzten Ziel der Klimaneutralität ab, muss regelmäßig in der Planung nachgeschärft werden. Der gleiche Maßstab wird auch für die wirtschaftlichen Kennzahlen zugrunde gelegt, um den Nachweis zu erbringen, dass Nachhaltigkeit bezahlbar sein kann. An

diesen beiden gleichbedeutenden Betrachtungsweisen orientieren sich alle wesentlichen Entscheidungen in der Projektentwicklung.

2. Prozessoptimierung zur Zielerreichung

2.1. Auswahl der Bau- und Planungsteams

Zur Erreichung der Projektziele steht die sorgfältige Auswahl des Planungsteams am Beginn der Projektentwicklung. Die Philosophie von Bauwens («Von Anfang an richtig») bedingt eine frühe Festlegung auf das für die Ausführung vorgesehene Team. Das enge Zusammenspiel von Projektentwicklung und Bauausführung ist ebenso entscheidend für den Erfolg wie die Bereitschaft aller am Projekt beteiligten Planer, eigene Zielsetzungen dem Gesamterfolg unterzuordnen.

2.2. BIM – Koordination

Die BIM-Planungs-Methodik ist ab der Entwurfsphase verbindlich in jedem Projekt vorgeschrieben. Dies erlaubt eine intensive Vorabstimmung und Verständigung der Planungsteams mit dem für das BIM-Management Verantwortlichen bei Bauwens während der frühen Projektphasen und sichert einen reibungslosen Übergang zum Start der Modellierung.

2.3. Einbindung des Preconstruction-Partners

Dem Umstand der Projektgröße geschuldet ist es erforderlich, frühzeitig mit der Bauindustrie in Kontakt zu treten, um entsprechende Kapazitäten zu sichern und um die wesentlichen Fragen der Baubarkeit vorabzustimmen. Hierbei spielt es im Bereich der Holz-Hybrid-Bauweise eine große Rolle, ob man sich innerhalb oder außerhalb genormter Bauverfahren bewegt. Die Abstimmungen hierzu finden bereits in der Vorentwurfsphase statt, um aufwändige Umplanungen zu vermeiden.

2.4. Auswahlverfahren

Der Preconstruction-Vereinbarung vorgeschaltet ist eine aufwändige Marktabfrage hinsichtlich Verfügbarkeit, Erfahrung im Bereich der gewählten Konstruktion und Wirtschaftlichkeit. Hierbei stellte sich erst im Rahmen der Gespräche mit verschiedenen Anbietern heraus, dass das Zusammenspiel aus Rohbau und Fassade den entscheidenden Ausschlag für die Wahl auf das Unternehmen WIEHAG aus Österreich gab. In Rahmen einer Werksbesichtigung und einer Begehung eines im Bau befindlichen Referenzobjektes konnte die Bauherrenschaft von der Leistungsfähigkeit des Unternehmens überzeugt werden.



Abbildung 2: Städtebauliche Gesamtfigur

3. Ganzheitliches Energiemanagement

3.1. Einbindung Impact

Bereits in der Konzeption des Projektes wurde festgelegt, dass die Umsetzung des ambitionierten Energiekonzeptes mit Geothermie, Wärmepumpentechnologie und Solar-Kraftwerk in enger Abstimmung mit dem späteren Contractor für die Energie-Dienstleistungen Impact erfolgen soll.

3.2. Festlegung der Schnittstellen

Wesentlicher Erfolgsfaktor ist die saubere Definition der Schnittstelle zwischen dem Leistungsbereich der technischen Gebäudeausrüstung und der Energiezentrale, die ihre Leistung aus der auf dem Dach installierten Photovoltaik-Anlage erhält und diese über die Ansteuerung der Saug- und Schluckbrunnen in Heiz- und Kühlenergie für das Bürogebäude umsetzt. Das Zusammenspiel dieser beiden Disziplinen mit dem Ingenieurbüro für Hydrologie setzt eine frühzeitige Festlegung auf die Energieform Geothermie voraus, insbesondere wenn, wie hier der Fall, eine Anbindung an das örtliche Fernwärmenetz nicht gegeben ist.

4. Entwurfsgrundlagen

4.1. Nutzung

Insgesamt sind knapp 2.500 Arbeitsplätze verteilt auf 6 Baukörper mit je sechs Geschossen vorgesehen. Hinzukommen Flächen für Schulungsbetrieb, Kantine und Konferenzzonen. Die Gebäude sind nur teilweise unterkellert, um die erforderlichen Technikräume und geringe Lagerkapazitäten zu platzieren. Alle sechs Baukörper sind im Erdgeschoss miteinander verbunden. Dem Ensemble angegliedert ist ein Mobilitäts-Hub, dessen Erdgeschoss ausschließlich der Unterbringung von Fahrradstellplätzen sowie der Anlieferung und Versorgung der Gesamtanlage dient.



Abbildung 3: Lageplan

4.2. Fassaden

Bereits im Wettbewerbskolloquium wurde über die angemessene Materialität für ein Bürogebäude in Holz-Hybrid-bauweise eingehend diskutiert. Hierbei spielen aus Sicht der Projektentwicklung die Langlebigkeit und die Wartungsarmut eine deutlich größere Rolle als die kurzfristig zu erzielende Aufmerksamkeit für in hiesigen Breiten unübliche Ausführungen in Holz als sichtbarer Baustoff im Aussenbereich. Nach eingehender Abwägung der Vor- und Nachteile von in Frage kommenden Materialien für die Schutzschicht der in Holzrahmen-Bauweise konstruierten Gebäudewände fiel die Entscheidung der Bauherren auf

eine klassische Metallhaut, die ihren Vorteil u.a. darin hat, dass keine Gerüste für die Ausbildung der Fassadenarbeiten erforderlich sind und dass ein insgesamt hoher Grad an Vorfertigung sichergestellt werden kann.

4.3. Raumkonzept Regeletagen

Für den üblichen Bürobedarf wurde ein Regelmodul entwickelt, dass zur Aufnahme eines Doppelarbeitsplatzes ideale Abmessungen im Hinblick auf Belichtung, Belüftung und erforderliche Bewegungsflächen bietet. Hierauf wurde das Tragraster des konstruktiven Holzbau hin optimiert.

5. Pre-Con Vereinbarung

5.1. Erklärung Pre-Construction

Zitat aus dem Forschungsbericht: «Alternative Vertragsmodelle zum Einheitspreisvertrag für die Vergabe von Bauleistungen durch die öffentliche Hand», veröffentlicht 2020 vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen:

Der Ansatz des frühzeitigen Einbindens der ausführenden Unternehmen geht zurück auf die Ergebnisse einer Untersuchung des Construction Industry Council aus dem Jahr 2000. Die Ergebnisse dieser Gruppe reflektieren die Erkenntnis, dass erfolgreiche Partnering Konzepte nur durch sorgfältige Planung und verschiedene, vor Baudurchführung durchzuführende Aktivitäten erreicht werden können. Je früher die ausführenden Unternehmen in diese Prozesse integriert werden können, desto höher liegen die Chancen zur Verbesserung der Resultate für den Bauherrn und das Projekt. Die Fokussierung auf die sogenannte «Pre-Construction-Phase» basiert u.a. auf einer Analyse zur Frage, aus welchen Gründen Nachtragsforderungen am Bau am häufigsten entstehen. Im Mittelpunkt stand dabei eine Analyse von Kumaraswamy, der die «Top 10 Causes» wie folgt kategorisiert:

- Fehlerhafte Planung
- unvollständige Planung
- fehlerhafte unzureichende Baustellen- (insbesondere Baugrund-) Untersuchungen
- zu langsame Entscheidungsprozesse beim Auftraggeber
- schlechte Kommunikation unter den Baubeteiligten
- unrealistische zeitliche Vorgaben
- unzureichende «Contract Administration»
- unvorhergesehene Einflüsse
- unverständliche Ausschreibungsunterlagen
- unklare Risikoverteilung

Durch die Detailanalyse der dargestellten Punkte zeigt sich, dass ein Großteil der Probleme bereits in der Projektvorbereitungs-/Planungsphase verankert ist.

5.2. Die Pre-Construction-Vereinbarung zwischen Bauwens und Wiehag

Die Pre-Con Vereinbarung zwischen Bauwens und Wiehag ist auf wenigen Seiten zusammengefasst und definiert die Grundlagen für die Zusammenarbeit in der Planungsphase. Mit dem Vertrag verpflichten sich die Parteien vertrauensvoll, transparent und effizient sowohl die Optimierung der Planung des Gesamtobjektes als auch die Verhandlung über eine weitere Zusammenarbeit durchzuführen mit dem Ziel das Projekt gemeinsam zu realisieren. Sie wählen eine enge, konstruktive Zusammenarbeit, die auf Vertrauen, Kooperation, offener und effizienter Kommunikation aufbaut.

Ein wesentlicher Teil der Pre-Con Vereinbarung ist gemeinsame Zielpreis-Definition

5.3. Phasen der Pre-Construction beim Projekt FKS

- Gemeinsame Weiterentwicklung des Zielpreises Fassade
- Planungsbegleitung und -optimierung innerhalb der LP3, LP4 und LP5 unter Berücksichtigung der Aufteilung in Bauabschnitte
- Mitwirkung bei der behördlichen vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung (vBG) oder einer Zustimmung im Einzelfall (parallel zur Planung)

- (Detail-)Kalkulation und Angebotslegung durch NU
- Entscheidung über etwaige künftige Zusammenarbeit, ggf. Eintritt in Vertragsverhandlungen

5.4. Aufgaben Wiehag im Rahmen der Pre-Construction

Die Aufgaben der Wiehag im Pre-Con sind in den einzelnen Leistungsphasen 3, 4 und 5 unterteilt und befassen sich im Wesentlichen mit folgenden Inhalten:

- Überprüfung/Optimierungsempfehlung der vorhandenen Projektunterlagen.
- Überprüfung der Vorteilhaftigkeit der Planung aus planerischer, fachlicher, (bau-)technischer, terminlicher, qualitativer, baubetrieblicher, bauablauftechnischer und wirtschaftlicher Sicht.
- Verbesserungsmöglichkeiten zuarbeiten bei Terminabläufen, Nachhaltigkeit, Logistik, Umweltverträglichkeit, dem Baubetrieb an sich, der Statik, der Konstruktion, den Baumaterialien und -verfahren, der wirtschaftlichen Abwicklung und der Betriebskosten.
- Vorlage von Angeboten zu den entsprechenden Leistungsphasen
- Vorlage eines finalen Angebots
- Vorlage eines Ausführungskonzeptes mit Produktions-, Montageterminplans und Witterungsschutzkonzept (Bauteil und Bauwerksschutzkonzept)
- Mitwirkung / Beistellung von Unterlagen, Nachweisen sowie die Herstellung und Bereitstellung von Werkstücken zum Erlangen einer vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (VBG) oder einer Zustimmung im Einzelfall nach § 2(d).
- Unterstützung im Verlauf des Genehmigungsprozesses
- Mitwirkung bei Schnittstellenoptimierungen zur allgemeinen Bauausführung.

6. Herausforderungen der Pre-Con-Vereinbarung

Die Herausforderungen während der Pre-Con Phase für ein «bauausführendes Holzbauunternehmen» sind zu einem die zeitlich langen Planungsphasen im Bezug auf die Entscheidungen der Nutzer/ Mieter des Gebäudes. Dies sind oftmals zeitlich längere Phasen wo der bauausführende Holzbauer keinen Einfluss üben kann.

Mit den zeitlichen Veränderungen und Planungsanpassungen gab es auch mehrere Varianten in der Gestaltung der Fassade, welche in der Beratung mehrmals durchgespielt wurden.

Als weitere Herausforderung kann man auch die «neuen» Schnittstellen zwischen Holzbau und vor- und nachgelagerten Rohbauarbeiten nennen.

7. Am Bau Beteiligte

Bauherr	PE FKS GmbH & Co. KG, vertreten durch Bauwens Development GmbH & Co. KG Holzmarkt 1, 50672 Köln
Generalunternehmer	Bauwens Construction GmbH & Co. KG Holzmarkt 1, 50672 Köln
Entwurfsverfasser	Wiel Arets Architects Prinzregentenstraße 93, 81677 München
Objektplaner	HKR+ Architekten Architektur Leyendeckerstr. 35-37, 50825 Köln
Tragwerksplanung	merz kley partner Sägstraße 6, A-6850 Dornbirn bwp Burggraf + Weber Beratende Ingenieure GmbH Lyonel-Feininger-Straße, 80807 München
Prüfingenieur	Dipl-Ing. Alexander Pirlet Hohenstaufenring 48-54, 50674 Köln
Brandschutzplanung	Dehne, Kruse Brandschutzingenieure GmbH & Co. KG Meinhardshof 1, 38100 Braunschweig
Prüfingenieur f. Brandschutz	KLW Ingenieure GmbH & Co. KG Hauptstraße 5, 12159 Berlin
Pre Con Partner Holzbau	WIEHAG Bau GmbH Linzer Straße 24 A-4950 Altheim

Seriell – modular – bezahlbar

Wie wir die Herausforderungen im Wohnungsbau meistern können

Robert Decker
Geschäftsführer Decker Group GmbH,
Timber Homes GmbH & Co. KG
Dorfen, Deutschland



Seriell – modular – bezahlbar

Wie wir die Herausforderungen im Wohnungsbau meistern können

1. Ganzheitlicher Ansatz im Wohnungsbau

Die Decker Group ist entlang der gesamten Wertschöpfungskette in der Immobilienwirtschaft tätig. Sie umfasst die Tätigkeitsbereiche Grundstücksentwicklung, Erschließungsträger, Planungsgesellschaft, Schlüsselfertigbau, Modulproduktion, Badmodulproduktion, Großkeramik, Zimmerei/Holzbau, Bauträger, Investor, Contractor Wärmenetze und Mieterstrom, Immobilienmakler und Hausverwaltung.

Bislang wurden über 2000 Häuser und Wohnungen geplant und erstellt. Davon wurden in den letzten Jahren ca. 700 Häuser und Wohnungen in Holz, Holz-Beton-Hybridbauweise sowie in Holzmodulbauweise im KfW Standard KfW 40 + erstellt.

Wir betrachten die Herstellung der Immobilien interdisziplinär und haben gleichzeitig den Blick auf die Lebenszykluskosten sowie den Fokus auf eine nachhaltige und ökologische Bauweise.

Unsere Ansätze für die Zukunft des Wohnungsbaus sehen wir in der Herstellung von hochwertigem und gleichzeitig bezahlbaren Wohnungen durch den Einsatz von Modulen in Holzmassivbauweise mit einer maximalen seriellen und industriellen Vorfertigung.

Identifikation Herausforderungen Wohnungsbau und wie wir Sie lösen können:

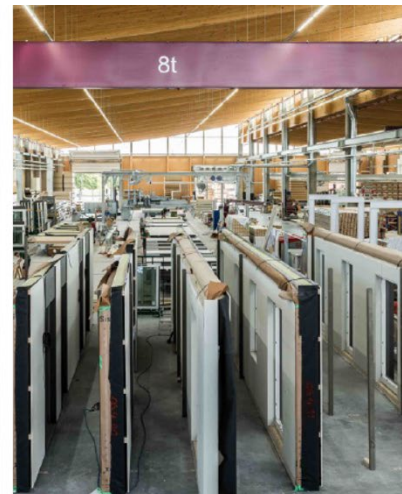
- Baurechtschaffung – Grundstücksentwicklung
- Planungskapazität
- Produktionskapazität – Nachunternehmer – Beschäftigungsentwicklung
- Verfügbarkeit Material und gestörte Lieferketten
- Bauzeit – Bauzeitinsen und schnellere Nutzungsaufnahme
- Baukosten



BIM-Planung / Umsetzung



Herstellung der Außenwände



Produktionshalle

2. Herausforderung Baurechtschaffung/Grundstücksentwicklung

Unser Ansatz:

Die Welt des Wohnungsbaus ist heute immer noch eine Welt der Prototypen.

Ist es nicht traditionell am aufwändigsten, teuersten und fehleranfälligsten, den Prototypen zu erstellen? Müssen Wohngebäude immer neu entwickelt werden oder sollten nicht bereits Bebauungspläne für serielle Gebäude entwickelt werden?

2.1. Bauleitplanung

Die Bauleitplanung sollte mit Blick auf die Erstellung von seriellen Gebäuden erfolgen.

2.2. Baufenster/Geschoßflächenvorgaben

Schlankere Vorgaben im Bebauungsplan sorgen für Systemoffenheit der Bauweise. Die Planung sollte unter Berücksichtigung möglichst günstiger Rahmenbedingungen des Modulbaus erfolgen z.B. durch Festsetzung von max. Geschoßflächen und weniger von Gebäudebreiten/-tiefen zur Optimierung des Einsatzes von seriellen Gebäuden.

2.3. Modulares Bauen

Das modulare Bauen hat einige Besonderheiten die berücksichtigt werden sollten, da beispielsweise Modulbreiten bis 2,99 m, bis 3,49 m oder breiter jeweils den Einsatz von Begleitfahrzeugen oder Polizeifahrzeugen notwendig machen. Serielles Bauen ermöglicht Optimierung der Logistik hinsichtlich Transportkosten bei Modulängen und Gewicht der Module sowie deutliche Verringerung des Verkehrs auf der Baustelle.

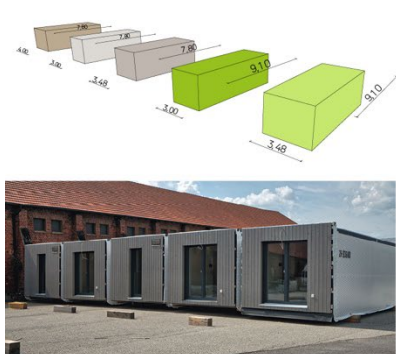
Allein die Mautgebühren auf deutschen Straßen steigen 2024 schon um 83 %.

2.4. Geschossigkeit

In die Höhe bauen bedeutet nicht nur sparsamen Umgang mit Grund und Boden sondern auch höhere Wirtschaftlichkeit bei der Verteilung der Kosten für Gründung und Dach auf mehr Geschosse und somit der Herstellungskosten pro qm Wohnfläche. Im Modulbau werden etwas höhere Geschoßhöhen benötigt, da durch den Bodenaufbau und der separaten Decke auf dem Modul ein höherer Gesamtaufbau notwendig ist.

2.5. Verkürzung der Baugenehmigungszeit

Entlastung der Behörden und Planern durch Genehmigung im Freistellungsverfahren, wenn bei der Erstellung von Bebauungsplänen die Festsetzungen der angedachten seriellen Wohnanlage schon entsprechen.



Verschiedene Modulgrößen



Modultransport



Modulmontage vor Ort

3. Herausforderung Planungskapazität und Planungskomplexität

Unser Ansatz:

Serielles Bauen, warum nicht auch seriell Planen?

3.1. Entlastung der Planer durch den seriellen Ansatz

Wiederholungsfaktoren vereinfachen Planung von Brandschutz, Statik, Schall und Details. Daraus folgt deutliche Reduzierung der Komplexität der Planung und der benötigten Planungskapazität von Planern und Fachplanern und somit auch des Honoraraufwandes.

3.2. BIM geplante Ausführung und Details

Kollisionsprüfung von Statik, HLS, Lüftung, Elektro gegebenenfalls schon unter Einbeziehung der Einrichtungsplanung reduziert die Planungsrounds bis zum Produktionsbeginn. Nebeneffekt: Erstellung von digitalen Zwillingen erspart den Bau eines Mustermoduls.

Durch den Einsatz von Badmodulen, insbesondere wenn man das Bad als fertig erstellte Technikzentrale begreift, sind die Themen Lüftung, Heizungsverteiler und Stromverteiler schnell gelöst; möglicherweise auch schon unter Einbeziehung des Steigstranges. Insbesondere Studentenwohnheime, Hotels, Boardinghäuser, Pflegeheime und Mikrowohnen, also Nutzungsarten mit hohem Wiederholungsfaktor, können bereits im Werk effizient, hochwertig und günstig möbliert werden.

So haben wir im Werk eine Halbierung der Montagezeiten bei verbauten Küchen oder Einbaumöbeln und eine Reduzierung des Logistikaufwands um 90 Prozent bei Einbau von Möbeln im Werk festgestellt.



Das Badmodul im Wohnmodul



«Digitaler Zwilling» in der Planung



Geschossübersicht

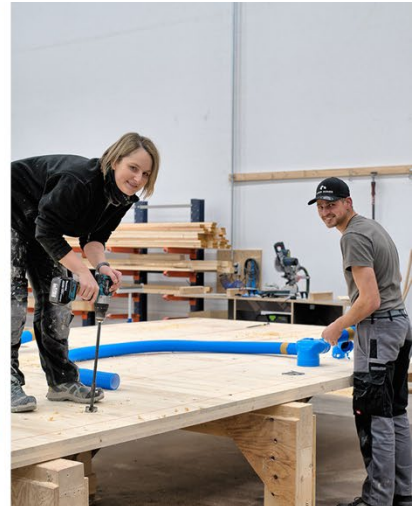
4. Herausforderung: Produktionskapazität – Nachunternehmer – Beschäftigungsentwicklung

Unser Ansatz:

Die Beschäftigung am Bau nimmt seit Jahren ab und kann nur durch eine höhere Produktivität aufgefangen werden.

- Qualifiziertes Personal kann nicht ausreichend durch den Nachwuchs ersetzt werden.
- Der massive Rückgang im Wohnungsbau wird zu einer dauerhaften Abwanderung von Arbeitskräften führen, wodurch der Fachkräftemangel nochmals massiv verschärft werden wird.
- In der Modulfertigung ist eine deutlich höhere Produktivität pro Mitarbeiter zu erzielen.

- Die Rekrutierung von Facharbeitern ist aufgrund der attraktiven Arbeitsbedingungen in der Montagehalle einfacher als für die konventionelle Baustelle.
- Durch die Vielzahl der Arbeitsstationen sinken die Anforderung an den Mitarbeiter. Facharbeiter können leichter ersetzt werden.
- Vorbild Automobilindustrie in der seriellen Fertigung heißt weg vom «Bau» im Werk, hin zur Montage ganzer Bauteile und Bauteilgruppen durch möglichst hohe Vorfertigung von Zulieferern.
- Durch geschickte Planung können mit den gleichen Bauteilgruppen verschiedenste Wohnungstypen gebaut werden, beispielsweise beim Einsatz von Modulbädern oder Wandelementen.
- Diese Bauteilgleiche führt zu deutlich geringeren Herausforderungen in der «just in time» Lieferung sowie zu einer Reduzierung der Lagerhaltung.



Serielle Fertigung, 14 Montagestationen

Montage Badmodul

Witterungsabhängiges arbeiten

5. Verfügbarkeit Material und gestörte Lieferketten

Unser Ansatz:

Serielle Produktion erleichtert termingerechte Verfügbarkeit.

- Der hohe Planungsaufwand «bis zur letzten Schraube» erleichtert im Ergebnis Beschaffung und Verfügbarkeit des richtigen Materials zum richtigen Zeitpunkt
- Deutlich geringere Abhängigkeit von den Fähigkeiten des Nachunternehmers
- Rahmenvereinbarungen mit Zulieferern und Bauteilgleiche sichern Verfügbarkeit und ermöglichen Kostenvorteile in der Beschaffung

6. Herausforderung Bauzeit – Bauzeitinsen und schnellere Nutzungsaufnahme

Unser Ansatz:

Modulares Bauen erwirtschaftet Mehrwert von bis zu 400 Euro pro qm Wohnfläche.

- Modulares Bauen besteht durch deutlich kürzere Bauzeit.
- Planung, Gründung, Produktion Bauteile und Produktion der Module kann oftmals parallel erfolgen.
- Reduzierung der Bauzeit durchschnittlich um mehr als 12 Monate.
- In Zeiten deutlich gestiegener Refinanzierung sind Bauzeitinsen ein erheblicher Kostenfaktor.
- Bei angenommenen Gesamtherstellkosten Bauwerk und Grundstück mit 5.000 Euro und einem variablen Zins von 5,5 % (Euribor-Zins incl. Aufschlag) fallen je nach Bauverlauf in 12 Monaten Bauzeit zwischen 200 und 275 Euro Zinsen pro qm Wohnfläche an.

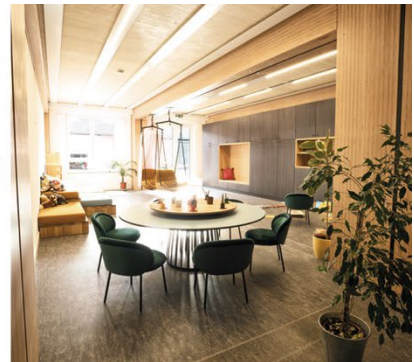
- Schnellere Fertigstellung heißt frühere Nutzungsaufnahme.
- Bei einer Kaltmiete von 13 Euro kann der Bauherr 156 Euro Mehrertrag pro Quadratmeter Wohnfläche allein durch die Verkürzung der Bauzeit erzielen.
- In Summe kann durch den Einsatz von Modulen und der damit verbundenen Bauzeitverkürzung ein Vorteil gegenüber dem konventionellen Bau von ca. 400 Euro pro Quadratmeter verzeichnet werden.

7. Herausforderung Baukosten

Unser Ansatz:

Mit serieller und modularer Bauweise die Baukosten senken.

- Wo stehen wir heute im seriellen Bau? Wie sieht die Entwicklung in den kommenden Jahren aus. Henry Ford hat vor 100 Jahren mit der industriellen Produktion Geschichte geschrieben. Steht uns mit dem industriellen Modulbau eine ähnliche Erfolgsgeschichte noch bevor? Und welche Kosteneffekte können noch erzielt werden, wenn die Produktion der Immobilienwirtschaft eines Tages fünfstelligen Fertigungszahlen an Wohnungen erzielt?
- Derzeit sind bei gleicher Ausstattung allein die Baukosten ohne Betrachtung der Kosten für Planung und kürzerer Bauzeit gegenüber dem konventionellen Bau ca. 5 % günstiger.
- Durch die bereits beschriebene Entwicklung der Beschäftigung am Bau werden sich die Lohnkosten des konventionellen Bauens, im Verhältnis zum industriellen Bau, in den kommenden Jahren deutlich verteuern.
- Mangelbeseitigungskosten am Bau werden in der Regel weder von den ausführenden Nachunternehmern noch vom Bauherren richtig kalkuliert. Wenn der Handwerker mehrfach anfahren und beseitigen muss, ist für ihn schon nichts mehr verdient. Wenn der Bauherr am Ende mit Gutachtern und Anwälten vor Gericht zieht, wird es unkalkulierbar. Die Qualität des seriellen Modulbaus mit einer konsequenten Ergebnisoptimierung und Qualitätskontrolle in der Fertigung hat erhebliche Vorteile gegenüber dem konventionellen Bau.



links: Dorfen Studentenwohnheim und Campus, Mitte: Studentenapartment, rechts: Montessori Kindergarten



links: Wohnanlage 2-, 3- u. 4-Zimmerwohnungen in Straubing, rechts: Personalwohnungen BMW Ammerwald

8. Blick in die Zukunft

Die Schere zwischen dem konventionellen Bau und dem seriellen Modulbau wird sich immer mehr vergrößern. Serielles Bauen kann eine Lösung für die Herausforderungen im Wohnungsbau sein. Die Baukosten werden trotzdem weiter steigen, wenn auch in deutlich abgeschwächtem Umfang.

Trotz der Schwäche am Bau investiert die Decker Group, mit dem Joint Venture Unternehmen Timber Homes, massiv in den Ausbau von Produktionskapazitäten für serielles, modulares Bauen in Holzmodulen. Wir schätzen das Potential für modulares Bauen, ähnlich wie in der Fertighausindustrie für Einfamilienhäuser, auf bis zu einem Drittel des gesamten Wohnungsbaus.



November 2023: Neue Produktionshalle von Timber Homes im Bau



November 2023 in Fertigstellung: Neues Headquarter Firmengruppe Decker in Dorfen, eines der größten Holzgebäude Deutschlands

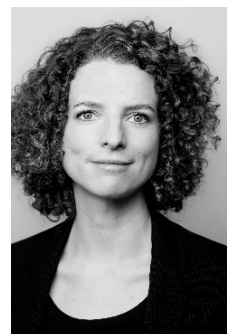
IHF-Prolog I

Architektur

Architekturqualität und Nachhaltigkeit

Lebenszyklusanalyse im Wohnungsbau – Holzbauquartier in Berlin von weberbrunner architekten

Elise Pischetsrieder
weberbrunner architekten
Zürich / Berlin, Schweiz / Deutschland



Lebenszyklusanalyse (LCA) durch angewandte Ökobilanzierung im Wohnungsbau – Holzbauquartier in Berlin



Abbildung 1: Wohnen am Flora-Fauna-Habitat – Waldhaus Buch in Berlin, weberbrunner architekten, Visualisierung: Carsten Pesch

1. Welche Bedeutung hat die angewandte Ökobilanzierung für das Bauen mit Holz und nachwachsenden Materialien?

Als Büro verfolgt weberbrunner architekten die Einhaltung des 1.5°C-Budgets. Umso drängender und relevanter durch aktuelle Hochrechnungen des Weltklimarats IPCC: «Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird sich die Welt um mehr als 1,5°C Grad im Vergleich zur Zeit vor der Industrialisierung erwärmen. (...) Der jüngste Bericht des IPCC hat das verbliebene CO₂-Budget für das 1,5-Grad-Ziel auf 500 Gigatonnen ab Anfang 2020 beziffert. Aktualisierten Berechnungen zu Folge bleibt inzwischen nur noch halb so viel: 250 Gigatonnen ab Januar 2023. (...) Es sind drei weitere Jahre vergangen ohne nennenswerte Fortschritte im weltweiten Klimaschutz. Es gab zwar eine kleine Delle während der Pandemie, doch schon im Jahr 2022 erreichte der weltweite CO₂-Ausstoß wieder den alten Höchststand von 40 Gigatonnen jährlich. Sollte es dabei bleiben, wäre das Kohlenstoffbudget in etwa sechs Jahren im Jahr 2029 erreicht.» [1]

Als Architekturbüro richten wir unser Augenmerk für zukunftsgerechte Architektur neben guter Gestaltung auf klima- und ressourcengerechten Kriterien bei der Wahl der Konstruktion und Baumstoffe. Material-Kreisläufe und die Reduktion grauer Energie sowie verursachter direkter und indirekter CO₂-Emissionen gelingen nur, wenn sie thematisiert und aktiv vermieden werden.

Die Betrachtung des ganzen Lebenszyklus in der Lebenszyklusanalyse (LCA) gehört dabei zu den Schlüsselwerkzeugen der Planung in der Transformation des Bauens. Bei einem Anteil von 40% der CO₂-Emissionen durch Bauen und Betreiben von Gebäuden ist die Dringlichkeit deutlich. 90% mineralischer Ressourcenverbrauch und 55% Abfallaufkommen

durch die Baubranche weisen ebenfalls eine relevante Hebelwirkung auf. Durch angewandte Gebäude-Ökobilanzierung werden diese Auswirkungen im Planen und Bauen sichtbar und messbar. Zielwerte können vereinbart und erreicht werden. Projekte werden ab der Phase 0 so entwickelt, dass ihre Umweltauswirkungen so gering wie möglich ausfallen. Neu zu bauen verbraucht Ressourcen, nutzt immer immens viel Energie und verursacht Treibhausgasemissionen. Umso sparsamer und bewusster ist der Umwelt-Fußabdruck zu visualisieren.

Die Bewahrung von Bestand und temporären Nutzungen sind dem Büro weberbrunner architekten ein zentrales Anliegen. Wenn nicht ganze Gebäude zu erhalten sind, dann wird die Verwendung von wiederverwendeten Bauteilen geprüft. Wenn auch diese Quelle ausgeschöpft ist, bleibt die Wiederverwendung von Material. Und wenn Bestand und Sekundärmaterialien ausgeschöpft sind, rückt die Verwendung nachwachsender Rohstoffe in den Fokus. Diese biogenen Kohlenstoffe einlagernden Materialien senken so lange die Treibhausgasemissionen global, so lange sie in Gebäuden verwendet bleiben.



Abbildung 2: Quartiersstraße im Holzbau-Quartier Berlin Alt-Buch, weberbrunner architekten, Visualisierung: Carsten Pesch

2. Hohe Baukultur beinhaltet Klima- und Ressourcenschutz und schont die Umwelt

(Vgl. Erklärung von Davos – Acht Kriterien für hohe Baukultur)

Um den ökologischen Fußabdruck für Entwurfs- und Planungsentscheidungen von Gebäuden sichtbar zu machen und zu verringern, bieten weberbrunner architekten Ökobilanzierung vom Entwurf bis zur Ausführung planungsbegleitend an.

Beim Projekt Waldhaus – Wohnen am Wald in Berlin entsteht ein geförderter Wohnungsbau in umwelt- und generationengerechter Bauweise. Das städtebauliche und architektonische Konzept für das Wohnquartier mit etwa 150 Wohneinheiten bietet geförderten Wohnraum. Die Neubaufelder befinden sich im Bereich einer zuvor eingeschossig überbauten Fläche. Neuversiegelung wird dadurch minimiert und Baumfällungen so weit wie möglich vermieden. Das neue Quartier befindet sich neben einem Flora-Fauna-Habitat von europäischer Bedeutung.

Die Qualität des Ortes zwischen altem Baumbestand und sehr gut erschlossener Lage bietet ein großes Potenzial: «Wohnen am Wald – in Berlin» und das für mehrheitlich geförderte Wohnungen mit Wohnungsgrößen von 1-Zimmer bis 5-Zimmer-Wohnungen für Einzelper-

sonen, Wohngemeinschaften oder Eltern mit Kindern. Um klimaschonenden Wohnraum zu schaffen, wurde durch weberbrunner architekten bereits im städtebaulichen Wettbewerb eine LCA bilanziert. Es wurde schnell deutlich, dass Untergeschosse einen großen CO₂-Schaden verursachen würden. Es wurden daher Lösungsansätze gesucht, in denen Keller- und Technikflächen nicht mit viel Aushub und erdberührten Bauteilen errichtet werden müssen. Als weiteres Entwurfskriterium wurde für die Wohngrundrisse ein rationelles Raster mit für den Holzbau sinnvollen Spannweiten entwickelt. Lasten sowie Installationen werden direkt abgeleitet, auf Auskragungen und statische Strukturwechsel mit Abfangdecken wurde verzichtet.

In der zweiten Wettbewerbsstufe erwies sich die sehr kompakte und serielle Grundrissentwicklung als sehr robust mit einer hohen Flexibilität für spätere Umnutzung durch Zusammenlegen oder Aufteilung von Wohneinheiten. Abstellräume wurden geschossweise in den Wohneinheiten sowie teilweise in den nicht tagesbelichteten Bereichen angeordnet. Die Technikzentralen, ein Hausmeisterraum sowie gedeckte Fahrradabstellplätze befinden sich unmittelbar bei den Hauseingängen.

Für eine nachhaltige Bauweise sind klare Konstruktionsprinzipien maßgebend: das Erdgeschoss mit teilweise gewerblicher Nutzung in der Tragstruktur in vorgefertigter Stahlbetonskelettbauweise. Darüber befinden sich vier Vollgeschosse in Holzbauweise mit Holzstützen, Holz-Unterzügen und Holzrahmen-Außenwandelementen mit hinterlüfteter Holzfassade. Der Wiederholungsgrad der Verbindungsdetails ist sehr hoch.



Abbildung 3: Wohnen im Holzbauquartier in Berlin Alt-Buch, weberbrunner architekten, Visualisierung: Carsten Pesch

Im Erdgeschoss ist der Einsatz von Re-Use-Fassadenpanelen als hinterlüftete Konstruktion geplant. Die Obergeschosse haben hinterlüftete Holzfassaden, die Fenster sind als Zargen-Elemente eingefasst. Ein maximaler Vorfertigungsgrad bei niedrigen Kosten und hoher Genauigkeit ist dadurch möglich.



Abbildung 4: Holzbauquartier für geförderten Wohnungsbau in Berlin Alt-Buch, weberbrunner architekten, Visualisierung: Carsten Pesch

Durch eine angewandte Ökobilanzierung bereits während des Wettbewerbs wurde für das Quartier von weberbrunner architekten zu Beginn des Entwurfs konsequent das Ziel verfolgt, das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) umzusetzen. Die Treibhausgasemissionen aus den Materialien wurden pro Quadratmeter und Kopf minimiert.

Ökobilanzierung weist eine Vielzahl von Indikatoren aus. Für die Verwendung im Planungsalltag ist zunächst die Fokussierung auf die Treibhausgasemission ratsam, um mögliche Lösungswege abzuleiten: Was im Vorfeld nicht gemessen wird, lässt sich später nicht lenken. (P. Drucker: «If you can't measure it, you can't manage it») [2]

Abbildung 5: Lektüre-Tipp *Strategien für klimagerechteres Bauen*, Foto: weberbrunner architekten



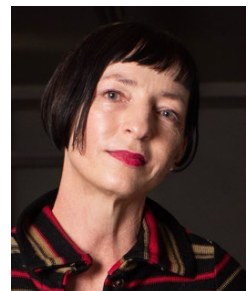
3. Literatur

- [1] Quelle: Süddeutsche Zeitung, Ausgabe 30. Oktober 2023
- [2] Quelle: Publikation *Strategien für Klimagerechteres Bauen*, weberbrunner architekten, erschienen 2023, ISBN 978-3-00-074903-2, Kontakt: info@weberbrunner.de, Seite 87

Raum – Zeit – Ausdruck

Holzbau im Wandel der Zeit

Prof. Astrid Stauer
Stauer & Hasler Architekten
TU Wien, Forschungsbereich Hochbau & Entwerfen
Frauenfeld und Zürich, Schweiz
Wien, Österreich



Raum – Zeit – Ausdruck

Holzbau im Wandel der Zeit

1. Von der materiellen Reinheit zur Hybridbauweise

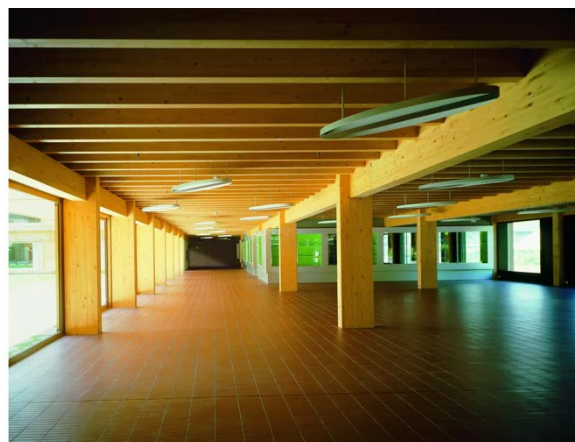
1.1. Konstruktive Evolution zum Fügen und Schützen von Holz

Mit ihrer traditionell verankerten Handwerkskultur bildet die Ostschweiz einen idealen Nährboden für die Holzbauexperimente, die unser Büro seit fast drei Jahrzehnten beschäftigen. Dabei geht es stets um die Suche nach einer materialgerechten Logik des Fügens und Schützens: Einerseits wird der primär stabförmige Charakter der Holzbaulogik im Bauwerk so inszeniert, das das Tragwerk selbst den konstruktiven Ausdruck von Raum und Form prägt. Addition, Repetition, Modularität, Vorfabrikation und Knotenbildung sind die zentralen Themen dieses Ringens um einen kraftvollen, holzbaugerechten Ausdruck. Andererseits geben die Beschaffenheit des Materials und seine potentielle Vergänglichkeit den Takt für die Fassaden vor: Im Witterungsschutz liegt das grosse gestalterische Potential im Umgang mit den baulichen Faktoren der Zeit – eine abenteuerliche Reise, da diese nicht umfassend vorhersehbar sind.

Der erste Teil des Vortrags präsentiert die Entwicklung dieser Materiallogik in der Werkgeschichte als architektonisch-konstruktives Narrativ.



Primarschule Illighausen (CH), Neubau in Holzelementbauweise, S&H 1997-1999. Fotografie: Arazebra



Kantonsschule Wil SG (CH), Neubau in Holzelementbauweise, S&H 1997-1999. Fotografie: Arazebra



Landwirtschaftliches Fachstellenhaus Arenenberg TG (CH), S&H 2010 / 2013-2014. Fotografie: Roland Bernath



Atelierwohnhaus Horben 7 in Uesslingen-Buch TG (CH), S&H 2017-2018. Fotografie: Roland Bernath



Produktions- und Lagerbauten im Chorb, Rheinau ZH (CH), S&H 2017 / 2020-21. Fotografie: Roland Bernat

1.2. Zwei Experimente im Toggenburg (CH)

Stark divergierende Nutzungs-, Raum- und Kostenanforderungen haben in unmittelbarer Nähe des Schwendisees zwei sehr unterschiedliche Projekte hervorgebracht, die sich komplementär ergänzen: Das Klanghaus, ein begehrtes Instrument als kultureller Magnet für die in einem sanften Tourismusszenario zu entwickelnde Region (in Arbeitsgemeinschaft mit Marcel Meili, der mitten im Entwicklungsprozess 2019 verstarb), und die Sanierung und Erneuerung des Jennyhauses, einem Gruppenübernachtungshaus von maximaler Kosteneffizienz. Während das Klanghaus mit seiner Totalfokussierung auf den Klang als «Instrument» eine vollkommen neue Holzbaulogik generiert, muss das Jennyhaus als Um- und Teilersatzbau – trotz hohem Anspruch an Baukultur, Geschichte und lokale Identität – dem Klischee entgegenstehen, dass Holzbau teurer ist als andere Bauweisen.

Der zweite Teil des Vortrags präsentiert die Entwicklung neuer Materiallogiken anhand der Vertiefung dieser zwei Beispiele.



Klanghaus Toggenburg am Schwendisee SG (CH), S&H mit uns für Marcel Meili. Thesenkonkurrenz (Wettbewerb) 2012, Vorprojekt und Bauprojekt 2013; Realisierung bis Frühling 2025.
Visualisierungen: Nightnurse



Jennyhaus am Schwendisee SG (CH), Sanierung, Umbau u. Teilersatz, S&H 2022-2025. Visualisierungen: S&H

2. Raum, Klang, Holz: ein begehbare Instrument

2.1. Beitrag zum Klanghaus Toggenburg

Architektur aus Holz

Beinahe ein Instrument

Astrid Staufer Andres Bosshard, Matthias Ruf im Dialog mit Marcel Meili Thesen zum Klanghaus Toggenburg

Das Toggenburg hat eine einmalige Musikkultur, die eng mit der Geschichte der eindrucksvollen Landschaft verbunden ist. Wer einmal einem Alpsegen oder Hackbrett zugehört hat, wird diese Erfahrung nie vergessen. Das Klanghaus Toggenburg wird eigens für diese Musik gebaut und umfasst verschiedene Innen- und Aussenräume, die wie ein Instrument gestimmt werden können.

Die Idee für ein Klanghaus am Schwendisee im Toggenburg stammt aus den frühen 2000er-Jahren und ist dem Initiator der Klangwelt Toggenburg, Peter Roth, zu verdanken. 2004 fand ein erstes Naturstimmenfestival statt, drei Jahre später konkretisierten sich die Pläne für einen Neubau. Im Jahre 2010 wurde eine sogenannte «Thesenkonkurrenz» durchgeführt, eine spezielle Form des Architekturwettbewerbs, aus dem die Vision des Zürcher Architekten Marcel Meili und des Klangkünstlers Andres Bosshard erfolgreich hervorging.¹ Ab 2012 wurden die Thesen in Kooperation mit Staufer & Hasler Architekten und unter der Leitung des Hochbauamts des Kantons St. Gallen vertieft und weiterentwickelt. Nach den überwundenen Querelen eines unglücklichen Abstimmungskampfes im Kantonsrat 2016 und der dank Toggenburger Initiativen erfolgreichen Volksabstimmung im Jahre 2019, die Marcel Meili leider nicht mehr erleben durfte, wird das Klanghaus nun umgesetzt. Der folgende Text blickt auf Meilis anspruchsvolle Thesen zurück und analysiert deren Weiterentwicklung und Umsetzung.

Raum, nicht Form

Das Klanghaus solle der Musik «Raum geben, nicht Form»: Es werde sich als «Bauwerk, auch als Bild, jeder Vorhersage oder Bewertung darüber enthalten, was dort passieren wird». In der Thesenkonkurrenz hat Marcel Meili die DNA des künftigen Klanghauses anhand von Texten und Skizzen festgelegt. Eine spätere Architektur so schreibt er, könne aber auch ganz anders aussehen als darin skizziert. Als Vermächtnis hinterlässt das Papier Raum für die Interpretation des Dialogs zwischen Landschaft und Musik, der durch eine «offene, gestische Architektur» Gestalt annehmen soll. Es ist ein kostbares, ambitioniertes Erbe, das es fruchtbar zu machen galt und weiterhin gilt.

1 Team Thesenkonkurrenz 2010: Marcel Meili, Andres Bosshard, Martin Lachmann, Günther Vogt, Martin Hess, Martin Heller

Eine Struktur aus drei Sicht- und drei Klangachsen soll das landschaftliche Panorama fassen: visuell über die «riesigen Ausblicke» in den drei Flügeln – zum Wildhauser Schafberg, zur Kammer des Schwendisees und zum ostseitigen Talausgang – und klanglich über die konkaven Parabolwände, die zwischen diesen Flügeln drei «Tonräume» aufspannen – den Flur am See, die Nische zum Bach und die Ebene auf dem Talboden.

Das Klanghaus möchte der Intimität der Erfahrung des «Bei-sich-selber-Seins» Raum geben. Aus dieser Intimität heraus wird der Moment einer «inneren Echtheit» – besonders über die Erfahrung des Naturtons – in der Begegnung von musikalischen Kulturen gesucht. Dafür brauche es, so Marcel Meili, ein offenes Gefäss, das sich um die Entfaltung der Sinne kümmere: eine «machine à émouvoir» als magischen Ort, von dem eine Idee ausstrahle.

Schon mit seiner Präsenz in der Landschaft demonstriert das Klanghaus den Anspruch, nicht Form, sondern Raum zu sein, indem der Klang räumlich wird. Seine mit Bühnen besetzten Buchten sind Rückräume für den weit gefassten Landschaftsraum. Das Haus wird zum Resonanzkörper aller Töne, die hier erzeugt werden, und die Beziehung ist eine gegenseitige: «Die Musik hört und antwortet», wenn die konkaven Räume der dreiarmligen Struktur als räumliche Parabeln die Geräusche sammeln und zusammenführen.

Senden und Empfangen

Als eine Art «übergrosse klangliche Installation» verstand Marcel Meili das Klanghaus. Letztlich, so insistiert er sei es «der formale und physische Körper eines Experimentes, nur das». Wie akustische Lupen werden die Töne der Landschaft über die konkaven Parabolwände aufgespürt. In umgekehrter Richtung sind sie mit ihren vorgelagerten Plattformen aber auch Bühnen für die Musik im Freien, die als Reflek-

toren die Klänge in die Landschaft hinaustragen. «Senden und Empfangen» greifen an diesen Stellen des Übergangs akustisch ineinander. Als offen konzipiertes Gefäss ist das Klanghaus kein Tonstudio, sondern ein «Körper, der klingt und auch Geräusche zulässt». Die natürliche Lüftung – auf die mechanische Lüftung der Klangräume wird konsequent verzichtet – verhindert durch den direkten Austausch zwischen Innen und Aussen die sonst übliche Abschottung des Konzertraums. Und so wird sich das Bimmeln der Kuhglocken ebenso in die Klangexperimente einmischen wie das Rattern des Traktors. Den Kern des Hauses bildet ein in sich gekehrter Raum, der Zentralraum. Er verweist nicht nur auf die Konzentration der Musik, sondern offenbart gerade in seiner Gefasstheit und Ruhe die grandiose Weite der Landschaft: Wenn seine raumhohen Tore geöffnet werden, wandelt sich sein Charakter komplett, und er wird zur Bühne im Landschaftsraum.

Über die Öffnungen kommuniziert das Haus aber auch mit der lokalen Baukultur, deren Teil es nach der gewonnenen Volksabstimmung explizit geworden ist. So sind die Konturen der schneeweissen Fenster mit ihrem oxenblutfarbigen Schmuck im weiterentwickelten Projekt auch ein Echo auf den baulichen Kontext, dessen lokaler Farbkanon ins Innere hallt.

Während das Raumgefüge mit den zweigeschossigen Schwendisee- und Schafberg-Räumen sowie dem eingeschossigen Übungsraum über der Stube durch Blickbeziehungen und ein durchgängiges Geflecht der Vertäfelung dem Zentralraum zugeordnet ist, bildet das Treppenhaus als Empfangs- und vertikaler Verbindungsraum eine eigene Sequenz. Dem Treppengeländer aus vertikalen, gerundeten Holzstäben entlang schraubt sich der Blick – einer visuellen Tonleiter folgend – in die Höhe und in die Tiefe.

Holz – ohne Holzbaulogik

Das Klanghaus wird aus dem regionalen Holz der Holzbauern erbaut, die in den St. Galler Voralpen verwurzelt sind, seine Akustik wird vollständig über das Holz kontrolliert. Es versteht sich von selbst, dass der Bau als «akustisches Experiment» keiner tradierten Holzbau-logik folgen kann, in der die Elemente nach systemischen Prinzipien gefügt und gegliedert sind. Dezidiert ist sein Charakter hybrid, vielgestaltig, er stellt die Logik der Architektur in ein Verhältnis zu einer umfassenden Wahrnehmung. Das Holz bringt die Architektur zum Klingen, im auditiven, im visuellen, aber auch im haptischen Sinne, etwa wenn die Resonanzräume im geölten Eichenparkett durch Stampfen in Schwingung geraten.

Wer sich in Zukunft um diesen Körper herumbewegt, wird die feinen klanglichen Differenzen erfahren: den klaren und harten Klang vor den grossen Aussenfenstern oder die warme Tonfarbe in den Parabolbuchten aus mit Fichtenschindeln verkleideten Holzbohlenwänden. Das Fassadengewand in Form eines Schlaufschrims, der durch die flirrende Ver- setzung der Schindeln ein iebendes – akustisches und visuelles – Klangbild erzeugt, will den Schauenden zum Hören verführen: «Die Installation muss entdeckt werden wie ein Fundstück», so Marcel Meili. Über das doppelte Klangbild wird sich dereinst auch das Bild der Zeit legen, wenn die Verwitterung unter der ausladenden Kontur des raumhaltigen Dachträgers ihre Spuren hinterlässt.

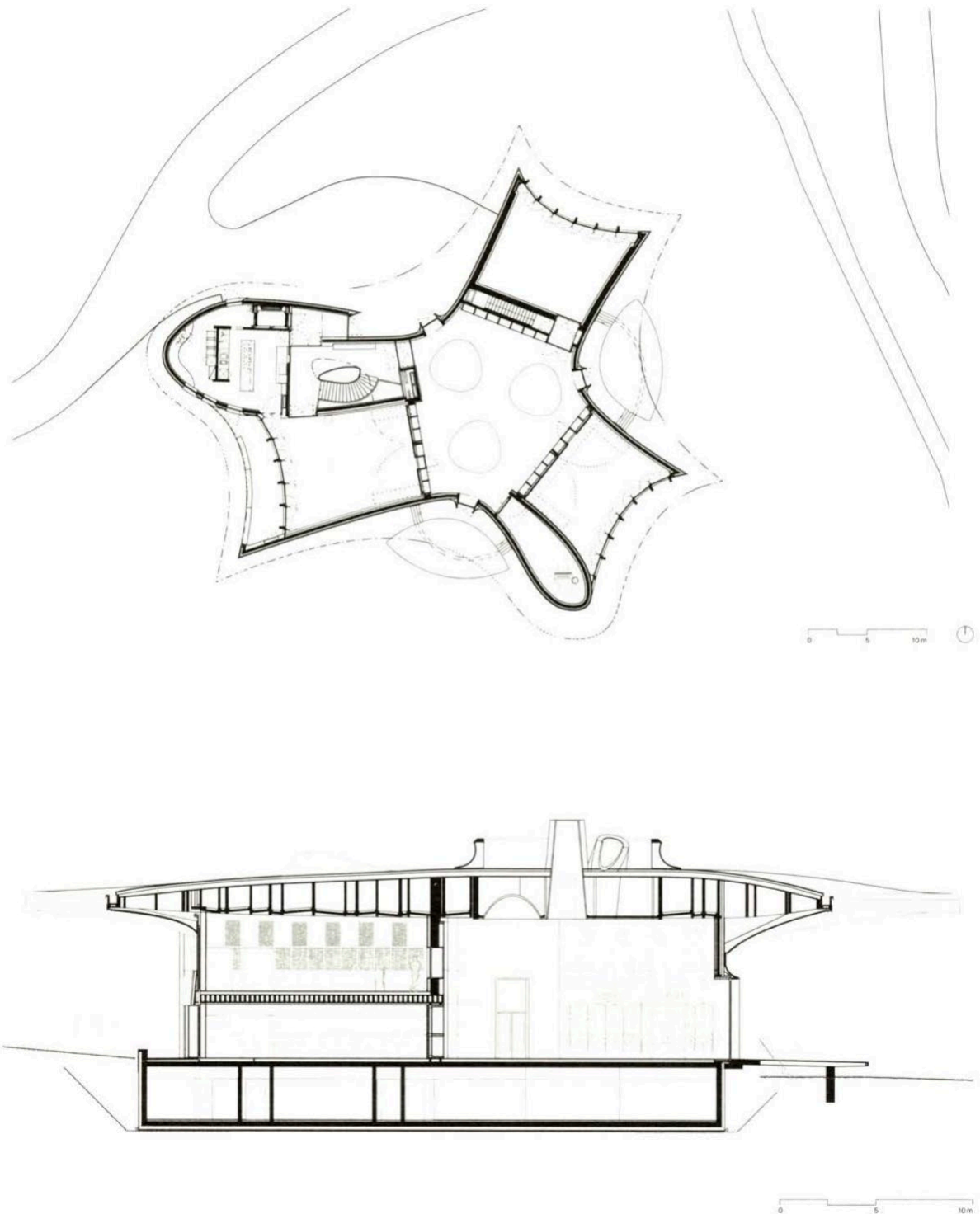
Im Inneren beherrschen die drei Resonatorwände den sechseckigen Zentralraum. Sie sind Teil eines Holztäfelung-Netzes, das alle Räume umspannt und sie akustisch weich macht, indem es die Streu- wirkung fördert. Seine aus massiven Buchenleisten geformte Ordnung nimmt die perforierten und unterschiedlich hinterlegten Schichtholzornamente der Resonanzkammern auf, in denen – je nach Lage im Raum – mit Flachsgewebe bekleidete Dämm- platten die Klangwirkung regulieren. Als Architektur baut das Klanghaus eine akustische Topografie auf, die Töne und Geräusche in grosser Breite und Reich- haltigkeit reflektiert und unterschiedlich klingende Orte schafft: «Der Musiker soll mit der Akustik spielen können, sie verändern.» Das Haus wird zum Instru- ment.

Im Laufe des Entwurfsprozesses haben sich die Klangöffnungen im Zentralraum von der figurativen Motivatik des Ali-Qapu-Palastes in Isfahan ab- und der Hackbrettornamentik des Toggenburgs zugewen- det. Zusammen mit dem eindringenden Farbkanon erinnern sie an die Bauernstuben und Beizen, denen ihre lokale Musikart entstammt. Mit den raumgreifen- den Dimensionen, ihren in neuartige Schnittfiguren eingebetteten Proportionen und den aus den Hohlräumen blinkenden metallischen Klangschalen entführen die Resonatoren die gewohnten Motive jedoch wieder «weg vom Vertrauten in die Welt einer bewegten, instabilen Raumstimmung». Auch hier wird der Raum in seiner offenen und im wörtlichen Sinne vielschichtigen Gestalt zurückgeführt auf seine primäre Destination: das akustische Experiment, bei dem das Individuum in der Gemeinschaft und in der Interaktion mit Raum, Klang und Holz zu sich selbst finden kann.

Klanghaus Toggenburg: <https://staufer-hasler.ch/projekt-details/klanghaus-toggenburg-schwendisee-wildhaus>

Beinahe ein Instrument

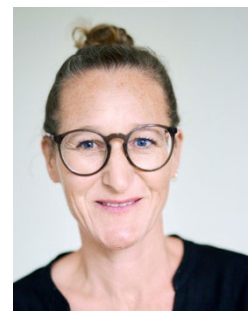
191



Beitrag in der Publikation «Touch Wood – Architektur, Material, Zukunft» (Hrsg. Carla Ferrer, Thomas Hildebrand, Celina Martinez-Canavate, Lars Müller Publishers, Zürich 2022, S. 288-291 / www.stauffer-hasler.ch)

Holzbau:amtlich

Liza Heilmeyer
Dipl.-Ing. Architektin BDA
Birk Heilmeyer und Frenzel Architekten
Stuttgart, Deutschland



Holzbau:amtlich

Bauen mit Holz für die öffentliche Hand

1. «Das Haus der Erde» – die Verantwortung öffentlicher Auftraggeber*innen

Es scheint, als würde der Bausektor im Kontext multipler Krisen endlich verstärkte Beachtung in der Politik finden. Sicherlich hat die intensive Arbeit in der Forschung, Praxis und Berufspolitik hierzu beigetragen.

Als Landesvorsitzende in Baden-Württemberg engagiere ich mich im Bund Deutscher Architektinnen und Architekten (BDA). Dieser hat im Jahr 2019/ 20 ein Positionspapier verfasst: «Das Haus der Erde» [1]. Es umfasst zehn Postulate zum klimagerechten Bauen und unserer Verantwortung als Architekt*innen in diesem Zusammenhang. Vorangestellt sind hier einige Auszüge aus diesem Positionspapier, die das notwendige Zusammenspiel und die Verantwortung von Architekt*innen und (öffentlichen) Auftraggeber*innen beschreiben. Das ganze Dokument kann unter www.bda-bund.de heruntergeladen werden.

«Was wollen wir hinterlassen? Wir haben nur dieses eine Habitat. Für seinen Erhalt tun wir als Architektinnen und Architekten, als Stadtplanerinnen und Stadtplaner zu wenig. Dabei ist unsere Vorstellungskraft, unsere Phantasie zur Beantwortung der Frage, wie wir zukünftig leben wollen, von großer Bedeutung. Diese Zukunft gestalten wir jetzt. Eine Konzeption von Städten, Infrastrukturen, Wohnhäusern, Fabrikations- und Bürogebäuden entscheidet, ob Menschen ihr Leben besser in Einklang mit der Umwelt bringen können. Architekten und Stadtplaner sind Impulsgeber, und ihre gebauten Werke können Katalysatoren für ein Umdenken sein.»

«Für die Umsetzung unserer Selbstverpflichtung brauchen wir ein gemeinsam von öffentlichen und privaten Bauherren, von Bauindustrie und Handwerk sowie von Bauindustrie und Wohnungswirtschaft getragenes Bekenntnis zu einem Umsteuern. Die Wahrung unserer Lebensgrundlagen darf nicht dem freien Spiel der Märkte anheimgestellt werden.»

«Der Verzicht auf kohlenstoffbasierte Materialien und fossile Brennstoffe im Bauen tritt als wichtiges ökologisches Kriterium an die Stelle der Energieeffizienz. Eine Entkarbonisierung erfordert einen Paradigmenwechsel im Material- und Energieeinsatz. Statt energieintensiv erzeugter Materialien wie Beton und Stahl liegt der Schwerpunkt auf natürlichen Materialien wie Stein, Holz und Lehm. Ebenso verlangt eine Entkarbonisierung den Einsatz emissionsfreier Baumaschinen im Bauprozess und eine CO₂-neutrale Energieversorgung der Gebäude.»

«Architektinnen und Architekten, Stadtplanerinnen und Stadtplaner arbeiten kreativ und gestalterisch. Gute Gestaltung wird dabei zu einem sinnlich wahrnehmbaren Ausdruck für das neue Verantwortungsgefühl, das die Bauten trägt und sie sichtbar nach außen vertreten. Den Zukunftsglauben an eine nachhaltige Entwicklung können wir stärken, indem das Weiterbauen unserer Städte und Regionen den Erfordernissen des Klimawandels gerecht wird und sich durch eine hohe Gestaltqualität auszeichnet.

Wir fordern eine klare Ausrichtung aller politischen Entscheidungen auf den Erhalt unserer Lebensgrundlagen. Wir fordern eine methodenoffene und stringente Klimapolitik mit Experimentierräumen sowie klaren Anreizstrukturen (CO₂-Steuer) zur Reduktion und Vermeidung des CO₂-Ausstoßes. Wir fordern die konsequente Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen an die Notwendigkeiten, die der Klimawandel mit sich bringt.»

«Wir fordern eine eindeutige Ausrichtung aller öffentlichen Bauaufgaben auf die Anforderungen des Klimawandels und auf die Prämisse eines zu stärkenden gesellschaftlichen Zusammenhalts.»

In der Zwischenzeit ist viel passiert. Das Papier hat bei Planenden, Auftraggebenden und in der Politik Beachtung gefunden und Diskussionen angeregt. Noch wichtiger ist, es steht nicht allein. Architects4Future hat sozusagen «bottom-up» zehn Forderungen [2] für eine Bauwende formuliert und findet viel Gehör. Und die Bundesarchitektenkammer hat im September 2023 im Rahmen des Deutschen Architekt*innentags [3] festgestellt, «die

wachsende Umwelt- und Ressourcenkrise verlangt eine große Transformation des gesamten Bausektors» und will «gemeinsam ins Handeln kommen. Jetzt.»

Neben Fragestellungen der Suffizienz, der Ressourceneffizienz sowie der wichtigen Wahrung des Bestands, spielt das Bauen mit Naturbaustoffen, allen voran mit Holz bei (fast) allen formulierten Strategien eine zentrale Rolle. Die Politik fördert den Holzbau inzwischen mit verschiedenen Initiativen, will bei den eigenen, öffentlichen Projekten eine Vorbildfunktion einnehmen [4]. Seit 2018 ist Baden-Württemberg in Deutschland mit der Holzbauoffensive Vorreiter, ähnliche Programme gibt es inzwischen unter anderem in Bayern und Sachsen. Auch die deutsche Bundesregierung hat im Sommer 2023 eine Holzbauinitiative [5] beschlossen. Es ist zu hoffen, dass diese mit ausreichend Mitteln ausgestattet wird, damit der Holzbau auf allen Ebenen weiter vorankommen kann.

Vor dem Hintergrund dieser aktuellen Entwicklungen und Bestrebungen, wage ich eine persönliche Bestandsaufnahme, wie es um das Bauen mit Holz für öffentliche Auftraggebende in Deutschland bestellt ist.

2. Weniger ist nicht einfacher

Viele der öffentlichen Bauaufgaben sind alltägliche Aufgaben, die sich sehr grob in verschiedene Gruppen gliedern lassen: Bildungs-, Sport-, Kultur- und Bezirksbauten. Selbst wenn eine Jury in einem Wettbewerb die beste architektonische Lösung gekürt hat, werden die Projekte im weiteren Planungsverlauf oft ausschließlich an ihrer Funktionalität und Wirtschaftlichkeit (in Erstellung und Betrieb) gemessen. Architektonische Gestaltung und Nachhaltigkeit ist zwar gewünscht, aber immer bitte kostenneutral.

Der Spagat für uns Planende besteht darin, mit weniger mehr zu generieren. Das erfordert viel Erfindungsreichtum. Immer ist eine intelligente und integrale Planung erforderlich, um Raum zu sparen und trotzdem Großzügigkeit zu generieren. Raum, als wichtige Ressource und thermischer Raum als Ursprung von Ressourcenverbrauch, steht im Kern unserer Disziplin. Hier gehen Nachhaltigkeit und knappes Budget sinnfällig zusammen. Anhand einer Auswahl von öffentlichen Gebäuden aus unserem Büro soll dieser Ansatz erläutert werden. Das Baumaterial Holz als Kohlenstoffspeicher spielt dabei die zentrale Rolle.

2.1. Bildungsbauten

Kindertagesstätten begleiten uns als Bauaufgabe infolge von Wettbewerbsteilnahmen seit dem Jahr 2009. Für die Stadt Frankfurt am Main haben wir zwischen 2010 und 2015 fünf Kitas in Holz geplant, die auf verschiedenen Restgrundstücken im Stadtgebiet, oftmals in zweiter Reihe realisiert wurden. Die Kompaktheit der entwickelten Grundrisstypologie hat dies möglich gemacht. Der Innenraum wirkt dennoch großzügig, aufgrund der Anordnung der Gruppen- und Funktionsräume um einen zentralen Ram («Dorfplatz») mit großem Oberlicht. Die öffentliche Ausschreibung erfolgte losweise über die Projektgrenzen hinweg, die Umsetzung mit hohem Vorfertigungsgrad.

Die Kita im Park konnten wir 2020 an die Stadt Stuttgart übergeben. Position, Gebäudeabmessung, Konstruktion und Materialität des Gebäudes leiten sich aus den besonderen Parametern des Grundstückes ab: Die Ortsbausatzung definiert die Gebäudetiefe von zwölf Metern. Position und Ausrichtung ergeben sich aus der Baulinie und dem von Westen nach Osten abfallenden Gelände. Die Gründung auf einer bestehenden Luftschutzbunkeranlage im Untergrund macht einen Leichtbau aus Holz alternativlos.



Abbildung 1: Kita im Park, Stuttgart (Foto: Zooey Braun, Stuttgart)

Die Vorgabe der Stadt Frankfurt am Main, den Passivhausstandard bei städtischen Projekten umzusetzen, hat bei der vierzügigen Dahlmannschule im Ostend sinnfällig zu einer Holztafelbaukonstruktion bei den Außenwänden geführt. Durch die Wärmedämmung in Ständerebene, konnte der Wandaufbau gegenüber einer massiven Konstruktion deutlich reduziert werden. Im Querschnitt durch die beiden Schulbaukörper bedeutet dies über vier Geschosse hinweg, einen Gewinn von rund 60 qm Nutzfläche und die Möglichkeit, das Raumprogramm auf dem innerstädtischen beengten Grundstück umsetzen zu können. Planung und Realisierung erfolgten, nach gewonnenem Wettbewerb, im Zeitraum von 2012 bis 2017.

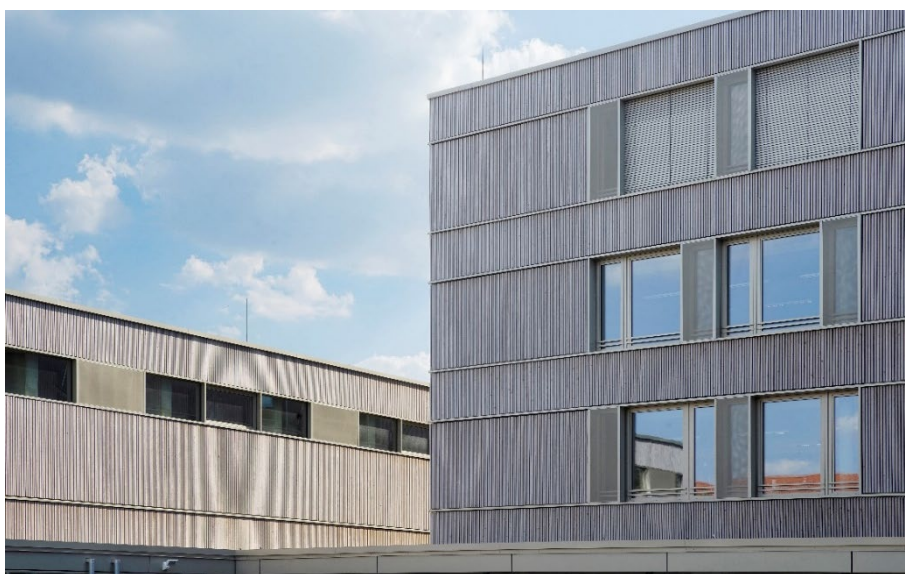


Abbildung 2: Dahlmannschule, Frankfurt am Main (Foto: Eibe Soennecken, Darmstadt)

Das Raumprogramm für den Neubau des Regionalen Innovationszentrums (RIZ) für Energietechnik an der Hochschule Offenburg sah ein rund 800 qm großes Technikum vor. 18 m Spannweite und hohe Lasten aufgrund des darüber liegenden Dachlabors bildeten die Entscheidungsrundlage für uns im Wettbewerb, die Hallenkonstruktion aus Furnierschichtholz Buche auszubilden. Bauherr- und Nutzerschaft waren aufgrund der Leistungsfähigkeit des Materials schnell überzeugt. Der Bürotrakt des Hochschulgebäudes wurde jedoch als Stahlbetonkonstruktion mit Bauteilaktivierung umgesetzt, dem Forschungsschwerpunkt des Institutsleiters. Ähnlich wie bei der Dahlmannschule, bildet eine hochwärmegedämmte Holztafelbaukonstruktion mit einer Bekleidung aus grau lasierten

Weißtannen-Kanthölzern die Gebäudehülle. Nach Fertigstellung 2020 wurde das Niedrigenergiegebäude 2022 u.a. mit dem Deutschen Hochschulbaupreis ausgezeichnet.

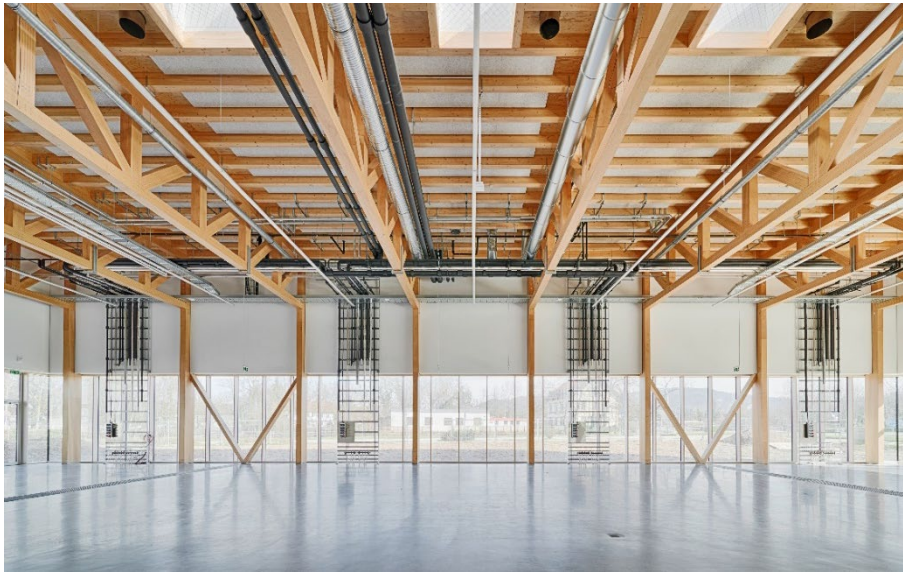


Abbildung 3: RIZ für Energietechnik, Hochschule Offenburg (Foto: Bernhard Strauß, Freiburg)

Für den gleichen öffentlichen Auftraggeber, Vermögen und Bau Baden-Württemberg (Amt Freiburg), planen wir aktuell als viergeschossigen Holzskelettbau, den Neubau der Pädagogischen Hochschule Freiburg. Die Fertigstellung ist für 2025 geplant.

2.2. Sportbauten

Aufgrund der von der Auftraggeberin gewählten Ausschreibungs- und Vergabeart, konnte die Zweifelhalle für die Landessportschule Ruit vom Konzept (Wettbewerb, 1. Rang) bis ins Detail gemeinsam von Planenden und Ausführenden entwickelt werden. Für den Holzbau wurde ein wirtschaftlicher, ressourceneffizienter Ansatz gewählt: Filigrane Stützen und Träger aus Brettschichtholz bilden im Achsabstand von 1.25 Meter das Primärtragwerk der Spielhalle. Auf Nebenträger, bzw. eine Substruktur in der Fassade kann somit verzichtet werden.

Das Gebäude bezieht seine Gestalt aus dem Kontext sowie der konsequenten Umsetzung als Holzbau. Die gewählte geometrische Ordnung ist durch eine vertikal gegliederte Lisenenfassade außen ablesbar. Struktur, Material und Farbe fügen sich selbstverständlich in den Kontext des Wäldchens ein. Die neue Spielhalle interagiert mit dem Ort und schafft einen Mehrwert: die Sportler*innen finden auf der waldzugewandten Seite Sitznischen in der Fassade, ein Rückzugsort zum Durchatmen und Regenerieren, für Besprechungen im Schatten der Bestandsbäume.



Abbildung 4: Spielhalle im Wäldchen, Ostfildern (Foto: Zooey Braun, Stuttgart)

2.3. Kulturbauten

In Weimar an der Lahn entsteht nach unseren Plänen das Besucherzentrum des Freilichtmuseums Zeiteninsel. Wie zwei Uhrzeiger nimmt das Haus Bezug auf die wesentlichen Richtungen und erhält so seine eigenständige Form. Im Innenraum des eingeschossigen Baukörpers befinden sich Foyer und Multifunktionsraum, Werkstatt und Büros.

Die Holzstruktur bestimmt die Raumwirkung. Die gewählte Tragstruktur besteht aus eng aneinandergereihten Rahmen aus Brettschichtholz. Zu den beiden Enden hin lichtet sich die Rahmenreihe durch die Reduktion der Querschnitte bzw. durch den Übergang in ein Kragssystem.

Bereits 2017 konnten wir den Wettbewerb gewinnen, der Spatenstich erfolgte im Sommer 2023, die Fertigstellung ist für 2024 geplant. Beim öffentlichen Bauen braucht es häufig einen langen Atem.



Abbildung 5: Museum und Besucherzentrum Zeiteninsel, Weimar an der Lahn
(Visualisierung: Birk Heilmeyer und Frenzel Architekten)

2.4. Bezirksbauten

Als wir nach gewonnenem Wettbewerb unseren Entwurf 2016 für den Neubau des Polizeireviers Horb im Gemeinderat vorgestellt haben, titelte die Lokalzeit «Neue Polizei voll auf dem Holzweg». Mit der Holzständerbauweise assoziierten manche Bürger Baracken aus den 1950er Jahren. Überzeugungsarbeit vor Ort hatten wir gemeinsam mit unserer Auftraggeberschaft, Vermögen und Bau (Amt Pforzheim) zu leisten. Letztendlich erfolgreich, denn der Holzbau steht, aktuell läuft der Innenausbau auf der Baustelle, die nächstes Jahr abgeschlossen sein soll.

Der Entwurf gliedert den Baukörper aus der Randbedingung des Hanggrundstückes heraus, in ein Sockelgeschoss (aus Stahlbeton konstruiert) und in einen aufgesetzten zweigeschossigen Kubus. Dieser macht sich die Leistungsfähigkeit von Brettesperrholzdecken und -innenwänden sowie einer Holztafelbaukonstruktion für die Aussenwände zunutze.



Abbildung 6: Polizeirevier Horb (Visualisierung: Nicolai Becker Images, Stuttgart)

In der Auslobung für das Verfahren «Neubau des Landgerichts Heilbronn», das wir dieses Jahr gewinnen konnten, wurden eine Reihe von Vorgaben und Randbedingungen definiert. So sollte «sofern in baufachlicher, nutzungsspezifischer und wirtschaftlicher Hinsicht möglich und angemessen, das Dienstgebäude in Holzhybridbauweise errichtet werden», des Weiteren «Dachflächen vollständig für die Stromerzeugung durch eine Photovoltaikanlage genutzt werden» und in der Planung durchgängig die BIM-Methode zur Anwendung kommen. Es tut sich etwas beim öffentlichen Bauen, auf allen Ebenen!

3. Fazit – Öffentliches Bauen mit Holz

2005 habe ich gemeinsam mit Stephan Birk unser Architekturbüro in Stuttgart gegründet, Holz hat von Beginn an eine zentrale Rolle in unserer Haltung und in den Projekten gespielt. Da wir nahezu ausschließlich über Wettbewerbe und VGV-Verfahren akquirieren, verfügen wir über viel Erfahrung in der Zusammenarbeit mit der öffentlichen Hand bzw. mit aus öffentlichen Mitteln finanzierten Projekten.

Innerhalb der letzten 18 Jahre ist das öffentliche Bauen mit Holz selbstverständlicher geworden, es wird oft sogar bereits in den Wettbewerbsausschreibungen eingefordert. Die Grundsatzdiskussionen mit den Auftraggebern sind also weggefallen, andere Herausforderungen bestehen dagegen weiterhin. Zu nennen sind die Vergaben der Fachplanungsleistungen, die oft nicht in ausreichendem Maß die Qualifikation im Bereich des mehrgeschossigen Holzbaus berücksichtigen (ein Carport aus Holz reicht nicht aus!). Wenn das billigste Angebot den Zuschlag erhält, scheitert die innovative, ressourceneffiziente Holzbaulösung oftmals an der Fachplanung oder macht uns holzbauaffinen Architekt*innen viel Mehrarbeit. Die Hinzunahme einer*s Holzbauingenieurs*in wie im TUM-Forschungsprojekt leanWOOD [6] bei fehlender Holzbaukompetenz im Planungsteam empfohlen, ist noch nicht sehr weit verbreitet. Der Druck, die Planungskosten gering zu halten, scheint beim öffentlichen Bauen zu groß zu sein.

Eine holzbaugerechte Bündelung von Gewerken (Tragwerk und dichte Gebäudehülle) erfordert vielerorts noch große Überzeugungsarbeit bei den Vergabestellen. Ob die neuen integrierten Projektverfahren hierbei Abhilfe schaffen können oder ob sie nur eine weitere Marktverengung erzeugen, muss sich noch zeigen. Eine kritische Auseinandersetzung damit lohnt sich in jedem Falle schon jetzt.

Die größte Herausforderung besteht jedoch m. E. in der Verfügbarkeit der ausführenden Holzbauunternehmen. Wir haben bereits jetzt Probleme, erwarten in Zukunft beim Anhalten des Holzbaubooms noch größere Schwierigkeiten, mehr als einen oder gar überhaupt eine*n Bieter*in für die meist EU-weit ausgeschriebenen Leistungen unserer Holzbauprojekte zu finden. Es braucht eine Skalierung der Branche, hierfür sind Investitionen und gezielte Förderungen erforderlich.

Jenseits von den genannten Rahmenbedingungen sind die Herausforderungen für uns Planende gewaltig! Es geht darum, die Bauwende mit Holz voranzubringen, Kreislauf-effektivität, Rück- und Umbaufähigkeit von Bauteilen und Bauelementen zu etablieren. Das treibt uns an, unser Wirken als Architekt*innen stetig zu verbessern und dabei ein hohes Maß an architektonischer Qualität zu erreichen.

4. Quellen

- [1] Bund Deutscher Architektinnen und Architekten (Hrsg.) (2019)
Das Haus der Erde – Positionen für eine klimagerechte Architektur in Stadt und Land.
- [2] Architects4Future (2023) 10 Forderungen für eine Bauwende.
www.architects4future.de/forderungen (zuletzt aufgerufen am 01.11.2023)
- [3] Bundesarchitektenkammer (2023) Deutscher Architekt*innentag.
<https://dat.bak.de/dat23> (zuletzt aufgerufen am 01.11.2023)
- [4] Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) (2018)
Holzbauoffensive Baden-Württemberg – Nachhaltiges Bauen für die Zukunft.
www.holzbauoffensivebw.de/de/p/uber-die-offensive/ziele-handlungsfelder-1075.html
(zuletzt aufgerufen am 01.11.2023)
- [5] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (2023)
Handreichung Holzbauinitiative.
- [6] Kaufmann H. et al. (2017) leanWOOD – Optimierte Planungsprozesse für
Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise. Technische Universität München.

Grow your own buildings

Prof. Dipl.-Ing. Martina Bauer
Barkow Leibinger
Berlin, Deutschland



New Hanszen College

1. Der Rice Campus in Houston, Texas

Der Campus der Rice University in Houston/Texas basiert auf einem vom Beaux-Arts-Stil inspirierten Masterplan aus dem Jahr 1910 der Architekten Cram, Goodhue & Ferguson aus Boston. Dieser «General Plan» ordnete akademische und administrative Gebäude sowie Wohnhäuser jeweils entlang einer starken zentralen Ost-West-Achse in Gruppen um Höfe herum an. Das Hanszen College befindet sich im ursprünglichen Wohnbereich der Rice University.

Die Hochschule kann auf eine lange Geschichte zukunftsweisender Architektur zurückblicken – von den historischen Ursprüngen über die Moderne in den 1950/60er Jahren und die Postmoderne in den 1980er Jahren (u.a. Michael Graves, James Stirling, Cesar Pelli) bis hin zu einer Reihe innovativer Bauten der jüngsten Zeit (u.a. Michael Malzahn, Thomas Phifer und James Turrell).

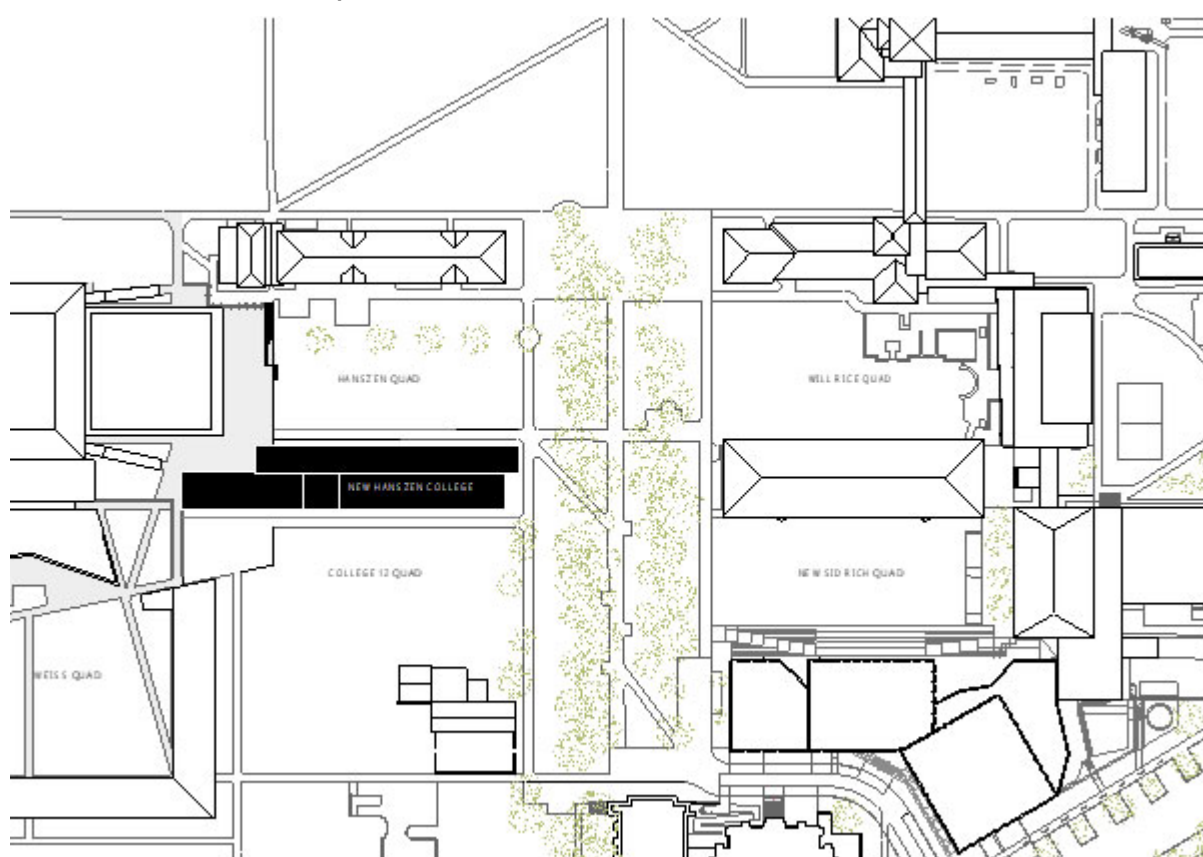


Abbildung 1: Lageplan

2. Ein Bau mit Vorbildfunktion

Die auf dem europäischen Fachwerkbau basierende Holzrahmenteknik («balloon frame», «platform frame») hat in den USA eine lange Tradition. Mittlerweile gewinnt dort allerdings auch der Massivholzbau mehr und mehr an Popularität. Der zum Zeitpunkt des Entwurfs in Texas endlich adaptierte International Building Code 2015 ließ erstmalig mehrgeschossigen Massivholzbau mit maximal fünf Geschossen und exponiertem Holztragwerk zu.

Das New Hanszen College ist der erste Massivholzbau für studentisches Wohnen im Bundesstaat Texas und auch der erste Massivholzbau auf dem Rice Campus, wo er als Musterbeispiel für alle zukünftigen Collegebauten dienen soll. Mit dem Neubau hat die Hochschule, die bis 2030 CO₂-neutral sein will, Pionierarbeit im Bereich des nachhaltigen Bauens geleistet und spiegelt außerdem die Forschungen ihrer eigenen Architekturfakultät im Bereich Holzbau wider.

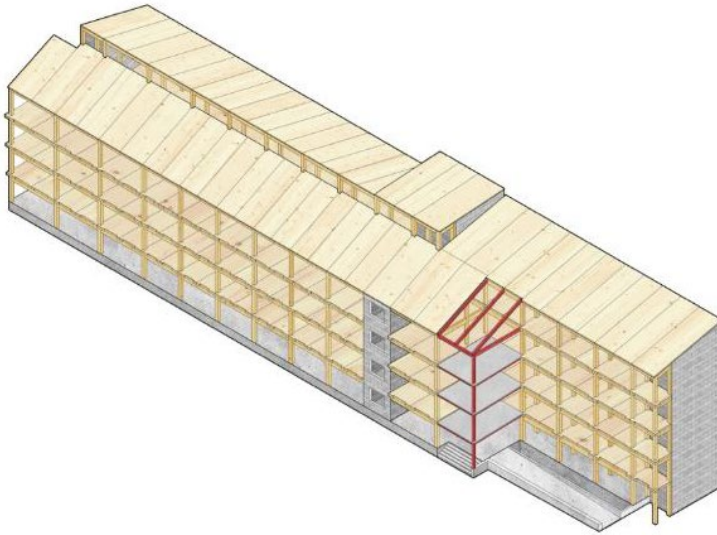


Abbildung 2: 3d Modell Tragstruktur

2.1. «Grow your own buildings»

Schon seit dem 19. Jahrhundert besteht eine enge Verbindung zwischen Rice und dem Baustoff Holz. Der erfolgreiche amerikanische Geschäftsmann William Marsh Rice hatte seinerzeit nicht nur bestimmt, dass mit seinem Vermögen eine Universität gegründet werden sollte. Er beauftragte außerdem die Rice Land Lumber Co. mit dem Kauf von ca. 50.000 Morgen Land in Louisiana, die noch Teil des Rice-Stiftungsfonds sind. Die beiden heute an der Architekturfakultät von Rice lehrenden Architekturprofessoren und Holzbauexperten Jesús Vassallo und Albert Pope haben darin die Möglichkeit erkannt, «dass Rice mit der Zeit seine eigenen Gebäude wachsen lässt.»

Der erste Massivholzbau an der Rice University soll daher eine Modellfunktion für alle zukünftigen Bauten auf dem Campus haben und Studierenden wie Planerinnen als Anschauungsobjekt und Guideline dienen. Dabei besteht das Ziel die eigene Forstwirtschaft unmittelbar für die eignen Um- und Neubauten zu nutzen und so sprichwörtlich die eignen Gebäude wachsen zu lassen.



Abbildung 3: Luftbild der Baustelle

3. Residential College | Wohnheim

Die Studierenden der Rice University werden bei der Immatrikulation einem der elf Colleges zugeteilt, in denen sie während ihres gesamten Studiums wohnen, gemeinsam essen, lernen und sozialen Aktivitäten nachgehen. Diese Colleges sind weit mehr als nur Schlaforte, sondern vielmehr Gemeinschaften mit jeweils spezifischen Identitäten und Traditionen.

Der Neubau ergänzt zwei Bestandsbauten des Hanszen College. Zwei leicht zueinander verschobene Riegel bilden das schlanke Volumen des neuen Wohnheims, das den Bau der 2002 neu errichteten «South Servery» und den historischen Flügel des Hanszen College von 1916 ergänzt und so als Vermittler zwischen zeitgenössischer und historischer Architektur fungiert. Die besondere Gliederung des neuen Flügels passt die vier- bzw. fünfgeschossige Gebäudekubatur in das eng begrenzte Grundstück ein und maximiert gleichzeitig die Anzahl der Betten. Als architektonischer Mediator dient auch das mit Metall gedeckte Pultdach, das mit der Ausrichtung der Neigungen und einem vertikalen Versprung auf die Höhenunterschiede der umliegenden Gebäude reagiert. Zusammen mit den beiden Bestandsbauten bildet das Ensemble eine Klammer um den zentralen, mit alten Virginia-Eichen (Live Oaks) bewachsenen Platz, den Hanszen-Quadrangle.

Eine Mischung aus 64 Doppel- und 38 Einzelzimmern sowie Suiten für die Residential Advisors bilden das Programm des Wohnheims mit insgesamt 166 Betten. Ergänzend fördern eine großzügige Lobby, Lesebereiche in den Fluren sowie großzügige Außenloggien auf jeder Ebene das soziale und kulturelle Zusammenleben der «Hanszenites».

Eine wichtige Gestaltungsidee bestand darin, im Innenraum so viel Holz wie möglich sichtbar zu machen, das heißt, die Konstruktion nicht zu verkleiden. Zu diesem Zweck wurden die Erschließungsflure frei von Installationen gehalten, ebenso die Zimmer der Studierenden. Deckeninstallationen und Abhangdecken sind nur in den Bädern und den Eingangsbereichen der Zimmer zu finden.



Abbildung 4: Grundriss

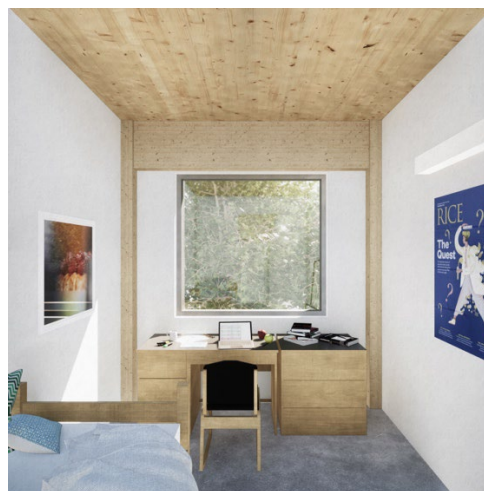


Abbildung 5: Visualisierungen «Double Room» und «Single Room»

4. Massivholzbau-Konstruktion

Die Vorteile eines Massivholzbaus für die Rice University waren:

- verkürzte Bauzeit
- ruhige Baustelle / wenig Störung der benachbarten Colleges
- reduzierte Gründung
- CO₂ Speicherung

Die gewählte «post and beam» Konstruktion besteht aus Brettsperrholz-Decken (CLT, 5-ply) sowie Trägern und Stützen aus Brettschichtholz (Glued Laminated Timber).

Als Holzbauverbinder wurden verdeckte bzw. überwiegend verdeckte Stahlverbindungen entwickelt. Der Tragwerkplaner für die Designphase war das Büro Knippers Helbig, New York.

Sowohl bei der Herkunft als auch der Verarbeitung des Holzes hatten Lokalität und die damit verbundenen kurzen Transportwege höchste Priorität. Bei der Holzspezies fiel daher die Wahl auf die Südstaatliche Gelb- oder Sumpfkiefer (Southern Yellow Pine, SYP). Diese Bäume wachsen auf ca. 78 Millionen Hektar Waldflächen in den südlichen Staaten der USA, u.a. in Louisiana und Texas.

Die SYP verfügt über eine höhere Rohdichte als die europäische Kiefer und hält grober Bearbeitung trotz der leichten Bearbeitbarkeit gut stand. Bei der Wahl der Holzbaufirma konnte auf einen neuen Produktionsstandard in Arkansas zurückgegriffen werden.

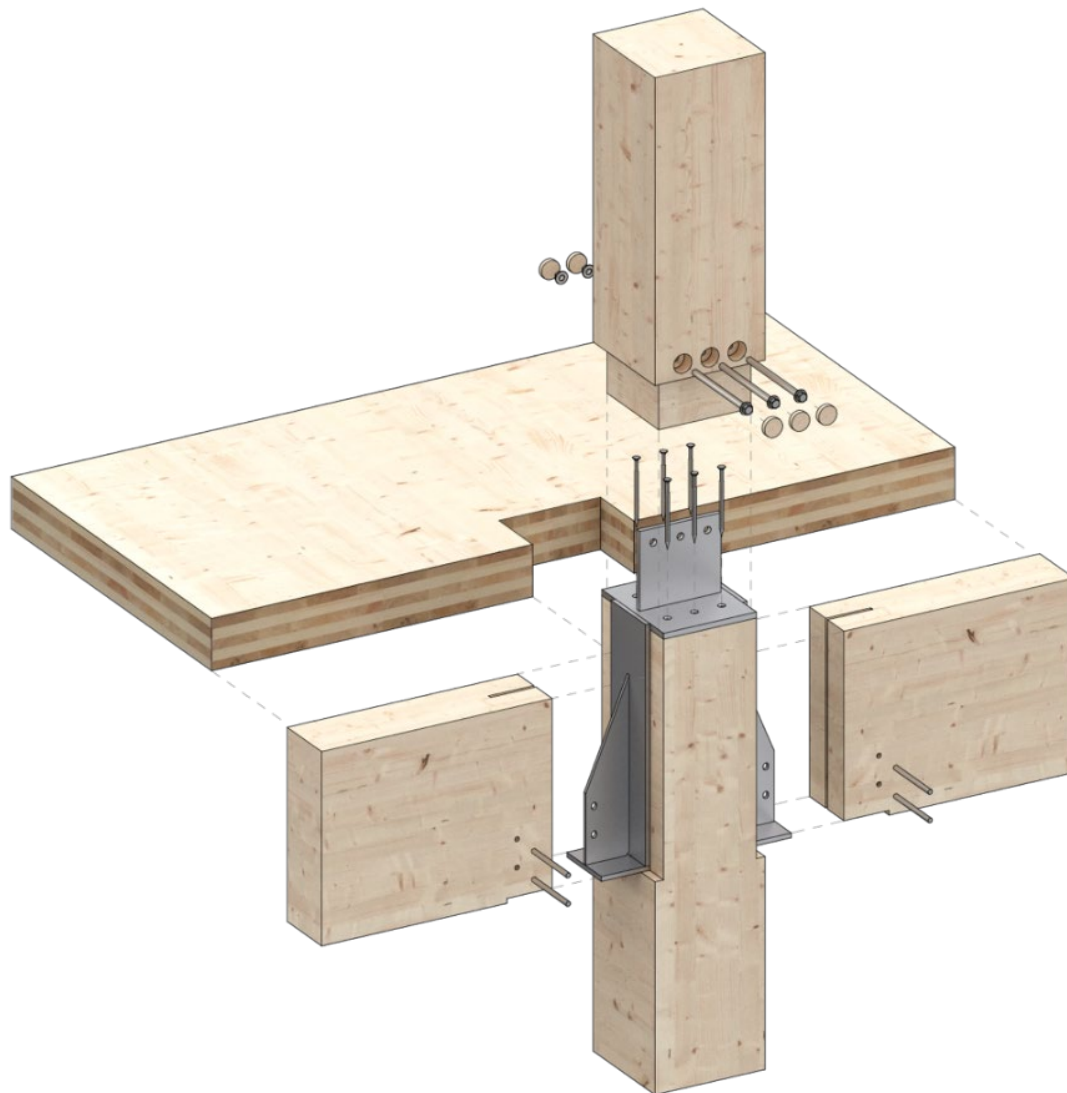


Abbildung 7: Detail Knotenpunkt, Zeichnung: Knippers Helbig

4.1. Design Assist

Um die Planung der Holzkonstruktion möglichst früh im Planungsprozess zu optimieren und mit der Technischen Gebäudeausrüstung zu koordinieren wurde gleich zu Beginn im Projektablauf ein «Design Assist Consultant» gesucht. Während des «Schematic Design» (entspricht etwa der LPH 2 nach HOAI) lief eine entsprechende Ausschreibung als Request for Qualification (RFQ), und die darüber gefundene Holzbaufirma konnte rechtzeitig vor dem Start des «Design Development» (entspricht etwa der LPH 3 nach HOAI) beauftragt werden. Durch die gemeinsame Planung und Optimierung der Trägerspannrichtungen, Dimensionierung der Bauteile und Ausarbeitung der Prinzipdetails konnten die Baukosten deutlich reduziert und redundante Planungen vermieden werden.



Abbildung 8: Foto Baustelle, CLT Stützen und Träger, Kerne aus Mauerwerk (CMU Blocks)

5. Fassade

In Reaktion auf das warme, feuchte Klima in Texas entwickelte der erste Campus Architekt R.A. Cram eine Ästhetik, die sich unter anderem an der historischen Architektur Südfrankreichs, Italiens und Spaniens orientierte. Das von Cram festgelegte materielle und formale Vokabular prägt bis heute den Campus und verleiht ihm bei aller Vielfalt ein konsistentes Erscheinungsbild. Fast alle Gebäude auf dem Campus sind mit Ziegeln verkleidet, die aus traditionsreichen «St. Joe Brick Works»-Manufaktur nahe New Orleans stammen.

Für den Neubau des Hanzen College kamen Holzfassaden aufgrund des subtropischen Klimas in Houston, das von hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit geprägt ist, nicht in Frage. Trotzdem sollte die Holzkonstruktion eine «leichtere» Fassade erhalten. So ist das Äußere des Gebäudes nur zum Teil mit «St. Joe-Bricks» verkleidet. Der überwiegende Teil erhielt eine weiße Putzfassade, die auf vorgefertigte Wandpaneelen aufgetragen wurde. Für eine besondere Plastizität innerhalb der Fassade sorgen leichte Versätze der Flächen aus strukturiertem Putz.



Abbildung 9: Südfassade mit Haupteingang, Foto: Aker Imaging, Houston

IHF-Prolog II

Fertigbau

Europäische Gesetzgebung und ihre Auswirkungen
auf nationale Unternehmen und ihre Produkte –
Zurechtfinden, Verstehen, Navigieren, Umsetzen

Nachhaltigkeitsberichterstattung – was muss ich als Unternehmen mit 30 – 1.000 Mitarbeitern leisten?

Christian Garke
Oikos Group GmbH
Schlüchtern, Deutschland



Nachhaltigkeitsberichterstattung – was muss ich als Unternehmen mit 30 – 1.000 Mitarbeitern leisten?

1. Überblick Oikos-Gruppe

Oikos ist einer der führenden europäischen Anbieter von vorgefertigten, modularen Ein- und Zweifamilienhäusern sowie Mehrfamilienhäusern. Oikos liefert unter den Marken Bien-Zenker, Hanse Haus und Living Haus direkt an private Endkunden und schafft zukunftsorientierte, nachhaltige Lebensräume. Das Unternehmen, das neben seinem Kernmarkt Deutschland auch in Österreich, der Schweiz, Großbritannien und Luxemburg aktiv ist, beschäftigt derzeit rund 1.800 Mitarbeiter und erzielte im vergangenen Jahr einen Umsatz von rund 550 Millionen Euro.

Die Mehrmarkenstrategie verschafft der Gruppe eine hervorragende Position auf dem Fertighausmarkt und ermöglicht es ihr, eine Vielzahl von Kundengruppen zu bedienen, vom Ausbauhaus bis hin zu schlüsselfertigen Wohnlösungen. Weiterhin bündelt Oikos die Kompetenz und das Fachwissen von Bien-Zenker, Hanse Haus und Living Haus unter einem Dach.

2. Zunehmende Berichtspflichten für KMU's Nachhaltigkeitsberichterstattung – was muss ich als Unternehmen mit 30 – 1.000 Mitarbeitern leisten?

Schon seit einigen Jahrzehnten wird das Thema des Umweltschutzes immer wichtiger. Ausgehend von der Anti-Atomkraft-Bewegung der 70er und der Gründung der Grünen Parteien, die als eines ihrer Kernthemen den Umweltschutz verfolgten, findet das Thema heute übergreifend Konsens in der Gesellschaft. In den letzten Jahren wurde das Thema durch die aufkommende Diskussion des Klimawandels weiter forciert.

Dadurch kommt das Thema auch verstärkt bei Unternehmen auf die Tagesordnung. Einzelne Stakeholder – Gruppen, die Einfluss auf die Unternehmen nehmen – erhöhen diesbezüglich den Handlungsbedarf. So fordern z.B. Kunden verstärkt nachhaltige Produkte. Aber auch der soziale Aspekt spielt in dem ganzheitlichen Ansatz der Nachhaltigkeit eine Rolle.

Auch die Europäische Union hat sich 2019 diesem Thema gestellt, mit dem Ziel, Europa bis 2050 klimaneutral zu gestalten. Um dieses Ziel zu erreichen, werden nun sukzessive Direktiven und Maßnahmen umgesetzt.

Die Nachhaltigkeitsberichterstattung – oftmals ESG-Berichte genannt – war bislang lediglich für börsennotierte Konzerne verpflichtend, ohne einen einheitlichen Standard. Der Mittelstand kannte bislang lediglich die freiwillige Veröffentlichung von Nachhaltigkeitsberichten, oftmals als reines Marketinginstrument.

Der Idee des Green Deals folgend hat die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) festgelegt, was zukünftig in Bezug auf Nachhaltigkeit verpflichtend veröffentlicht werden muss. Die nun verabschiedete European Sustainability Reporting Standards (ESRS) enthält Vorschriften, wie genau die einzelnen Themenfelder verpflichtend im Lagebericht der Unternehmen zu berichten sind.

Diese veröffentlichten Standards decken sich im Wesentlichen mit den üblicherweise in den Nachhaltigkeitsberichten abgebildeten Themenstellungen.

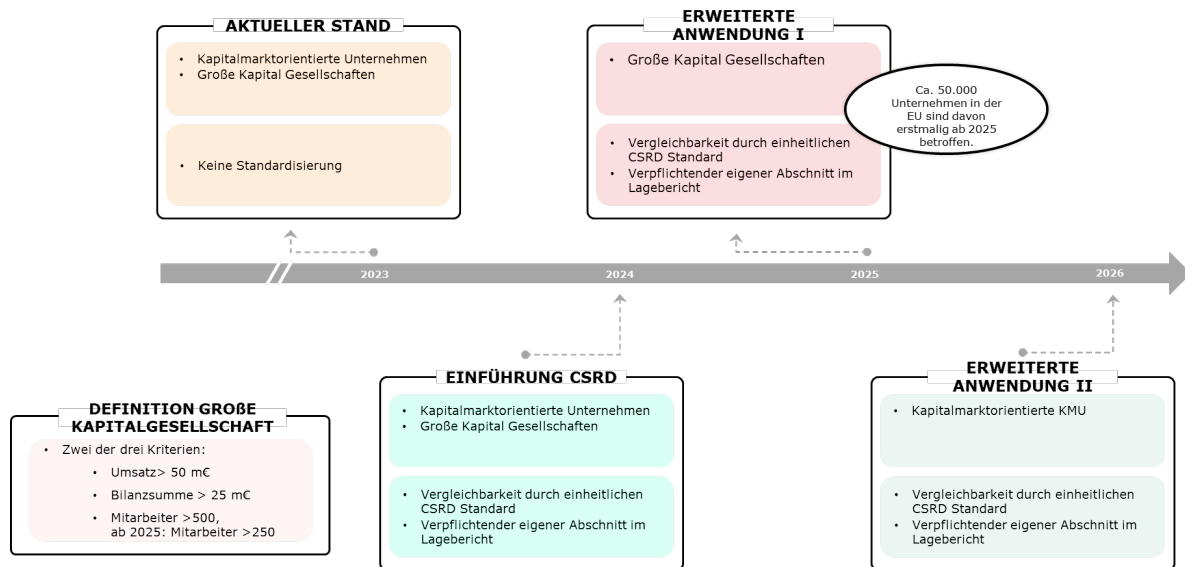


Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der Nachhaltigkeitsberichterstattung

Die verpflichtende Berichterstattung wird ab dem Geschäftsjahr 2025 viele mittelständische Unternehmen erreichen, man geht hierbei von 50.000 betroffenen Unternehmen in der EU aus. Angaben zur eigenen Nachhaltigkeit müssen Unternehmen dann in ihren Lagebericht aufnehmen und unterliegen der Prüfungspflicht durch ihren Wirtschaftsprüfer.

Neben der Nachhaltigkeitsberichterstattung sollten KMU's auch die inhaltlich damit verbundenen Themenbereiche Lieferkettengesetz, Hinweisgeberschutzgesetz und vor allem die Taxonomie Verordnung ebenfalls im Blick haben.

3. Umsetzung bei der Oikos-Gruppe

Die Oikos-Gruppe hat sich im Herbst 2021 dazu entschlossen, das Thema Nachhaltigkeit formeller als bislang anzugehen. Mithilfe der Boston Consulting Group haben wir die Nachhaltigkeitsstrategie für die Oikos-Gruppe festgelegt:

- In der **Wesentlichkeitsanalyse** wurden alle Themen festgelegt, die Oikos beeinflussen. Insbesondere wurden auch externe Stakeholder wie Lieferanten, Kunden und Eigentümer einbezogen.
- In der **Zielsetzungsphase** wurden die wesentlichen Leistungsindikatoren (KPI's) für Oikos festgelegt. Für jeden dieser Indikatoren wurde ein Ambitionsniveau vereinbart. Dabei hat sich die Oikos-Gruppe am Pariser Klimaprotokoll orientiert (1,5 Grad Ziel).
- Auf dieser Basis wurde die Nachhaltigkeitsstrategie verabschiedet. Darin wird auf konkrete Ziele bis zum Jahr 2025 hingearbeitet.

Nach Abschluss des Projektes stehen für die Oikos-Gruppe folgende Fokusthemen fest:

ESG	Themen	Leit-Initiativen	Baseline 2020	ESG Ziel	Ziel-Jahr	Bank KPI
E	Energieeffizienz & CO ₂ - Auswirkungen von Produkten	Elektrifizierung der Staplerflotte	868 kg CO ₂ / ausgeliefertes Haus (Witterungsbereinigt)	738 kg CO ₂ / ausgeliefertes Haus (-15%) (Witterungsbereinigt)	2025	X
		Heizungstausch bei BIZ			2025	X
		100% Erneuerbare Energie	100%	100%	2025	X
		PV-Erweiterung kwp	54 kwp	+600 kwp Neuinatlltion PV	2025	X
		CO ₂ -Kompensation mit Zertifikaten	0%	Kein Ziel vor 2023		
		Lebenszyklus CO ₂				
S	Abfall	Angebot erneuerbarer Energien für Kunden		119 t CO ₂ pro ausgeliefertes Haus (-10%)	2025	
		Boost von PV-Anlagen	132,4 t CO ₂ pro ausgeliefertes Haus		2025	
		Verschiebung des Vertriebsmixes			2025	
	Kundenzufriedenheit	Reduzierung von Produktionsabfällen	3,53t / ausgeliefertes Haus	Reduktion um 5%	2025	
		Recycling von Gipsabfällen	2.041 t	Recycling von >90% Gips = 1,840 t	2023	
		Etablierung regelmäßiger Kundenbefragungen	NPS = 11 (Baselie 2021)	NPS = 20	2025	
G	Mitarbeiterentwicklung und zufriedenheit	Überprüfung und Verbesserung des Kundenservice			2025	
		Schulungsprogramm für Mitarbeiter	Ø 3 h/MA	Ø 10 h/MA w. collar	2025	
		Einführung eines jährlichen Mitarbeiterfeedbacks	n.a.	Ø 5 h/MA b. collar	2022	
	Unternehmensethik	Jährliches Feedback: 90% w. collar		Mitarbeiterfluktuation: 30% besser als Baubranche	2025	X
		Etablierung einer Mitarbeiterbefragung (alle 3 Jahre)	Mitarbeiterfluktuation: 7,5%	Mitarbeiterfluktuation: 6-9%	2025	
		Mitarbeiter, mit Compliance Schulung	0%	100 % der Mitarbeiter	2024	

Abbildung 2: Indikatoren der Fokusthemen der Oikos-Gruppe

Erstes Ziel war die Erstellung eines Nachhaltigkeitsberichtes für das Geschäftsjahr 2022. Dieser wurde mittlerweile veröffentlicht (https://www.oikos-group.de/fileadmin/user_upload/1-unternehmen/PDFs/Oikos_Group_sustainability_report_FINAL.pdf).

Auf der Basis der vorgestellten Kennzahlen wurden im Rahmen der bestehenden Finanzierung fünf Indikatoren festgelegt, die bei Erreichen der jährlichen Ziele eine Zinsreduktion für das Folgejahr bedingen.

Für die Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie ist es wichtig, diese auch in die Organisation zu transportieren. Dafür ist zum einen eine laufende Kommunikation notwendig, aber das Thema muss auch organisatorisch abgebildet werden. Die Oikos-Gruppe hat seit dem Jahr 2020 einen ESG-Verantwortlichen installiert, direkt angeordnet beim CFO. Daneben werden weitere 24 Mitarbeiter intensiv in das Thema Nachhaltigkeit mit eingebunden, vor allem in der Datenbeschaffung und -aufbereitung.

Drei Beispiele aus unterschiedlichen Bereichen sollen im Folgenden die Problematik bei einzelnen Kennzahlen aufzeigen.

3.1. GRI 302

Dieser GRI-Standard enthält die Pflichtenforderungen an die Berichterstattung zum Thema Energie und kann von Organisationen jedweder Größe, Art, Branche oder geografischer Lage angewandt werden, die ihre Auswirkungen bezüglich dieses Themas offenlegen möchten.

Ausgangssituation

Im Rahmen des IMS-Systems werden die Energiebedarfe und -erträge der einzelnen Standorte seit mehreren Jahren erfasst. (Zertifiziertes Energiemanagement gemäß DIN EN ISO 50001 seit 2021 der gesamten Gruppe.)

Herausforderung

Eine Herausforderung stellte die prüffähige Darstellung der Verbräuche dar. Die Rechnungslegung der Versorger zum Jahresende erfolgte nicht zeitgerecht, Rückrechnungen der Stromtankstelle und PV-Anlage kamen verspätet. Zudem konnte die Heizmenge der Holzheizungen nur rückgerechnet werden, da die genauen Mengen zu diesem Zeitpunkt nicht ermittelt wurden.

Aktuelle Situation / Lösung

Die Rechnungen für Strom und Gas werden monatlich mit dem Energie-Monitoring abgeglichen, um prüfbare Ergebnisse zu liefern.

Für die Holzheizung wurde ein geeichter Wärmemengenzähler installiert.

3.2. GRI 306

Hierbei werden die Anforderungen an die Berichterstattung zum Thema Abfall festgelegt. Dieser Standard kann von Organisationen jeder Größe, Art, Branche oder geografischer Lage verwendet werden, die über ihre Auswirkungen im Zusammenhang mit diesem Thema berichten möchten.

Ausgangssituation

Im Rahmen des IMS-Systems werden die Abfallmengen der einzelnen Standorte seit mehreren Jahren ermittelt und festgehalten. (Zertifiziertes Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001 seit 2017). Es wird seit 2019 freiwillig je Standort ein Abfallbeauftragter geschult und bestellt.

Herausforderungen

Die Rechnungen und Lieferscheine werden laufend erfasst und monatlich durch das Abfallmanagement überprüft. Es kommt immer wieder vor, dass der Entsorger Lieferscheine falschen Rechnungen zuordnet. Deshalb werden Mengen aktuell auch noch händisch über Excel dokumentiert, um die Prüffähigkeit zu gewährleisten.

Ziel

Datenübernahme aus dem ERP-System mit monatlicher Überwachung und Überprüfung der KPIs.

Reduktion der Abfallmengen und Erhöhung des Recyclinganteils.

3.3. GRI 404

Aus- und Weiterbildung enthält Angaben, mit denen Organisationen Informationen über ihre mit der Aus- und Weiterbildung in Zusammenhang stehenden Auswirkungen und ihre Handhabung dieser Auswirkungen offenlegen können.

Ausgangssituation

Externe Schulungszertifikate wurden vom HR in die Personalakte übernommen. Es wurden ausschließlich die Anzahl der externen Schulungsmaßnahmen dokumentiert.

Ziel

Genaueres Tracking der Schulungsstunden aller Mitarbeiter, um die Anzahl der Schulungsstunden pro Mitarbeiter zu erhöhen. Mitarbeiter sollen sich kontinuierlich weiterentwickeln und damit auch die Oikos-Gruppe nachhaltig stärken.

Aktuelle Situation

Es wurde ein Lernmanagementsystem etabliert, mit dem interne Schulungen im Angestelltenbereich dokumentiert werden. Darüber werden u.a. die verpflichtenden Compliance und Sicherheitsschulungen abgedeckt. Es lassen sich außerdem die Schulungsstunden pro Mitarbeiter ermitteln.

Externe Schulungsstunden von Angestellten werden über eine Online-Abfrage mit dem Upload der Teilnahmebescheinigung unter Angabe der Schulungsstunden dokumentiert.

Ausblick & Herausforderungen

Die Aufnahme der Schulungsstunden der gewerblichen Mitarbeiter stellt aktuell eine Herausforderung dar.

Hier wird aktuell ein Konzept erarbeitet, um die gewerblichen Mitarbeiter an das System der Angestellten zu koppeln.

4. Fazit

Nachhaltigkeit muss in der Führungsebene verankert sein und ernst genommen werden. Es empfiehlt sich zumindest in Teilen eine eigenständige Organisation aufzubauen. Zu überlegen ist, wo das Thema Nachhaltigkeitsberichterstattung angesiedelt wird: Finanz- vs. Technikbereich.

EU und nationale Regelungen sind teilweise noch im Fluss und nicht final entschieden, aktuelle Entwicklungen müssen aktiv vom Unternehmen verfolgt werden.

Es muss geprüft werden, ob für die Erstellung einer Nachhaltigkeitsstrategie externe Hilfe beansprucht werden muss. Veröffentlichungen anderer Unternehmen können als erster Vergleich und Benchmark herangezogen werden.

Der Aufbau benötigt Zeit, Prozesse und Organisation müssen im Idealfall vor Beginn des berichtspflichtigen Geschäftsjahres stehen. Unternehmen, die im Geschäftsjahr 2025 berichtspflichtig werden und noch keine Nachhaltigkeitsstrategie entwickelt haben, müssen sich dem Thema ab Beginn 2024 stellen.

Um sich der verpflichtenden Nachhaltigkeitsberichterstattung des Geschäftsjahrs 2025 zu stellen, sollte bereits für das Geschäftsjahr 2024 vorgesehen werden, einen freiwilligen Nachhaltigkeitsbericht zu erstellen. So kann man die aufgesetzten Prozesse und die Organisation rechtzeitig überprüfen.

Es muss eine Bereitschaft vorhanden sein, Prozesse zu ändern, um notwendige Daten zu erhalten. Das erfordert auch Umstellungen in den bestehenden IT-Systemen.

5. Quellen

- [1] <https://www.ihk-muenchen.de/ihk/documents/CSR-Ehrbarer-Kaufmann/Leitfaden-Nachhaltigkeitsberichterstattung.pdf>
- [2] <https://www.grantthornton.de/themen/2023/neue-regelungen-fuer-die-nachhaltigkeitsberichterstattung-im-mittelstand/>
- [3] <https://www.grantthornton.de/themen/2023/nachhaltigkeits-studie-im-mittelstand-mit-der-hhl-leipzig-veroeffentlicht/>
- [4] <https://www.efrag.org/>
- [5] https://finance.ec.europa.eu/news/commission-adopts-european-sustainability-reporting-standards-2023-07-31_en
- [6] https://www.studon.fau.de/file4537741_download.html

Zukunftsfähiger Wohnungsbau

Anforderungen an die Umweltqualität von Bauprodukten und Gebäuden

Thomas Lützkendorf
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Karlsruhe, Deutschland



Zukunftsfähiger Wohnungsbau

1. Kontext

Gebäude, in diesem Beitrag werden Wohnbauten behandelt, weisen gegenüber anderen Gütern eine vergleichsweise lange technische Lebens- bzw. wirtschaftliche Nutzungsdauer auf. Diese kann 100 Jahre erreichen oder übersteigen. Die häufig in der Literatur erwähnten 50 Jahre beschreiben nicht die Lebensdauer, sondern einen auf Basis einer Konvention definierten Betrachtungszeitraum bei der Modellierung des Lebenszyklus zu Zwecken der Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenrechnung. Erfasst werden damit, im Sinne eines Kompromisses zwischen Langzeitbetrachtung und zunehmender Unsicherheit bei Annahmen zu künftigen Entwicklungen, die ersten 50 Jahre eines längeren Zeitraums.

Bei der Planung von Neubau- und Modernisierungsvorhaben müssen die aktuellen Anforderungen sowie erste Veränderungen berücksichtigt werden, die sich im Zeitraum zwischen dem Beginn der Projektentwicklung und der Inbetriebnahme ergeben. Dies reicht jedoch nicht aus. Gebäude müssen während ihrer Nutzungsdauer einer laufenden Inspektion, Wartung und Instandhaltung sowie einer zyklischen Modernisierung und Anpassung unterzogen werden. Auch dies ist in der Planung zu beachten und konzeptionell (u.a. durch Wartungspläne), technisch (u.a. durch Gebäudemerkmale, die eine Flexibilität und Anpassbarkeit unterstützen) sowie finanziell (u.a. durch eine Instandhaltungsrücklage) vorzubereiten. Ein Nutzungszyklus bis zur nächst Anpassung umfasst häufig ca. 25 Jahre.

Deutlich wird, dass in der Planung nicht nur aktuelle, sondern auch künftige Anforderungen an das Gebäude berücksichtigt werden müssen. Diese können sich sowohl aus Entwicklungen bei den Wohnformen und Wohnwünschen als auch aus Veränderungen bei den gesellschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen und klimatischen Randbedingungen ergeben. Planungsentscheidungen wirken sich kurzfristig (bis zu 5 Jahre), mittelfristig (ca. 25 Jahre) und langfristig (z.B. Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit des Gebäudes in ggf. 100 Jahren) aus. Dies betrifft jedoch nicht nur Art und Umfang der Erfüllung von Anforderungen. In Erweiterung der Betrachtungen geht es unter anderem auch um die kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen von Planungsentscheidungen auf Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft. Dies ist die Aufgabe einer Nachhaltigkeitsbewertung. Sie dient dem Ziel, über Art sowie Umfang technischer und funktionaler Anforderungen hinaus bereits im Planungsprozess die soziokulturelle, ökologische und ökonomische Qualität zu erfassen, zu bewerten und zu beeinflussen. Basis ist die Formulierung und Vereinbarung entsprechender Ziele in frühen Phasen der Planung, auch als «Phase 0» bezeichnet. Im Fall der Konzipierung von Fertighäusern entspricht dies der Phase der Produktentwicklung.

Wohnbauten sollen und müssen damit einerseits aktuelle und künftige Anforderungen erfüllen und entsprechende Herausforderungen meistern und andererseits keine unerwünschten Wirkungen auf Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft verursachen. Letzteres umfasst u.a. die individuelle, nachbarschaftliche, kommunale, regionale, institutionelle und staatliche Perspektive, die lokale und globale Umwelt inkl. Stoffströme und Umweltrisiken sowie die betriebs- und volkswirtschaftliche Sicht. Wohnbauten müssen insofern sowohl zukunftsfähig als auch zukunftssicher sein. Über die letzten Jahrzehnte hinweg wurde dies als Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung interpretiert und über die Instrumente der Nachhaltigkeitsbewertung abgedeckt. In Deutschland existiert hierfür ein Leitfaden. [1]

In der aktuellen Diskussion zu Fragen einer Planung, Realisierung und Nutzung von Wohnbauten, bei der die Wahrnehmung von Verantwortung gegenüber Gesellschaft und Umwelt mit den Themen von Wirtschaftlichkeit und Werterhalt verbunden wird, kommt es derzeit zu einer Diversifizierung der Themen. Betrachtet werden Aspekte wie u.a. Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel, Resilienz, Schonung der Ressourcen und insbesondere primärer Rohstoffe, Kreislaufgerechtigkeit und Kreislaufführung, regenerative Architektur, Erhaltung der Biodiversität. Teilweise kommt es zu einem Richtungsstreit, im Minimum jedoch zu Zielkonflikten. Gelingt es noch, hier einen strukturierten Gesamtansatz zu entwickeln oder beizubehalten? Aus Sicht des Autors ist es weiterhin möglich, einzelne Aspekte im Themenspektrum der Nachhaltigkeit zu verorten. Viele Ansätze können als

Lösungsstrategien angesehen werden. So trägt die Kreislaufführung von Stoffen sowohl zu Ressourcenschonung als auch zum Klimaschutz und damit zu wesentlichen Schutzgütern und Schutzziele einer nachhaltigen Entwicklung bei. Die Interpretation von Nachhaltigkeit beginnt sich jedoch zu erweitern. Während die Nachhaltigkeitsthemen weiterhin ein komplexes System aus Kriterien, Indikatoren und Zielen bei der Planung und Realisierung von Gebäuden bilden lässt sich die Nachhaltigkeitsbewertung auch auf einzelne Maßnahmen anwenden. Auch Einzellösungen zur Ressourcenschonung oder zum Klimaschutz müssen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft untersucht und in Bezug auf ihre ökologische, soziokulturelle und ökonomische Vorteilhaftigkeit über ihre technische und funktionale Eignung und Zulässigkeit hinaus bewertet werden.

Aus Sicht des Autors ist es sinnvoll, am Konzept der Ziele und Strategien zur Unterstützung einer nachhaltigen Entwicklung im Bau- und Gebäudebereich einschließlich seiner vor- und nachgelagerten Branchen festzuhalten und auch den Begriff der Nachhaltigkeit weiterhin dafür zu nutzen. So lässt sich Zusammenhänge zu den international anerkannten Zielen einer nachhaltigen Entwicklung (SDGs), zur Nachhaltigkeitsberichterstattung in den Unternehmen, zur Nachhaltigkeitsbewertung von Bauwerken und zur Bereitstellung nachhaltigkeitsrelevanter Informationen zu Bauprodukten herstellen. Um den Aspekt der Ausrichtung auf die Erfüllung auch künftiger Anforderungen zu stärken kann – so der Vorschlag des Autors – zusätzlich der Begriff «zukunftsfähiges Gebäude» verwendet werden. Es geht dann darum, zukunftsfähige Gebäude mit den Mitteln des nachhaltigen Planens und Bauens zu erreichen. Ansätze und Konzepte wie klimaneutrale, ressourcenleichte und/oder resiliente Gebäude betonen dann jeweils einzelne Gebäudemerkmale, erfüllt werden müssen jedoch alle Anforderungen.

Dies hat Konsequenzen für die Herstellung und Vermarktung von Bauprodukten. Sie bilden die materielle Grundlage für Errichtung, Erhalt und Modernisierung von Bauwerken und «vererben» ihre Merkmale und Eigenschaften auf das Gebäude. Einzubeziehende sind insbesondere auch komplexere Bauteile wie Fenster und Türen oder Systeme des Trockenbaus und die Systeme sowie Komponenten der technischen Gebäudeausrüstung. In der Diskussion häufiger übersehen wird die Zwischenstufe zwischen Bauprodukt und Bauwerk – das Bauwerksteil bzw. das «Element». Es kann als funktionales Äquivalent mit spezifischen technischen und funktionalen Eigenschaften in der Planung selbst zum Betrachtungsgegenstand werden und verfügt i.d.R. über einen eigenen Lebenszyklus. Bauprodukte weisen Merkmale und Eigenschaften auf, die sich erst vor dem Hintergrund von Informationen zu Ort und Art des Einbaus sowie die Art der Beanspruchung bewerten lassen. Wie auch bei der Planung von Bauwerken müssen bei der (Weiter-)Entwicklung von Bauprodukten Anforderungen formuliert und neue Themen, die nicht nur zu einer Verschärfung oder Neuorientierung, sondern insbesondere auch zu einer Erweiterung von Anforderungen führen, berücksichtigt und einbezogen werden. Viele Anforderungen an Bauprodukte lassen sich – dies wird im Entwurf zur neuen Bauproduktenverordnung (CPR) in Europa deutlich – aus Anforderungen an Bauwerke ableiten, weitere folgen den allgemeinen Themen und Trends. Deutlich wird, dass es nicht mehr nur darum geht, bei Bauwerken und Bauprodukten Anforderungen zu erfüllen, sondern auch Art und Umfang erreichter Eigenschaften im Sinne von Qualitäten gegenüber Dritten zu kommunizieren. Hier ist der allgemeine Trend in Richtung Digitalisierung zu beachten.

Aktuell befinden sich wichtige Themen in Europa in der Diskussion. Dies reicht von Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden bis hin zu Anforderungen an Bauprodukte und Bauproduktinformationen und schließt die Weiterentwicklung von Normen ein. Der weitere Teil dieses Beitrags konzentriert sich auf Aspekte der Umweltqualität bei Wohnbauten und bei Bauprodukten als Teil der Nachhaltigkeitsthematik.

2. Umweltrelevante Anforderungen an Gebäude

In Europa existieren konkrete Vorstellungen zu den umweltrelevanten Anforderungen an Gebäude und bauliche Anlagen. Sie finden ihren Niederschlag u.a. in den Grundanforderungen an Bauwerke in der EU-Bauproduktenverordnung (CPR)- derzeit im Entwurf, der Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie (EPBD)- derzeit im Entwurf, den *macro objectives* für die Umweltqualität von Gebäuden in ihrem Lebenszyklus [2], dem Kommunikationsrahmen für die Nachhaltigkeit von Gebäuden (LEVELs), der EU-Taxonomie, der Europäischen Normung sowie diversen nationalen und sonstigen Nachhaltigkeitsbewertungssystemen. Sie lassen sich aus den Schutzgütern und Schutzziele einer nachhaltigen Entwicklung für den Umweltbereich ableiten und umfassen aus Sicht des Autors Aspekte wie

- Schutz des globalen Klimas (Erfassung, Bewertung und Beeinflussung der Treibhausgasemissionen, erfasst als Treibhauspotenzial GWP100 und ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten [kg CO₂e])
- Schonung der natürlichen Ressourcen (primäre Rohstoffe, Fläche, Wasser)
- Erhaltung der Biodiversität und von Ökosystemleistungen
- Schutz der lokalen Umwelt (Außenluft, Böden, Oberflächen- und Grundwasser) vor unerwünschten Emissionen und Risiken
- Schutz der inneren Umwelt (Raumluft) vor unerwünschten Emissionen und Risiken

Die Anforderungen gelten jeweils für den vollständigen Lebenszyklus. Fragen des Schutzes der inneren Umwelt befinden sich an der Nahstelle zur sozialen Qualität von Gebäuden, der bereits die Themen der Bewertung der Raumluftqualität zuzuordnen sind. Verwendet werden konkrete Kriterien mit zugeordneten Indikatoren und Bewertungsmaßstäben mit Grenz-, Referenz- und Zielwerten bzw. Qualitätsklassen.

Im Bereich der Interpretation von Grundanforderungen an Bauwerke, die sowohl in der aktuellen als auch in der künftigen Fassung einen Bestandteil der EU-Bauproduktenverordnung bilden, existiert ein zentrales Missverständnis. Die Anforderung zur «nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen», die in der Vergangenheit nachträglich und ergänzend aufgenommen wurde, deckt ausdrücklich nicht alle Aspekte der Nachhaltigkeit ab und konzentriert sich auf das Ziel der Schonung von Ressourcen, insbesondere primärer Rohstoffe. Sonstige, ebenso nachhaltigkeitsrelevante Themen wie Hygiene, Klima- und Umweltschutz, verteilen sich auf sonstige Anforderungen. Aus Sicht des Autors ist die aktuelle Struktur der Anforderungen nicht optimal und könnte sich stärker an Nachhaltigkeitsaspekten mit ihren technischen, funktionalen, ökologischen, soziokulturellen und ökonomischen Aspekten sowie der Qualität von Planungs-, Bau- und Betriebsprozessen orientieren. Die Anforderungen auf europäischer Ebene tendieren momentan dazu, Themen zu benennen und Anforderungen zu formulieren, z.T. ergänzt durch Regeln für die Erfassung von Größen, jedoch keine Bewertungsmaßstäbe anzubieten. Dies erschwert eine konkrete Entscheidungsunterstützung bei Planern, Bauherren, Finanzieren und Versicherern. Benchmarks im Sinne von Bewertungsmaßstäben sind unverzichtbar.

Fragen des Aufwandes an Energie lassen sich in den Gesamtansatz integrieren und in Bezug auf die Umweltqualität den Themen einer Inanspruchnahme von energetischen Ressourcen (erneuerbar/nicht erneuerbar) sowie den Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt durch Emissionen von Klimagasen und Luftschadstoffen zuordnen. Das Thema der Energieeffizienz umschreibt das Verhältnis von Aufwand zu Nutzen. Insofern sollte dem Aufwand an Energie ein Nutzen z.B. im Sinne des thermischen Komforts und der erreichten Raumluftqualität gegenübergestellt werden.

Im Bereich der Weiterentwicklung des Grades der Verbindlichkeit von Anforderungen an die Umweltqualität ist ein Trend von Pilotvorhaben über (freiwillige) Nachhaltigkeitsbewertungssysteme und staatliche Förderprogramme hin zu verbindlichen Anforderungen im Ordnungsrecht [3] erkennbar. Häufig sind – wie z.B. in Deutschland – Förderprogramme oder Anforderungen im Rahmen der Beschaffung von Planungs- und Bauleistungen der öffentlichen Hand – Vorstufen für die Einführung von gesetzlichen Anforderungen. [4] Dieser Prozess konzentriert sich derzeit auf Themen des Klimaschutzes. Nicht immer war

und ist in diesem Themenfeld die Abstimmungen zwischen den Institutionen Europas und den Mitgliedsstaaten bzw. der Europäischen Normung optimal. Ein Konzept der Arbeitsteilung und klaren Zuständigkeiten würde die Situation verbessern.

Herausgehoben aus den Anforderungen an die Umweltqualität von Gebäuden ist das Ziel ihrer Klimaneutralität. Dieses wird i.d.R. erreicht, wenn Gebäude keine Treibhausgasemissionen verursachen bzw. diese mit zulässigen Mitteln ausgeglichen werden können. Zu definieren sind jeweils, (1) ob Betrieb, Betrieb und Nutzung bzw. der Lebenszyklus inkl. Herstellung und Erhalt erfasst werden, (2) die Systemgrenzen des Gebäude- und Lebenszyklusmodells, (3) die Datengrundlagen und Rechenregeln sowie ggf. (4) zulässige Ausgleichs- und Kompensationsmöglichkeiten. Vom Autor wird der Lebenszyklusansatz empfohlen, der u.a. auch in LEVEL(s), der EU-Taxonomy sowie der EPBD die Grundlage bildet. Hinweise liefern Ergebnisse des IEA EBC Annex 72. [5] Empfohlen wird als Zwischenstufe in Richtung der Treibhausgasneutralität von Gebäuden der «*zero carbon ready*» Ansatz der Internationalen Energieagentur IEA. [6] Hier wird der Energiebedarf des Gebäudes so abgesenkt, dass er kurz- bis mittelfristig über erneuerbare oder dekarbonisierte Energie gedeckt und so eine Klimaneutralität erreicht werden kann.

Für Gebäude und Bauprodukte unter starker Nutzung von Holz bzw. Biomasse ist von Bedeutung, dass künftig in Ökobilanzen die Angaben zum Treibhauspotenzial (*global warming potential* GWP 100) im Lebenszyklus u.a. in Anteile zum GWP fossil sowie zum GWP biogenic aufgeteilt aufzuteilen und der biogene Kohlenstoffgehalt in kg C gesondert auszuweisen sind. Hierzu müssen noch Erfahrungen gesammelt werden.

Anforderungen an die Umweltqualität von Gebäuden, auch als *environmental performance* bezeichnet, gehen jedoch über die Erfassung, Bewertung und Begrenzung des Treibhauspotenzials im Lebenszyklus hinaus. Zur Vermeidung von Lastverschiebungen in übrige Umweltbereiche werden zusätzlich weitere Wirkungen auf die globale Umwelt und die Inanspruchnahme primärer Rohstoffe erfasst. In der Normung wird zwischen Kern- und Zusatzindikatoren unterschieden. Mittel der Wahl ist die angewandte Ökobilanzierung mit einer Erfassung der Energie- und Stoffströme unter Nutzung eines konkreten Gebäude- und Lebenszyklusmodells in einem definierten Betrachtungszeitraum. Für die Ökobilanz des Gebäudes liefern umweltrelevante Daten zu verbauten Produkten und Systemen die Grundlage. Genutzt werden normkonforme Umweltproduktdeklarationen. Die Erfassung und Bewertung der Umweltqualität von Gebäuden setzt jedoch mehr als die Ergebnisse einer Ökobilanz mit Angaben zu Wirkungen auf die globale Umwelt, zu Stoffströmen und zur Inanspruchnahme primärer Rohstoffe voraus. Einbezogen werden auch die Wirkungen auf die lokale Umwelt im Ergebnis von Emissionen in Grund- und Oberflächenwasser, Böden und die Außenluft, u.a. verursacht durch Ausgasungen und Auswaschungen. Emissionen in die Raumluft bilden die Nahtstelle zwischen Umwelt- und sozialer Qualität. Während Räume auch als «innere Umwelt» interpretiert werden können und so Emissionen in die Raumluft durchaus noch der Bewertung der Umweltqualität zuzuordnen sind wird die Raumluftqualität im Paket mit Themen der Gesundheit und des Komforts als Teil der sozialen Qualität betrachtet.

Informationen und Dokumente zu umweltrelevanten Merkmalen und Eigenschaften von Gebäuden werden zum Bestandteil von Gebäudepässen, auch als *digital building logbook* bezeichnet. [7] Es handelt sich um ein lebenszyklusbegleitendes Dokument zur Unterstützung des Informationsmanagements. Informationen werden so gesammelt, aufbereitet und dauerhaft vorgehalten, dass sie zu ausgewählten Zeitpunkten und Anlässen im Lebenszyklus des Gebäudes den Akteuren zur Verfügung gestellt werden können, welche diese für ihre Entscheidungen benötigen. Digitale Gebäudepässe sind eng mit digitalen Pässen der verbauten Produkte verbunden.

3. Umweltrelevante Anforderungen an Bauprodukte

Umweltrelevante Anforderungen gelten zunächst für Bauprodukte aller Art, darunter auch Systeme und Komponenten der Haustechnik. Im konkreten Einzelfall ist jedoch zu prüfen, welche Anforderungen für welche Produktgruppen zutreffen. Im Entwurf zur Bauproduktenverordnung werden sowohl Anforderungen an Bauprodukte als auch an Bauproduktinformationen formuliert,[8] liefert einen Diskussionsbeitrag zum Stand der Diskussion.

Anforderungen an Bauprodukte konzentrieren sich mit Bezug zu Umweltthemen u.a. auf folgende Eigenschaften:

- erwartete Lebensdauer / Mindestlebensdauer unter ungünstigen Bedingungen
- Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus
- Rezyklatanteil
- Umweltfreundlichkeit eingesetzter Stoffe
- Energieverbrauch und Energieeffizienz (soweit zutreffend)
- Ressourceneffizienz
- Wiederverwendbarkeit
- Nachrüstbarkeit (soweit zutreffend)
- Reparierbarkeit während der Lebensdauer (soweit zutreffend)
- Möglichkeiten der Wartung und Wiederaufbereitung (soweit zutreffend)
- Rezyklierbarkeit und Wiederaufbereitungsfähigkeit
- Trennbarkeit / Rückgewinnbarkeit von Werkstoffen oder Stoffen

Entsprechende Anforderungen, die nicht völlig neu sind, sollten bereits bei der konkreten (Weiter-)Entwicklung von Produkten beachtet und umgesetzt sowie sich ergebende Merkmale und Eigenschaften entsprechend kommuniziert werden. Häufig ergeben sich Überschneidungen mit technischen Angaben zu Dauerhaftigkeit oder zur Rückbaufreundlichkeit. Zu beachten ist jedoch, dass derartige Eigenschaften nicht durch das Produkt allein, sondern u.a. auch über Einbauort und – art beeinflusst werden. In Bezug auf die Kommunikation von Produkteigenschaften wird daher empfohlen, Angaben zu mehreren Szenarien für Einbau, Nutzung, Rückbau und Ende der Nutzung zu machen.

Neben diesen technischen Merkmalen der Produkte geht es künftig auch um organisatorische Maßnahmen der Unternehmen. Dazu zählen Rücknahmemöglichkeiten, Leasingoptionen und/oder Vollwartungsverträge.

Die Bedeutung von Produktinformationen, in die umweltrelevante Angaben integriert werden, wächst. In der Konsequenz werden nicht nur Anforderungen an Bauprodukte, sondern auch an Bauproduktinformationen formuliert. In Europa gibt es einen Trend in Richtung verbindlicher Anforderungen zur Ermittlung und Begrenzung der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus von Gebäuden. Entsprechende Angaben zu Bauprodukten bilden eine Datengrundlage. Derartige Angaben können damit nicht länger eine freiwillige Maßnahme sein, die bisher über die Veröffentlichung von Umweltproduktdeklarationen (*environmental product declaration EPD*) nach EN 15804 umgesetzt wurde. In den Diskussionen zum Entwurf der EU-Bauproduktenverordnung spielen derartige Überlegungen eine wichtige Rolle. Angedacht ist u.a. eine verpflichtende Angabe von Ergebnissen einer produktspezifischen Ökobilanz in der Leistungserklärung (*Declaration of Performance DoP*). Die Angaben orientieren sich an den Kern- und Zusatzindikatoren der EN 15804, ohne diese Norm in Bezug zu nehmen. EN 15804 sieht die Veröffentlichung von Angaben zu Zusatzindikatoren mit einer Übergangsfrist vor. Dies sollte das Sammeln von Erfahrungen ermöglichen. Aus Sicht des Autors trägt die derzeitige Diskussion zu einer Verunsicherung bei. Die Zukunft der Umweltproduktdeklaration im Bündel wichtiger Instrumente ist unklar. Sie sollte – so die Meinung des Autors – erhalten werden und weiter als Informationsquelle für die Ökobilanzierung von Gebäuden sowie als Quelle entsprechender Datenbanken dienen. In der Phase der Klärung empfiehlt der Autor eine Trennung von Information und Instrument zu deren Weitergabe. Unabhängig von den Instrumenten zur Kommunikation umweltrelevanter Informationen zu Produkten werden die Ergebnisse einer Ökobilanz benötigt. Diese sollten sich nicht nur auf Angaben zu den Wirkungskategorien konzentrieren, sondern die

Informationen zu den Stoffströmen noch ausbauen. Um die Themen Ressourceninanspruchnahme und Kreislaufführung noch besser abdecken zu können sollten die Angaben zur stofflichen Zusammensetzung sowie zur Inanspruchnahme primärer Rohstoffe (Biomasse, Erze, mineralische Rohstoffe, fossile Energieträger) noch ausgebaut werden. Angaben zu Emissionen in die lokale Umwelt und in die Raumluft sind bisher in Umweltproduktdeklarationen nicht enthalten. Hier besteht ein Bedarf für die Erweiterung entsprechender Inhalte. Auch im Entwurf zur Bauproduktenverordnung wird diskutiert, inwieweit Hinweise zu Umweltwirkungen inkl. Emissionen in die lokale Umwelt und Risiken für die Umwelt veröffentlicht werden sollen.

Derartige Informationen werden für die Beurteilung der Umweltqualität von Gebäuden benötigt. Sie sind dabei an Kenntnisstand und Informationsbedarf einzelner Planungsschritte anzupassen. In frühen Phasen der Planung von Gebäuden liegen i.d.R. noch keine konkreten Informationen über einzusetzende Bauprodukte vor. Benötigt werden Angaben in Form von Durchschnittswerten von Produktgruppen, vorzugsweise mit einer Angabe von Bandbreiten. Den jeweiligen Verbänden wächst hier eine wichtige Aufgabe zu. Im weiteren Planungsfortschritt können derartige Werte durch hersteller- und produktspezifische Angaben ersetzt und im Rahmen der Dokumentation zum Gebäude ein Zustand «wie gebaut» beschrieben werden. Hersteller von Fertigteilen und Fertighäusern befinden sich in einer Sondersituation. Zum Zeitpunkt der Produktentwicklung bzw. Planung liegen i.d.R. vor dem Hintergrund stabiler Lieferbeziehungen bereits die Informationen zu konkret eingesetzten Produkten vor. Damit können einerseits bereits hersteller- und produktspezifische Daten verwendet und andererseits Einfluss auf Vorlieferanten genommen werden.

Für Bauprodukthersteller ergeben sich bei der künftigen Bereitstellung von umweltrelevanten Produktinformationen Fragen wie: (1) Können und sollen im Ergebnis von Diskussionen zum Übergang von einer überwiegend statischen zu einer überwiegend dynamischen Betrachtung bei der Ökobilanzierung von Gebäuden für Bauprodukte Prognosewerte zu Ökobilanzdaten veröffentlicht werden, u.a. im Einklang mit Dekarbonisierungsstrategien der Hersteller? (2) Wann und wie werden digitale Produktpässe umgesetzt und wie ist der arbeitsteilige Ansatz mit der Leistungserklärung bzw. der Umweltproduktdeklarationen auszugestalten? Reicht es aus, Informationen einmal an einer Stelle zu veröffentlichen und bei anderen Instrumenten auf diese zu verweisen? (3) Kann und soll künftig zwischen Neuprodukten, Produkten mit erhöhtem Recyclinganteil und Produkten mit reduzierten Treibhausgasemissionen (*low carbon*) unterschieden werden? Kommt es zu einer Einführung von Qualitätsklassen in Bezug auf verursachte Treibhausgasemissionen? (4) Gibt es spezielle Regelungen für die Wiederverwendung von Produkten und wie kann deren Gebrauchstauglichkeit getestet und deklariert werden?

4. Stand der Normung

Zur Harmonisierung von Grundlagen für die Beschreibung und Bewertung der Umweltqualität von Gebäuden und ihres Beitrages zu einer nachhaltigen Entwicklung sowie für die Erfassung und Kommunikation umweltrelevanter Informationen zu Bauprodukten existieren sowohl internationale als auch europäische Normen. Sie werden nachstehend benannt. Häufig ergeben sich bei den Themen zur Umweltqualität Bezüge zu den Grundlagen der Ökobilanzierung. Es ist wichtig anzuerkennen, dass es zur Ökobilanzierung neben den Grundlagennormen ISO 14040:2006/amd 1:2000 – *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework* und ISO 14044 :2006/amd 2:2020 *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines* branchenbezogene Regelwerke für Bauwerke und Bauprodukte gibt, die nachstehend angegeben werden.

Die Grundlage für die Beschreibung und Bewertung des Beitrags von Gebäuden zu einer nachhaltigen Entwicklung liefern auf internationaler Ebene

- ISO 15392:2019 - *Sustainability in buildings and civil engineering works – General principles*
- ISO 21929-1:2011 - *Sustainability in building construction – Sustainability indicators Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings*
- ISO 21678:2020 - *Sustainability in buildings and civil engineering works – Indicators and benchmarks – Principles, requirements and guidelines*
- ISO 21931-1:2022 - *Sustainability in buildings and civil engineering works – Framework for methods of assessment of the environmental, social and economic performance of construction works as a basis for sustainability assessment – Part 1: Buildings*
- ISO 20887:2020 - *Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability – Principles, requirements and guidance*

Auf europäischer Ebene ist dies insbesondere

- EN 15643:2021 - *Sustainability of construction works – Framework for assessment of buildings and civil engineering works*

Die EN 15978 - *Sustainability of construction works – Methodology for the assessment of performance of buildings – Environmental Performance* mit Grundlagen zur Bewertung der Umweltqualität von Gebäuden befindet sich mit Stand Herbst 2023 noch in Überarbeitung. Sie ist von besonderer Bedeutung. Hinsichtlich der Rechenregeln und Systemgrenzen bei der Ermittlung der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus von Gebäuden verweisen sowohl die EU-Taxonomy als auch das EU-Berichtsformat zur Nachhaltigkeit von Gebäuden LEVEL(s) auf diese Norm. Zwar kündigt die Europäische Kommission im Entwurf zur neuen Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie an, spezifische Rechenregeln erarbeiten und veröffentlichen zu wollen, deutliche Unterschiede zur Norm werden derzeit nicht erwartet. Im Bereich des Umgangs mit den Effekten der Erzeugung von Solarstrom am Gebäude und den grauen Emissionen der Anlagen wird jedoch gegenüber der Norm eine Präzisierung erforderlich. Die Arbeiten an Normen zu Grundlagen der Bewertung der ökonomischen sowie der sozialen Qualität von Gebäuden ruhen derzeit, ältere Fassungen liegen vor. Fragen der Bewertung und Beeinflussung der Kreislauffähigkeit von Gebäuden und der Kommunikation entsprechender Informationen als Teil von Gebäudepässen werden aktuell in den Normungsarbeiten des CEN TC 350 SC1 behandelt. Fragen zum Umgang mit vorhandenen Gebäuden behandelt

- EN 17680:2023 *Sustainability of construction works – Evaluation of the potential for sustainable refurbishment of buildings*

Grundlagen und Vorgehensweisen bei der Ermittlung und Bereitstellung umweltrelevanter Informationen zu Bauprodukten liefern auf internationaler Ebene

- ISO 21930:2017 - *Sustainability in buildings and civil engineering works – Core rules for environmental product declarations of construction products and services*
- ISO 22057:2022 - *Sustainability in buildings and civil engineering works – Data templates for the use of environmental product declarations (EPDs) for construction products in building information modelling (BIM)*

Auf europäischer Ebene sind von Bedeutung

- EN 15804:2012+A2:2019 + AC:2021- *Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products*
- EN 15941:2022 - *Sustainability of construction works – Data quality for environmental assessment of products and construction work – Selection and use of data* (Entwurf)
- EN 15942:2021 - *Environmental Product Declarations (EPD) – Communication format business-to-business*

Fragen der Messung von Emissionen in die Raumlufte sowie in die lokale Umwelt regeln die im Rahmen von CEN TC 351 entstandenen Normenwerke. Fragen der Beschreibung der Kreislauffähigkeit von Bauprodukten und der Kommunikation entsprechender Informationen als Bestandteil von Produktpässen werden im CEN TC 350 SC1 erarbeitet.

5. Handlungsempfehlungen

Seitens des Autors dieses Beitrags werden folgende Handlungsempfehlungen formuliert:

Allgemein, u.a.

- Verbesserung des Informationsaustauschs entlang der Wertschöpfungskette Bau
- Ergänzung des Motivs Gefahrenabwehr durch Motiv Zukunftsvorsorge
- Budget an THG-Emissionen als Ausgangspunkt für Dekarbonisierungsstrategien
- Umstellung einer erfahrungsbasierten auf eine prognoseorientierte Normung
- Entwicklung eines arbeitsteiligen Systems von Instrumenten (Pässe, Deklarationen)

Gebäudeebene, u.a.

- Formulierung und Vereinbarung von Zielen zur Umweltqualität in der Bedarfsplanung
- Planungsbegleitende Erfassung, Bewertung und Beeinflussung der Umweltqualität
- Ausbau der Objektdokumentation in Richtung Gebäudepass

Produktebene, u.a.

- Integration ökologischer Anforderungen in die Produktentwicklung
- Klärung von Fragen zur Gewährleistung bei Wieder- und Weiterverwendung
- Aufbau von Strukturen für Rücknahme / Leasingmodelle
- Trennung von Information/Instrument bei Ermittlung/Kommunikation von Daten

Es wird empfohlen, die Prozesse der Normung und der Weiterentwicklung gesetzlicher Anforderungen im Bereich der Umweltqualität von Bauwerken und Bauprodukten intensiv zu verfolgen.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Deutsches Bundesbauministerium (2019): Leitfaden Nachhaltiges Bauen https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Leitfaden_2019/BBSR_LFNB_D_190125.pdf
- [2] Dodd,N, Donatello,S, Garbarino,E, Gama Caldas,M, 2015. Identifying macro-objectives for the lifecycle environmental performance and resource efficiency of EU buildings – Working Paper 1. EUR 28373 EN. doi:10.2791/975886
- [3] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Ökobilanzielle Bewertung im Ordnungsrecht: Grundlagen und erste Ansätze zur vereinfachten Bewertung von Gebäuden mit angewandten Ökobilanzen. BBSR-Online-Publikation 44/2023.
- [4] Kreditanstalt für Wiederaufbau: Förderprogramm Klimafreundlicher Neubau – Wohnbauten [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Klimafreundlicher-Neubau-Wohngeb%C3%A4ude-\(297-298\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Klimafreundlicher-Neubau-Wohngeb%C3%A4ude-(297-298)/)
- [5] Internationale Energieagentur (2023): Assessing life cycle related environmental impacts caused by buildings; <https://annex72.iea-ebc.org/publications>
- [6] International Energy Agency. (2021). Net Zero by 2050 – a roadmap for the global energy sector. Revised version October 2021. https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf
- [7] Buchholz, M., & Lützkendorf,T. (2023). European building passports: developments, challenges and future roles. Buildings and Cities, 4(1), pp. 902–919. DOI: <https://doi.org/10.5334/bc.355>
- [8] Lützkendorf T. (2022): LCA of building materials within the framework of the Construction Products Regulation (CPR) in Europe. ce/papers. 2022;5:43–47. <https://doi.org/10.1002/cepa.1878>

Klimafreundliche Wohnbauten –

Bilanzierung und Vergleich von Gebäudetypen und Bauweisen

Frederic Dorff
Bundesverband Deutscher Fertigbau (BDF)
Bad Honnef, Deutschland



Klimafreundliche Wohnbauten –

Bilanzierung und Vergleich von Gebäudetypen und Bauweisen

1. Kurzvorstellung des Forschungsvorhabens

1.1. Kontext

Die Planung und Realisierung von zukunftsfähigen Wohnbauten stellt in mehrerlei Hinsicht eine Herausforderung dar. Es müssen einerseits anspruchsvolle Ziele an den Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz sowie zur Schonung natürlicher Ressourcen formuliert und geeignete Methoden zur planungsbegleitenden Erfassung, Bewertung und Beeinflussung der Umweltqualität weiterentwickelt und angewendet werden. Andererseits muss der Nachweis erbracht werden, dass sich derartige Anforderungen in der Praxis des Planens und Bauens realisieren lassen und die zur Anwendung der Bewertungsmethoden benötigten Daten verfügbar und valide sind.

In einem vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) und dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) geförderten Forschungsvorhaben, bei dem Fertighausunternehmen, Ingenieurbüros und Vertreter der Wissenschaft eng zusammenarbeiten, wird am Beispiel von realisierten Wohnbauten in diversen Ausführungsvarianten untersucht, ob und wie sich derzeit und künftig u. a. die Einhaltung der Anforderungen zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus realisieren lässt. Dabei werden die betriebsbedingten und die gebäudebezogenen «grauen» Emissionen ermittelt und analysiert.

Im Fokus der Betrachtung stehen u. a.:

- die Auswirkungen von Entwurfsentscheidungen
- die Relevanz von Art und Größe der Bezugsfläche inkl. Vorhandensein von Kellern und/oder Tiefgaragen
- die Bedeutung von PV-Anlagen und deren Größe bzw. Ertragsleistung
- die Auswirkungen künftiger Klimaveränderungen auf den Energiebedarf
- der Vergleich zwischen der Verwendung von generischer bzw. produktspezifischer Ökobilanzdaten zu Bauprodukten

Auf der Grundlage der Ergebnisse werden Vorschläge zur Weiterentwicklung von Rechenregeln und Bewertungsmethoden entwickelt und Möglichkeiten des Übergangs von statischen zu dynamischen Modellen diskutiert. Weiterhin soll nachgewiesen werden, dass sich zukunftsfähige Wohnbauten mit aktuell zur Verfügung stehenden Materialien und Systemen bereits heute realisieren lassen.

1.2. Zeitplan und Beteiligte

Das Forschungsprojekt Klimafreundliche Wohnbauten ist am 01.01.2023 gestartet und hat eine Laufzeit von 18 Monaten. Abschließende Ergebnisse werden Anfang 2024 erwartet und Juni 2024 in einem Forschungsbericht veröffentlicht.

Beteiligt am Projekt sind:

- Unternehmen der Fertighausindustrie
- Ascona Gesellschaft für ökologische Projekte
- Bau-, Energie- und Umweltberatung Weimar
- FID Fertigbau Informations-Dienst-GmbH
- Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH

2. Forschungsfragen

Das Forschungsprojekt hat das Ziel, die Rechen- und Bilanzierungsregeln im Kontext der Erfassung, Bewertung und gezielten Beeinflussung der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus von Wohnbauten zu überprüfen und weiterzuentwickeln. Es wird dabei auch untersucht, ob die Anforderungen des Qualitätssiegels Nachhaltige Gebäude (QNG) in Deutschland [1] im Planungs- und Baualltag erfüllt werden können.

Das Projekt umfasst die nachstehend genannten Forschungsfragen, welche anhand von realisierten Gebäuden diskutiert werden sollen.

1. Lassen sich die Anforderungsniveaus des QNG als Beispiel für ggf. künftige gesetzliche Anforderungen in der Praxis erreichen?
2. Führen die lokalen Folgen des Klimawandels zu einem Anpassungsbedarf bei Berechnungsgrundlagen und Anforderungswerten?
3. Ist bei vorgefertigten Gebäuden mit von Anfang an bekannten Lieferketten ein Übergang von generischen bzw. durchschnittlichen zu hersteller- und produktspezifischen Ökobilanzdaten bei Bauprodukten aller Art möglich und sinnvoll? In welcher Größenordnung liegen die Unterschiede zwischen generischen bzw. durchschnittlichen Werten einerseits und produkt- und herstellerspezifischen Daten andererseits?
4. Ergeben sich bei der Nutzung von Daten der ÖKOBAUDAT 2020-II, der ÖKOBAUDAT 2021-II, der Rechenwertetabelle Ökobilanzierung 2023 bzw. noch aktuellerer, vom BBSR zur Verfügung gestellter Datengrundlagen relevante Unterschiede und damit Konsequenzen für künftige Anforderungswerte?
5. Wie lässt sich der biogene Kohlenstoffgehalt bei Gebäuden ermitteln und interpretieren?
6. Welche Erkenntnisse lassen sich aus einer gesonderten Betrachtung von GWP_{fossil} und GWP_{biogenic} bei der Bewertung des Treibhauspotenzials gewinnen, soweit dafür geeignete Daten vorliegen?
7. Wie hoch ist der Erstaufwand (upfront) an Primärenergie, nicht erneuerbar und resultierenden Treibhausgasemissionen und eignet sich dieser für die Formulierung von Nebenanforderungen? Was wäre dabei zu beachten?
8. Wie wirken sich die Wahl von Bezugsflächen und das Vorhandensein von Kellern auf die Bewertungsergebnisse und damit auf die Festlegung und Einhaltung von Anforderungswerten aus?
9. Was sind die Auswirkungen einer gebäudeintegrierten Gewinnung und Nutzung erneuerbarer Energie? Wie ist mit exportierter Energie und wie mit der (anteiligen) Zuordnung von grauen Emissionen der BIPV-Systeme zum Gebäude umzugehen?

Es ist geplant, die Ergebnisse in Form von Handlungsempfehlungen für die Anwendung und Weiterentwicklung des QNG zu formulieren und zu veröffentlichen. Insbesondere sollen Vorschläge für künftige Anforderungswerte erarbeitet werden, die erwartete Veränderungen bei Datengrundlagen und Randbedingungen (Klima, Nutzerverhalten) bereits berücksichtigen.

3. Grundlagen der Lebenszyklusanalyse

3.1. Phasen, Module und Rechenregeln

Als Teil einer umfassenden Lebenszyklusanalyse gelangt im Projekt die angewandte Ökobilanzierung zur Anwendung. Eine Ökobilanzierung befasst sich allgemein mit der ganzheitlichen Quantifizierung der Umweltauswirkungen eines Produkts, eines Gebäudes oder einer Dienstleistung über den gesamten Lebenszyklus.

Im Fertigbau spielt die Ökobilanzierung eine zunehmend wichtige Rolle, da sie Informationen über den Ressourcenverbrauch, die Treibhausgasemissionen und andere Umweltauswirkungen eines Gebäudes liefern kann und Teil der Nachweispflicht für das Förderprogramm Klimafreundlicher Neubau (KFN) der KfW ist [2].

Die Rechenregeln der Ökobilanzierung basieren auf anerkannten internationalen Grundlagentennormen: u.a. der ISO 14040 und ISO 14044 sowie auf den branchenspezifischen Regeln der EN 15643 und EN 15978. Unterteilt wird die Betrachtung des Lebenszyklus in unterschiedliche Phasen. Es erfolgt eine Differenzierung in einen betriebs- und gebäudebezogenen Anteil. Das verwendete Lebenszyklusmodell besteht aus der Phase der Herstellung und Errichtung «von der Wiege bis zur Übergabe», mit den Modulen A1-A5, der Nutzungshase B1-B7 bzw. B8, sowie der Phase von Rückbau und Entsorgung (C1-C4). Ergänzend werden Angaben zu den Modulen D1 Recyclingpotenzial und D2 Effekte exportierter Energie gemacht.

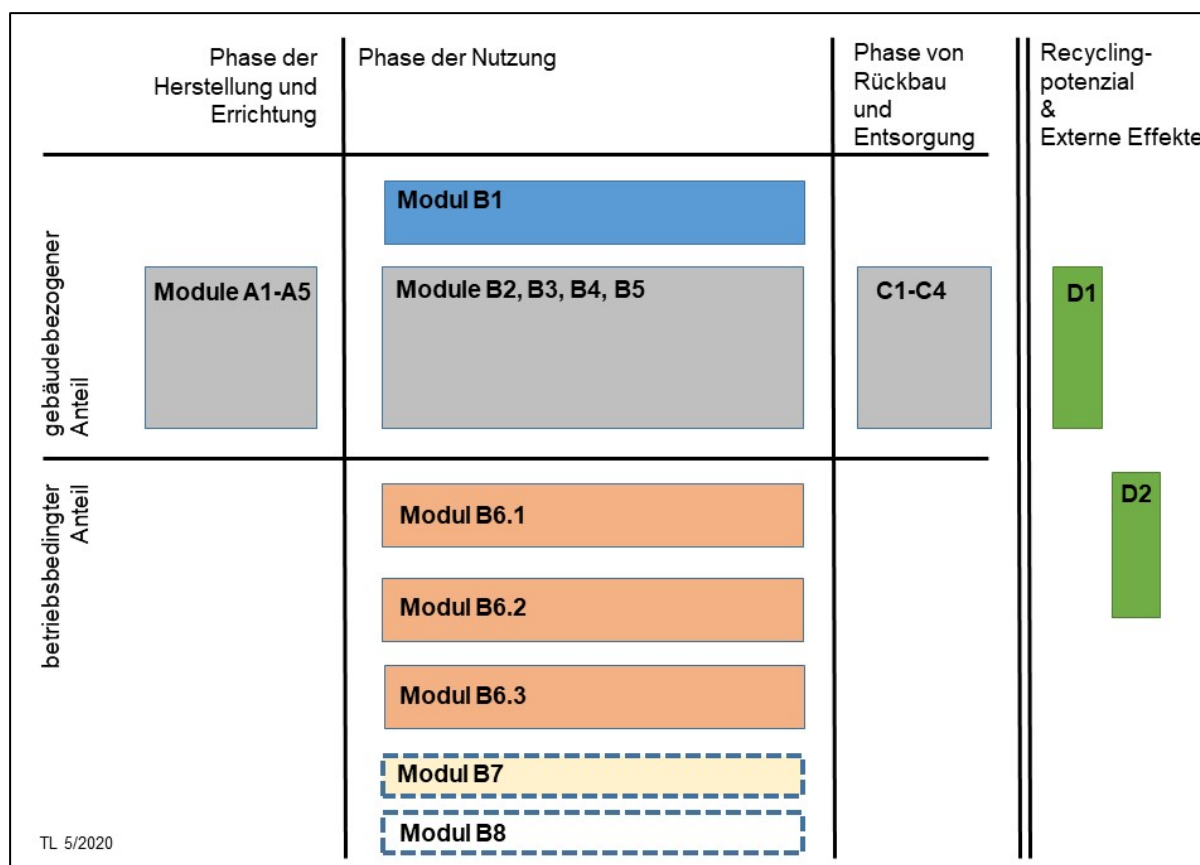


Abbildung 1: Phasen und Module der Lebenszyklusanalyse von Gebäuden [3]

Für die Erstellung einer Ökobilanz werden detaillierte Informationen wie zum Beispiel Mengen an Materialien, Energieverbrauch während der Nutzung inkl. Haushaltsstrom benötigt. Im Fertigbau spielt die Ökobilanzierung eine zunehmend wichtige Rolle, da sie Informationen über den Ressourcenverbrauch, die Treibhausgasemissionen und andere Umweltauswirkungen eines Gebäudes liefern kann. Seit März 2023 ist die Ökobilanzierung für die Beantragung von Fördermitteln für Neubauten in den Programmen der KfW, Pflicht. Datenbasis ist die Rechenwertetabelle 2023 mit ca. 400 generischen Datensätzen des BBSR [4]. Es gilt ein Anforderungswert für das Treibhauspotential von maximal 24 kg CO_{2e} (CO₂-Äquivalente) bzw. 96 kWh/m²a Primärenergie, nicht erneuerbar. Ursprung dieser Zielgrößen ist das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG). Hier werden die Ergebnisse einer Ökobilanzierung inkl. der Einhaltung von Anforderungswerten gefordert sowie verschiedene Kriterien wie Energieeffizienz, Ressourcenverbrauch, Gesundheit und Komfort der Nutzer ganzheitlich und auf die Lebensdauer des Gebäudes betrachtet und bewertet.

Mit Hilfe der Ökobilanzierung können die Umweltauswirkungen eines Gebäudes quantifiziert sowie Verbesserungspotenziale identifiziert werden. Das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) und die damit verbundene Förderung der KfW tragen in Deutschland dazu bei, den Fokus auf eine nachhaltige Bauweise zu legen und positive Umweltauswirkungen zu erreichen.

3.2. Gebäudetypologie – Querschnitt von Größen und Bauweisen

Die Grundlage aller Kalkulationen und Vergleiche bilden 25 gebaute Gebäude (orange) sowie 10 Gebäudevarianten (gelb). An diesen 35 Untersuchungsobjekten werden die verschiedenen Berechnungen durchgeführt, um die entsprechenden Forschungsfragen zu diskutieren. Die Abbildung 2 zeigt die Objekte in einer Matrix. Die Gebäudetypen sind in Einfamilienhäuser (EF), Doppelhäuser (DH) und drei Kategorien von Mehrfamilienhäusern (MFH) unterteilt. Diese Kategorien für Mehrfamilienhäuser sind wie folgt definiert: «Klein» für MFH mit weniger als vier Wohneinheiten, «Mittel» für Gebäude mit vier bis sechs Wohneinheiten und «Groß» für Gebäude mit mehr als sechs Wohneinheiten. Die Bauweise

ist in Holztafelbau, Massivholzbau, Hybridbau, Modulbau und mineralischer Bauweise unterteilt. Die Datensätze stammen hauptsächlich von realisierten Bauprojekten verschiedener Mitglieder des Bundesverbandes Deutscher Fertigbau (BDF).

	Gebäudetyp/ Bauweise	Einfamilienhaus (EFH)	Zweifamilienhaus (ZFH)	Doppelhaushälfte (DHH)	MFH-Klein (< 4 WE)	MFH-Mittel ($4 < X < 6$ WE)	MFH-Groß (> 6 WE)	Wohnähnliche Nutzung (Wohnheime, Hotels...)
Organisch	Holztafel	4	2	2	4	1	2	1
		6	1	3	0	0	0	0
	Massivholz	1	0	0	1	0	0	1
	Hybrid	1	0	0	1	1	1	1
	Modul	1	0	0	0	0	1	0
Mineralisch	Zement	2	0	0	0	0	0	0
	Kalk-Sandstein	1	0	0	1	0	2	1
	Beton	0	0	0	0	1	1	0

		Holztafel	Massivholz	Hybrid	Modul	Mineralisch	
Gebäude	25	16	1	4	2	2	
Varianten	10	0	2	1	0	7	
Summe	35	16	3	5	2	9	
nicht nominiert	10						

Abbildung 2: Gebäudetypologie – Übersicht zu Größen und Bauweisen

3.3. Fragestellungen zum gebäudebezogenen Teil

Ein Schwerpunkt des Projektes liegt auf der detaillierten Betrachtung der gebäudebezogenen Lebenszyklusanalyse. Neben der Prüfung der allgemeinen Erreichbarkeit der Grenzwerte des QNGs in Primärenergie, nicht erneuerbar und dem Treibhauspotenzial (GWP-Total), stellen sich detaillierte Fragen auf die Auswirkungen von Gebäudeeigenschaften und der Auswahl von Bezugsdaten. Diese Fragestellungen betreffen unter anderen eine Analyse von Auswirkungen des Vorhandenseins eines Kellers. Weitere Fragen sind: Welchen Einfluss besitzt die Hinzu- oder Wegnahme des Kellers auf das Gesamtergebnis? Auf welche Flächenkalkulation wird sich bezogen (Bruttogrundfläche oder Nettoraumfläche)? Was für einen Einfluss besitzt die Datenbasis? Sind Ökobilanzierungen mit generischen Daten aus der Rechenwertetabelle 2023 besser oder schlechter als Bilanzierungen mit Daten der ÖkobaDat oder rein herstellereinspezifischen Daten? Was verschiebt sich, wenn das GWP-Total in GWP-fossil und GWP-biogen aufgeteilt wird? Abbildung 3 liefert einen Überblick zu den untersuchten Fragestellungen.

Gebäudebezogene Fragestellungen:

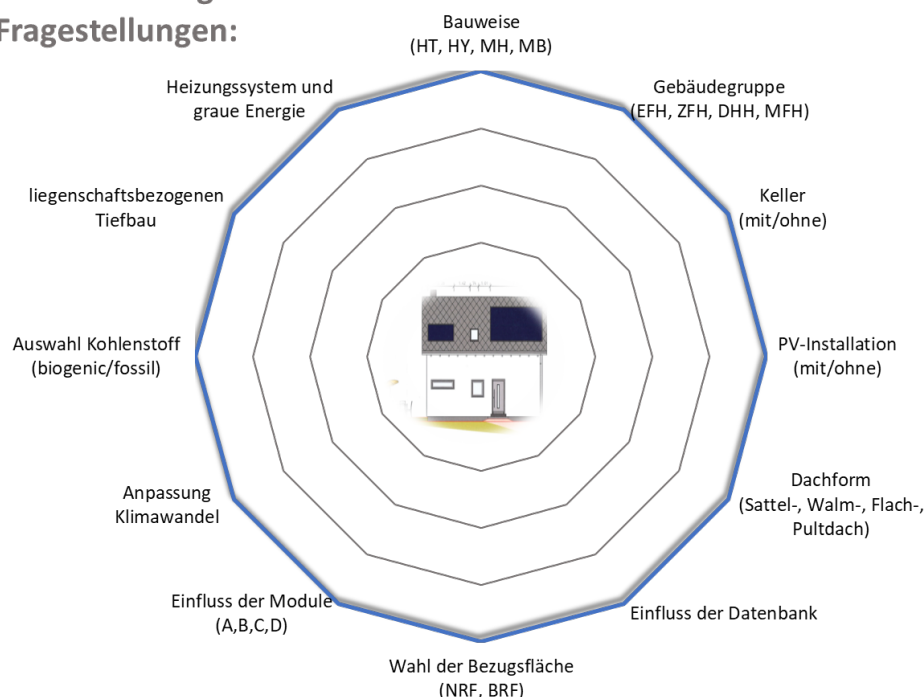


Abbildung 3: Gebäudebezogene Fragestellungen

3.4. Fragestellungen zum betriebsbedingten Teil

Untersucht werden Fragen auf energetischer Seite, dem betriebs-/nutzungsbedingten Teil der Lebenszyklusanalyse. In diesem Projektteil wird untersucht und aufgezeigt, was für ein Einfluss die Verwendung aktueller/zukünftiger Daten auf die Ökobilanzierung von Klimafreundlichen Wohnbauten besitzt. Weitere Fragestellung sind im Detail: Wird in Zukunft durch die zu erwartend höheren Temperaturen und Anzahl von Sonnenstunden die Nachfrage nach Kühlung größer? Was für einen Einfluss besitzt die Stromquelle? Können die Anforderungen des QNG erreicht werden, wenn keine PV-Anlage installiert wurde? Abbildung 4 liefert einen Überblick zu den Fragestellungen.

Nutzungsbezogene Fragestellungen:

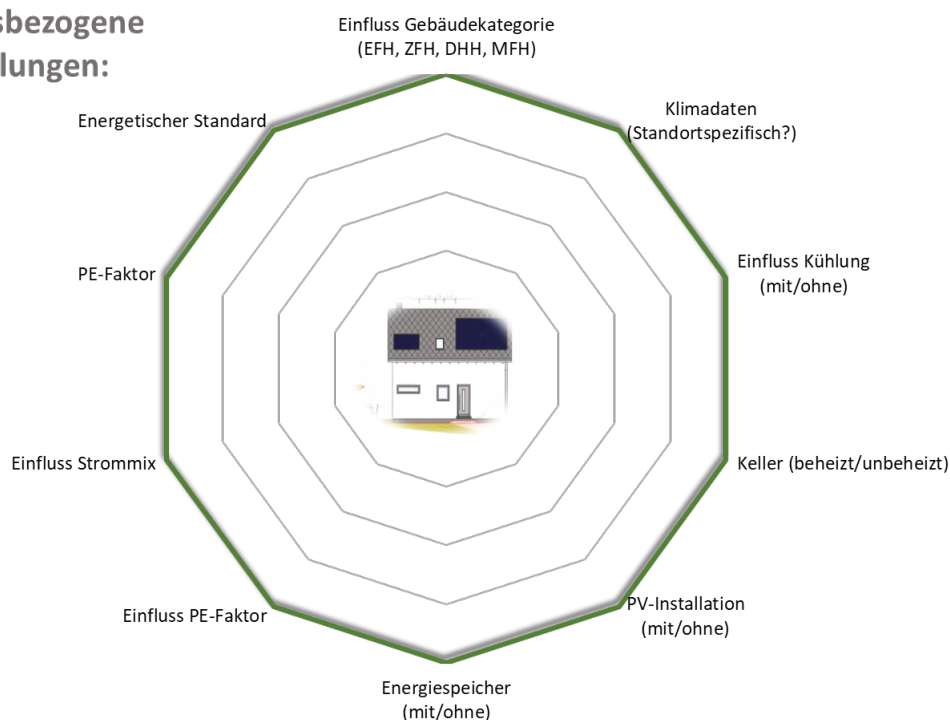


Abbildung 4: Nutzungsbezogenen Fragestellungen

4. Ausgewählte Zwischenergebnisse

Bis zum Herbst 2023 haben sich einige Erkenntnisse herauskristallisiert, die als momentane Zwischenergebnisse betrachtet werden können:

- Eine differenzierte Betrachtung dieser Erkenntnisse zeigt, dass im Rahmen der realen Bedingungen von Planung und Bau kleinerer Wohngebäude spezifische Herausforderungen bestehen. Es zeigt sich, dass die geforderten Anforderungswerte des QNG von kleineren Wohnbauten schwieriger zu erfüllen sind als von größeren Wohnkomplexen.
- Bezüglich der Integration von ökologischen Aspekten fällt auf, dass die Verwendung von gebäudeintegrierter Photovoltaik (BIPV) signifikante Vorteile mit sich bringt. Nicht nur im Sinne der Nachhaltigkeit, sondern auch zur Erfüllung der bestehenden Anforderungen an die Energieeffizienz ist der Einsatz von BIPV eine fortschrittliche Option. Sie unterstützt somit das Erreichen der QNG-Ziele, indem sie zur dezentralen Energieerzeugung am Ort des Verbrauchs beiträgt.
- Des Weiteren ist die Feststellung interessant, dass eine hohe energetische Qualität der Gebäudehülle, wie sie etwa im KfW40-Standard zum Ausdruck kommt, nicht unbedingt erforderlich ist, um die aktuellen QNG-Anforderungen zu erfüllen. Dies legt nahe, dass andere Faktoren, wie etwa die Anlagentechnik und das Nutzerverhalten, eine ebenso wichtige Rolle spielen und somit ein ausgewogener Ansatz bei der Gebäudeplanung notwendig ist.
- In Anbetracht steigender Sommertemperaturen zeigt sich immer klarer, dass der Schutz von Wohngebäuden vor Überhitzung an Bedeutung gewinnt. Die bisherigen Bauweisen, welche hauptsächlich auf Wärmeerhalt im Winter ausgerichtet sind, stoßen an ihre Grenzen, wenn es darum geht, die Innentemperaturen während der Sommermonate niedrig zu halten. Daher wird ersichtlich, dass eine Überarbeitung der Bauvorschriften erforderlich ist, um sowohl Kühlmethoden als auch bauliche Schutzmaßnahmen gegen Hitze zu integrieren. Dies bedeutet, dass nicht nur die Auswahl von Baumaterialien und Konstruktionstechniken, sondern auch das Design und die Ausrichtung von Gebäuden so optimiert werden sollten, dass sie natürliche Kühlung unterstützen und gleichzeitig die Energieeffizienz erhöhen.
- Beim Vergleich der Anforderungsniveaus innerhalb Europas, speziell zwischen Deutschland, der Schweiz und Dänemark, sind Parallelen erkennbar. Trotzdem bestehen gewisse Unterschiede, die insbesondere durch die Einbeziehung des Haushaltsstroms in die deutschen Vorschriften erklärt werden können. Diese zusätzliche Anforderung beeinflusst die Gesamteffizienz des Gebäudes und stellt somit eine spezifische nationale Besonderheit dar.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG):
<https://qng.tack-digital.de/qng/qng-anforderungen/#besondere-anforderungen>
- [2] Kreditanstalt für Wiederaufbau: Förderprogramm Klimafreundlicher Neubau – Wohnbauten
[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Klimafreundlicher-Neubau-Wohngeb%C3%A4ude-\(297-298\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Klimafreundlicher-Neubau-Wohngeb%C3%A4ude-(297-298)/)
- [3] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Klimaschutz im Gebäudebereich. BBSR-Online-Publikation 33/2021.
- [4] Rechenwertetabelle Ökobilanzierung 2023:
<https://www.oekobaudat.de/service/downloads.html>

Der Autor dankt den Projektbeteiligten für Ihre Unterstützung bei der Erstellung des Beitrags.

IHF-Prolog III

Holzhausbau

Bauen im Bestand –
Potentiale für die Holzbaubranche

Aufstockung statt Abriss – ein Beitrag zum Klimaschutz durch Holzbau

Annette Hafner, Michael Storck
Ruhr-Universität Bochum –
Lehrstuhl Ressourceneffizientes Bauen
Bochum, Deutschland



Aufstockung statt Abriss – ein Beitrag zum Klimaschutz durch Holzbau

1. Einleitung

Aufstockungsmaßnahmen stellen eine sinnvolle Möglichkeit dar ressourcenschonend mit Bestandsgebäuden umzugehen und dringend benötigten Bedarf an Wohnraum in bereits dicht bebauten Flächen zu schaffen. Durch seine Eigenschaften können sich für den Holzbau Potentiale im Bereich der Aufstockung von Gebäuden ergeben.

Der Umgang mit Bestandsstrukturen stellt sich als größter Hebel zur Erreichung der Klimaschutzziele im Gebäudebereich dar. So zeigt sich, dass EU-weit etwa 80 % der heute existierenden Gebäude auch 2050 noch existieren werden. [1] Die Reduktion der Emissionen kann aus Sicht des Klimaschutzes vor allem durch energetische Sanierung des Bestands erreicht werden. Hierbei ergibt sich, dass durch Sanierung und entsprechende Weiternutzung der Lebenszyklus von bereits errichteten Strukturen ohne weitere Emissionsentwicklung genutzt werden kann, was in einem Vergleich zu Neubauten zu einer Ersparnis an materialbedingten Emissionen führt. Darüber hinaus werden weitere Ziele wie etwa einer Flächenneutralität bis zum Jahr 2050 angestrebt, während, insbesondere in den innerstädtischen Bereichen, dringend weitere Wohnungen benötigt werden.

Aufstockungsmaßnahmen können hierzu aus Gesichtspunkten des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung drei allgemeine Vorteile erzeugen:

- Reduzierung des Flächenverbrauchs
- Mit der Aufstockungsmaßnahme energetische Sanierung des Bestands
- Weiternutzung von Bestandsstrukturen

In zwei Studien wurden allgemeine Potentiale zur Schaffung von Wohnraum durch Aufstockungsmaßnahmen erarbeitet. Hierbei ergab sich ein Potential von etwa 1,1 – 1,5 Mio. Wohneinheiten durch Aufstockung von Wohngebäuden in innerstädtischen Bereichen mit erhöhter Nachfrage nach Wohnraum. [2] Weitere 2,3 – 2,7 Mio. Wohnungen sind darüber hinaus in urbanen Lagen durch Aufstockung und Umnutzungen von Nichtwohngebäuden möglich. [3]

2. Holzbau in der Aufstockung

Gerade für den Holzbau kann das Thema der Aufstockung von Gebäudebeständen eine Zukunftsaufgabe sein, da sich die Vorteile des Holzbaus hier gut umsetzen lassen. Für den Holzbau ergeben sich durch sein geringes Gewicht, die große Tragfähigkeit, die guten Wärmedämmeigenschaften und Vorfertigung Vorteile im Bereich Sanierung / Umbau / Anbau und oder Aufstockungen.

Gleichzeitig müssen für die Errichtung von Aufstockungsmaßnahmen eine Reihe an Voruntersuchungen des Bestands durchgeführt werden, etwa zu statischen Lastreserven, baurechtlichen Anforderungen, zum Vorhandensein von Schadstoffen oder zum möglichen Wegfall des Bestandsschutzes. Im Rahmen des Forschungsvorhabens «Leitlinie zur Vereinfachung der Planung und Durchführung von Aufstockungs-/Erweiterungsmaßnahmen als Nachverdichtungsmaßnahme in innerstädtischen Bereichen» [4] wurden typische Problematiken bei der Planung und Durchführung von Aufstockungsmaßnahmen analysiert und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt.

In einem kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekt «Holz in der Aufstockung – Bewertung und Umsetzung von Holz in Aufstockungsmaßnahmen (HolzAuf)» wurde dargestellt welche konstruktiven Lösungen es für typische Anschlussmöglichkeiten von Holzbauteilen auf Bestandsstrukturen gibt und typische Aufstockungskonstruktionen in Holzbauweise erarbeitet und ökologisch bewertet. [5] Die erarbeiteten Konstruktionen sind im frei zugänglichen Ökobilanz-Tool eLCA des Bundesinstituts für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR) veröffentlicht.

Im Rahmen der Forschungsprojektarbeit wurde eine Analyse tatsächlich durchgeführter Aufstockungsmaßnahmen in Holzbauweise durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 grafisch dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass die meisten Aufstockungsmaßnahmen in Großstädten und Ballungsgebieten durchgeführt werden.

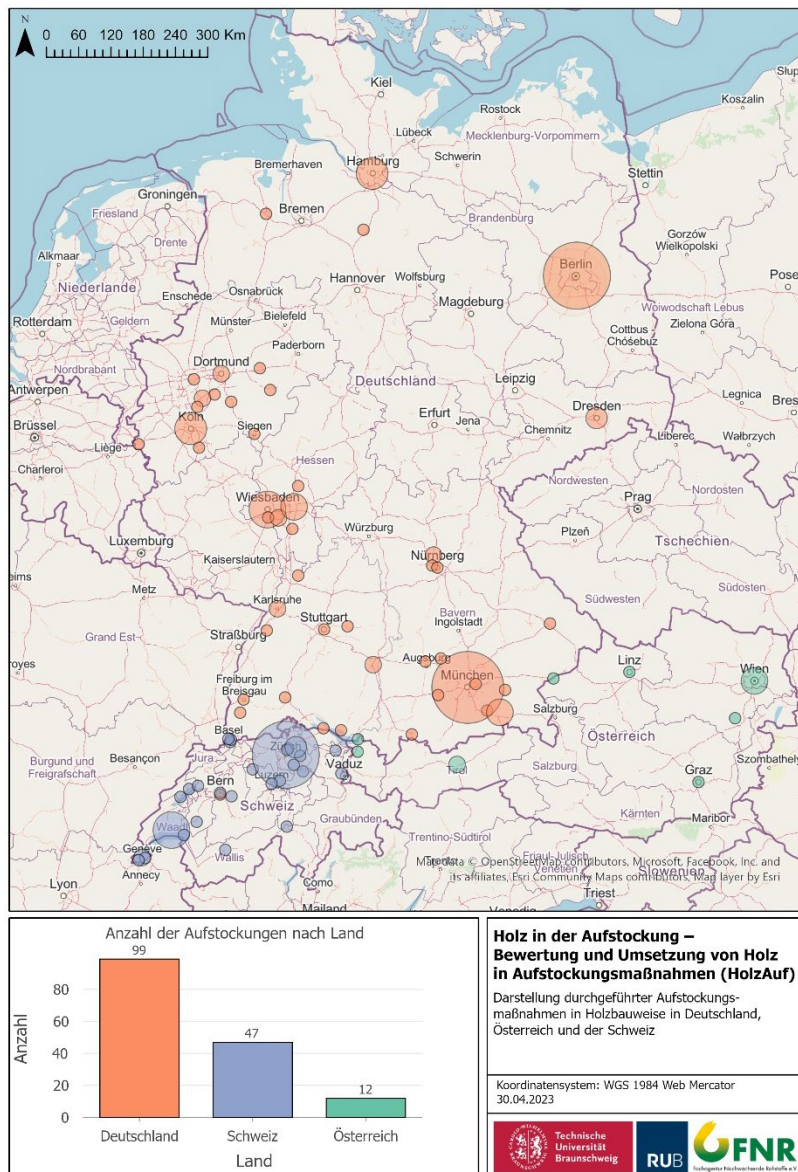


Abbildung 1: Karte mit Aufstockungsmaßnahmen in Holzbauweise für den DACH-Raum aus [5]

Neben konstruktiven und bauphysikalischen Eigenschaften ergeben sich für Aufstockungen in Holzbauweise Vorteile durch die Bindung von Kohlenstoff in Bauteilen, wodurch das Gebäude als temporärer Speicher von Kohlenstoff dienen kann.

3. Ökobilanzen für Aufstockung und Sanierung

Durch Ökobilanzen können systematisch Umweltwirkungen von Produktsystemen über den Lebenszyklus dargestellt werden. Die Systematik zur Bewertung von Umweltwirkungen im Gebäudebereich ist vor allem für den Fall des Neubaus ausgelegt und wird in der Normierung nach DIN EN 15978 normativ geregelt. [6] Über Anpassungen kann die Bewertung auch für Bestandsumbaumaßnahmen verwendet werden. Hierzu muss neben betrieblichen Emissionen etwa durch Heizung und Warmwasserbereitung auch die durch Materialien ausgelösten Emissionen und weiteren Umweltwirkungen bestimmt werden. Die Bewertung geschieht über Lebenszyklusmodule welche den Lebenszyklus des Gebäudes in bestimmte

Abschnitte wie Herstellungsphase (Modul A), Nutzungsphase (Modul B) und Entsorgungsphase (Modul C) aufteilen. Darüber hinaus können Gutschriften außerhalb der Systemgrenzen weitere Vorteilhaftigkeiten durch Wieder-/Weiterverwendung beschreiben (Modul D). Ökobilanzergebnisse werden auf Grundlage von Datensätzen ermittelt, in Deutschland wird in der Regel die Datenbank Ökobau.dat des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen verwendet. [7] Ökobilanzergebnisse werden durch verschiedene Wirkungskategorien dargestellt. Vor allem die Berechnung von Treibhausgasäquivalenten als Globales Erwärmungspotential (Global Warming Potential (GWP)) hat sich als ein wichtiger Indikator für Ökobilanzergebnisse etabliert.

Für Aufstockungs- und Sanierungsmaßnahmen müssen die für den Fall eines Neubaus entstandenen Rechenregeln angepasst werden. In verschiedenen Forschungsvorhaben wurde hierzu eine entsprechende nach DIN 15978 Normkonforme Systematik zur Bewertung von Aufstockungs- und Sanierungsmaßnahmen entwickelt, die in Abbildung 2 dargestellt ist.

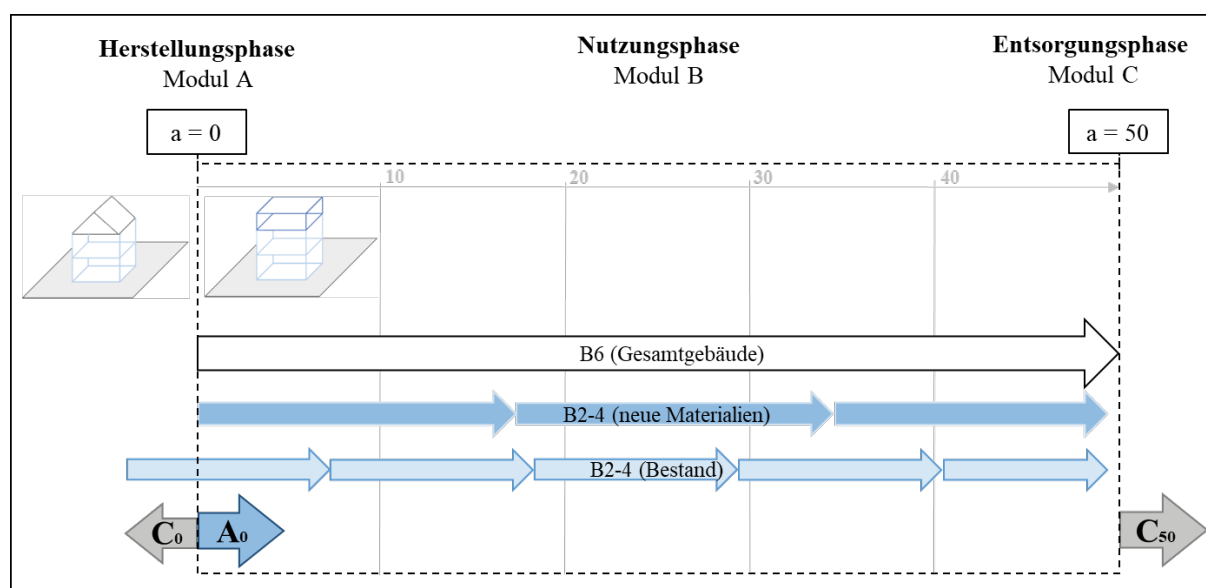


Abbildung 2: Grafische Darstellung der Lebenszyklusmodulanpassungen zur ökologischen Bewertung von Aufstockungs- und Sanierungsmaßnahmen [8]

Es ergibt sich die Besonderheit, dass das Produktsystem «Gebäude» nicht erst hergestellt werden muss, sondern Bestandsbauteile teilweise zurückgebaut werden müssen, wie etwa der Dachstuhl, und Bestandsbauteile im Gebäude verbleiben, wie etwa tragenden Innen- und Außenwände. Neu hinzukommende Materialien, wie die Aufstockungskonstruktionen oder Dämmungen werden dem System wie Neubauteile hinzugefügt und entsprechend bilanziell bewertet. Es wird angenommen, dass der Lebenszyklus einer Weiternutzung des Gebäudes von 50 Jahren entspricht.

Durch die Weiternutzung von Bestandsstrukturen ergibt sich die Vorteilhaftigkeit gegenüber einer Abriss- und Neubauvariante. Großflächige Strukturen wie Bestandsdecken oder Wände können ohne Herstellungsaufwendungen vom Gebäude genutzt werden. Die aus dem Bestand kommenden «grauen» Umweltwirkungen und Emissionen können dementsprechend im Vergleich zu einem Referenzfall Abriss-Neubau Vorteile ergeben. Dies soll als Vergleichsrechnung zwischen Aufstockung und Abriss-Neubau im folgenden Kapitel dargestellt werden.

4. Ökobilanzvergleich Abriss-Neubau gegenüber Aufstockung

4.1. Beschreibung des Vergleichs

Auf Grundlage der zuvor vorgestellten Ökobilanzsystematik wird eine Aufstockungsmaßnahme mit einer fiktiven Abriss-Neubau-Variante verglichen. Hierzu wurden zunächst sämtliche Massen ermittelt und mit den Datensätzen der ÖkobaDat und den zugehörigen angepassten Lebenszyklusmodulen verknüpft. Für die Abriss-Neubau Variante wurde angenommen, dass das gesamte Gebäude inklusive der Fundamentierung zunächst zurückgebaut wird und an gleicher Stelle in gleicher Größe und Kubatur wie die Aufstockungsvariante neu errichtet wird. Neben der Betrachtung der durch Materialien ausgelösten Emissionen sollte auch der Frage nachgegangen werden inwieweit die Reduktion von betrieblichem Energieverbrauch durch einen besseren Wärmedämmstandard des Neubaus mögliche Vorteile aus Materialemissionen über den Betrachtungszeitraum amortisieren kann. Als Neubauvariante wurden typische Konstruktionen eines heutigen Neubau-standards (Effizienzhaus 55 in massiver Bauweise) gewählt und bewertet. Weiche Faktoren wie die bessere Ausnutzung von Flächen oder soziale Faktoren wie Barrierefreiheit im Neubau wurden nicht berücksichtigt, stellen aber für Planende ebenfalls Entscheidungsfaktoren dar. Die Aufstockung wurden auf Basis von einer tatsächlich durchgeführten Maßnahme bewertet. Das aufgestockte Gebäude stammt aus den 1950er Jahren und wurde neben der Schaffung der Aufstockung durch Aufbringung eines Wärmedämmverbundsystems energetisch saniert. Die Konstruktionen der Aufstockung sind vorgefertigte Ziegelwände, Trockenbauwände im Innenbereich und eine Flachdachkonstruktion in Holzbauweise. Beide Gebäude werden mit Fernwärme beheizt, Nutzerstromverbräuche wurden nicht berücksichtigt.

4.2. Ergebnisse Aufstockung gegenüber Abriss-Neubau

Die Ergebnisse des Vergleiches zwischen Aufstockung und Abriss-Neubauvarianten sind in Abbildung 3 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Aufstockungsvariante sowohl im Bereich der Herstellung als auch über den gesamten Lebenszyklus weniger Emissionen verursacht als die untersuchte Abriss-Neubau Variante. Insbesondere die Einsparungen zum Zeitpunkt der Herstellung als Differenz in Höhe von $4,77 \text{ kgCO}_2\text{-Äq./m}^2\text{BGF}\cdot\text{a}$ trägt maßgeblich zum besseren Gesamtergebnis bei. Die hier eingesparten Emissionen verdeutlichen die Vorteile der Weiternutzung von Bestandsstrukturen im Vergleich zum Abriss-Neubau. Über den Lebenszyklus werden verschiedene Materialien in beiden Konstruktionen instandgesetzt, dies zeigt sich in kleineren Sprüngen der Emissionsentwicklung, beispielsweise im Jahr 2052. Die betrieblichen Emissionen zur Heizung und Warmwasserbereitung werden über 50 Jahre bemessen und ergeben eine leichte Einsparung zugunsten der Neubauvariante, welche sich auf $0,29 \text{ kgCO}_2\text{-Äq./m}^2\text{BGF}\cdot\text{a}$ beläuft. Es ist anzumerken, dass es sich hierbei um eine relativ intensive energetische Sanierung des Bestandsgebäudes bei gleichzeitig geringem Emissionsfaktor der Fernwärme handelt. Der Einfluss des betrieblichen Energieeinsatzes (Modul B6) kann hier je nach Untersuchungsgegenstand deutlich höher ausfallen. Am Ende des Lebenszyklus werden beide Vergleichsgebäude rechnerisch zurückgebaut, die entstehenden Emissionen sind für das Jahr 2072 dargestellt.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Aufstockungsvariante im Bereich der Betrachtung der CO_2 -Emissionen deutliche Vorteile aufzeigt. Insbesondere durch Weiternutzung von bestehenden Gebäudeteilen und entsprechendem Wegfall des Abrisses und Neu-Herstellung dieser Materialien. Anzumerken ist, dass es sich bei beiden Berechnungsvergleichen um zwei Beispiele mit entsprechenden Vorgaben handelt. Weitere Untersuchungen können die dargestellten Ergebnisse verifizieren. Ebenfalls kann auf Grundlage der Ergebnisse keine abschließende Aussage zur allgemeinen Vorteilhaftigkeit einer Variante über die andere getätigt werden. Es ist in Zukunft zu empfehlen, die durch Weiternutzung eingesparten Materialemissionen bei der Entscheidungsfindung Abriss-Neubau gegenüber Sanierung/Aufstockung mit zu berücksichtigen.

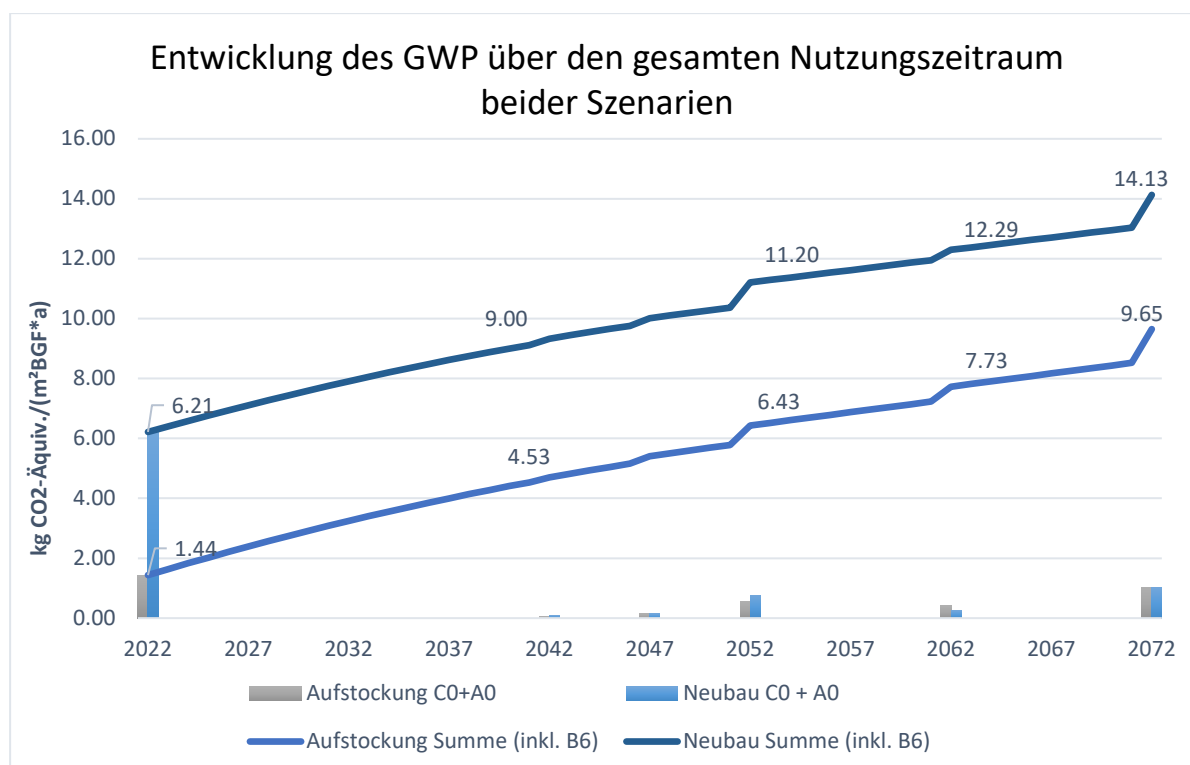


Abbildung 3: Emissionsentwicklung beider Maßnahmen über den Lebenszyklus nach [8]

Neben der Betrachtung von CO₂-Emissionen wurde ebenfalls der Vergleich von Lebenszykluskosten als ökonomische Nachhaltigkeitsbetrachtung in [8] untersucht. Es ergibt sich für die vorgestellte Untersuchung, dass durch die Weiternutzung von Bestandsbauteilen etwa die Hälfte an Lebenszykluskosten im Vergleich zum Falle eines Abrisses und Neubaus entstehen.

5. Fazit

Es zeigt sich, dass zur Erreichung der Klimaschutzziele ein sinnvoller Umgang mit bestehenden Gebäuden unumgänglich ist. Eine Möglichkeit des Bestandsumgangs stellen Aufstockungen von Bestandsgebäuden dar. Hierdurch entstehen Vorteilhaftigkeiten durch Weiternutzung von bestehenden Strukturen, Schaffung von Wohnraum ohne weiteren Flächenverbrauch und eine häufig mit der Aufstockung einhergehende Sanierung des Bestands. Insbesondere für den Bereich Holzbau lassen sich materialbedingte Vorteile bei Aufstockungsmaßnahmen umsetzen und Potentiale realisieren.

Die ökologische Vorteilhaftigkeit von Aufstockungsmaßnahmen im Vergleich zu einem Abriss-Neubau-Fall ergibt sich zu großen Teilen durch die Weiternutzung von Bestandsbauteilen. Hierbei können Materialien ohne weitere Emissionen weiterverwendet werden. Die ökologische Bewertung von Sanierungs- und Aufstockungsmaßnahmen kann über ein angepasstes Vorgehen der Lebenszyklusanalyse berechnet werden. Hierbei müssen die Besonderheiten des Zusammenkommens von Bauteilen aus unterschiedlichen Zeitpunkten beachtet werden.

Für den hier dargestellten Vergleich einer durchgeführten Aufstockungsmaßnahme gegenüber einer fiktiven Abriss-Neubau Variante ergibt sich eine deutliche Einsparung der Emissionen über den Lebenszyklus. Insbesondere die Einsparungen der Herstellung beeinflussen das Gesamtergebnis.

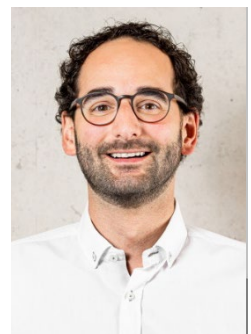
Zur besseren Einschätzbarkeit sollten in Zukunft weitere Berechnungen mit anderen Randbedingungen durchgeführt werden. Eine abschließende Aussage zur Vorteilhaftigkeit von Aufstockung gegenüber Abriss und Neubau kann nicht getätigt werden. Da das Ergebnis von einer Vielzahl an Faktoren, beispielsweise dem energetischen Standard der Sanierung abhängt. Dennoch sollte die Weiternutzung von bestehenden Bauteilen in zukünftigen Vergleichen zwischen Sanierung und Aufstockung gegenüber einem Abriss- und Neubau mitberücksichtigt werden.

6. References

- [1] The Royal Academy of Engineering. Engineering a low carbon built environment: The discipline of Building Engineering Physics. London 2010.
- [2] Tichelmann, Groß. Deutschland-Studie 2015 – Wohnraumpotentiale durch Aufstockungen. Darmstadt 2015.
- [3] Tichelmann, Blome, Ringwald. Deutschlandstudie 2019 – Wohnraumpotenziale in urbanen Lagen: Aufstockung und Umnutzung von Nichtwohngebäuden. Darmstadt 2019.
- [4] Fath M, Storck M, Kurzer C, *et al.* Leitlinie zur Vereinfachung der Planung und Durchführung von Aufstockungs-/Erweiterungsmaßnahmen als Nachverdichtungsmaßnahme in innerstädtischen Bereichen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2019.
- [5] Storck M, Fath M, Hafner A, Sieder M. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben – Holz in der Aufstockung – Bewertung und Umsetzung von Holz in Aufstockungsmaßnahmen (in Veröffentlichung). Gülzow 2023.
- [6] DIN-Normenausschuss im Bauwesen (NABau). Entwurf DIN EN 15978-1 – Nachhaltigkeit von Bauwerken – Methodik zur Bewertung der Qualität von Gebäuden Teil 1: Umweltqualität. Berlin: Beuth Verlag; 2021.
- [7] Bundesministerium für Wohnung, Stadtentwicklung und Bauwesen. ÖKOBAUDAT – Version nach EN 15804+A1; 2021 [cited 2023 June 6] Available from: URL: https://www.oekobaudat.de/no_cache/datenbank/suche.html.
- [8] Storck M, Hafner A. Aufstockung versus Abriss und Neubau – Vergleich von ökologischen und ökonomischen Auswirkungen – Bauphysik Kalender 2023. Wiley; 2023.

Bauen ohne Land

David Häring
Häring AG
Eiken, Schweiz



Bauen ohne Land

1. Häring AG

Nachhaltigkeit, Ökologie und innovative Technologien – diese Grundsätze sind tief in der Philosophie des Familienunternehmens Häring verwurzelt. Seit 1879 ist die Unternehmung in der 5. Generation stetig und aus eigener Kraft gewachsen. Heute beschäftigt die Häring-Gruppe rund 135 Mitarbeiter in der Schweiz und Singapur.

Als Gesamtdienstleister mit profundem Engineering Know-how ist es unser Ehrgeiz, mit Material, Zeit, Kosten, Land, Energie und weiteren Ressourcen bewusst umzugehen.

Unsere Tätigkeitsbereiche umfassen von Mehrfamilienhäusern bis zum Industriebau, vom Salzlager bis zum Parkhaus, von der Aufstockung bis zum Kindergarten – und dies alles aus einer Hand.

2. Verdichtetes Bauen

Bauen ohne Land – eine provokante Aussage mit starker Wirkung. Aber es geht um die Ressourcen Schonung oder Sorgfalt mit Raum und Boden.

Boden, nicht nur in der Schweiz, ist wertvoll für den Erhalt der Natur und wichtiger denn je für unsere Eigenversorgung.

In Anbetracht der zunehmenden Zuwanderung nach Europa muss weiterer Wohnraum geschaffen werden. Neben der Zunahme der Bevölkerung ist auch der Umstand, dass die Bewohner mehr Platz benötigen. Gemäss der Studie Raiffeisen Economic Research (2022) hat sich die Lebensweise der Schweizerinnen und Schweizer verändert. Die zunehmende Individualisierung und die Alterung unserer Gesellschaft führt dazu, dass die Menschen in der Schweiz in immer kleineren Haushalten wohnen. Dadurch nimmt die Anzahl von Einpersonenhaushalten und auch die Nachfrage nach kleineren Wohnungen zu (siehe Abbildung 1).

Durchschnittliche Fläche aller Wohnungen und Wohnfläche pro Bewohner, indexiert, 100 = 2012

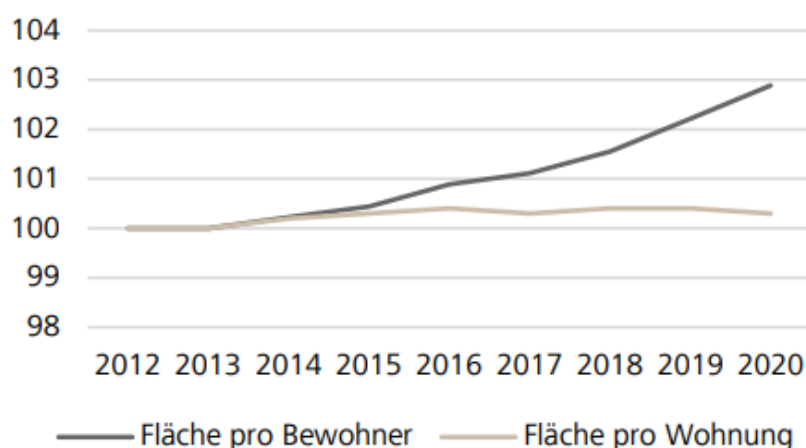


Abbildung 1: Entwicklung der Wohnfläche und Belegungsdichte (BFS, Raiffeisen Economic Research)

Bei uns in der Schweiz wurde erkannt, dass bei vollständiger Ausnutzung der bebauten Zonen der zusätzlich vom Raumgesetz nutzbare Bauvolumen in der Höhe wie in der Parzellenfläche auf eine weitere Grünzonenbeanspruchung für weitere Millionen Einwohner verzichtet werden könnte.

Diese innere Verdichtung lässt sich sowohl in der Fläche, aber vor Allem in der Stockwerkshöhe problemlos in den Städten digital ermitteln.

Seien es Hinterhöfe, Aufstockungen oder Baulücken: Die Zukunft des Bauens im urbanen Raum besteht zu einem ganz wesentlichen Teil aus dem Um- und Weiterbauen dessen, was schon da ist. Speziell beim Füllen von Baulücken sind in der städtischen Nachverdichtung passgenaue und massgeschneiderte Lösungen gefragt. Zugleich stellt das Bauen auf engstem Raum in der Stadt spezielle Anforderungen an den Bauprozess.

3. Aufstockung versus Ersatzneubaus

Die Notwendigkeit eines Neubaus wird oft nicht nur durch die beabsichtigte Verdichtung, sondern auch durch das Argument gerechtfertigt, dass moderne Neubauten energetisch effizienter sind als die alten Gebäude, die sie ersetzen. Dabei wird jedoch oft übersehen, dass die Bilanz der Grauennergie und der grauen Treibhausgasemissionen nicht berücksichtigt werden. Ein nachhaltiger Gebäudebestand sollte vor allem langlebig sein, um den Anforderungen des Klimawandels gerecht zu werden. Dies spricht grundsätzlich für die Fortsetzung des Bauens und die Renovierung bestehender Gebäude, wo immer dies möglich ist (Lignum Schweiz).

Selbstverständlich ist es jedoch immer notwendig, eine umfassende Bestandsaufnahme durchzuführen, bevor eine Entscheidung für ein bestimmtes Vorgehen getroffen wird. Aspekte wie Baurecht, Nutzungsflexibilität und der Zustand der vorhandenen Bausubstanz, einschließlich der Gebäudetechnik, müssen in die Gesamtbetrachtung einbezogen werden.

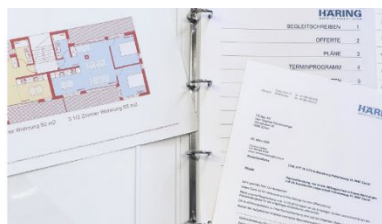
Falls sich am Ende herausstellt, dass ein Neubau die richtige Lösung ist, ist die Verwendung von Holz als Baumaterial sinnvoll. Denn das Bauwesen in der Schweiz sollte eindeutig auf Klimaneutralität ausgerichtet sein. In diesem Zusammenhang spielt Holz als Baustoff eine entscheidende Rolle, aufgrund seiner geringen Grauennergie und seiner Fähigkeit, CO₂ langfristig zu speichern.

Meistens sind die Eigentümer bezüglich des unternutzten Wohnraumpotentiales nicht bewusst.

Mit ersten Vorabklärungen zeigt Häring den Kunden das mögliche Potential auf. Dabei werden Massnahmen für eine Aufstockung oder Ersatzneubau gegenübergestellt und beurteilt (siehe Abbildung 2).



VORABKLÄRUNG >



VORPROJEKT >



BAUEINGABE >



AUSFÜHRUNGSPLANUNG >



AUSFÜHRUNG >



MIETBEGINN UND RENDITE

Abbildung 2: Alles aus einer Hand – von den ersten Abklärungen bis zur Bauabnahme (Häring AG)

4. Attico: Aufstocken mit System

Als innovatives Holzbauunternehmen realisiert Häring mit Attico ein Produkt nach Mass an Gebäudeaufstockungen, die dank des geringen Eigengewichts des Werkstoffs Holz die Möglichkeit bietet, hochwertigen Wohnraum zu schaffen. Häring bietet den Kunden höchste Kompetenz in Planung und Ausführung. Unsere integrierte Planung bedeutet Sicherheit für den Kunden und Transparenz in sämtlichen Phasen des Bauprozesses.

Aufstocken mit ATTICO bringt für alle Beteiligten einen hohen Nutzen bei voller Mietbelegung. Attraktiven Wohnraum schaffen dank ökologischer Aufwertung und Nachverdichtung.



Abbildung 3: Referenzobjekt Attico in Zürich mit einer Gebäudehüllensanierung (Häring AG)

5. Vertica-L: Lücken bebauen

Vertica-L der Häring-Gruppe hat eine moderne Lösung mit dem sprichwörtlichen Prinzip einer «Zahnlücke» entwickelt: Nicht genutzte und sanierungsbedürftige Wohnhäuser werden abgerissen; freie, leerstehende Lücken werden geschlossen, indem sie durch neue Häuser mit mehr Raum und unvergleichlicher Wohnqualität ersetzt werden. Aber nicht nur das, die neu entstehenden Gebäude sind durch die Kombination eines Holzsystembaus mit Sichtbeton auch nachhaltig, womit eine CO₂ Einsparung von über 35% im Vergleich zu konventionellen Bauten erreicht wird. Damit trägt das Produkt «Vertica-L» zu einer nachhaltigen Städteverdichtung bei.

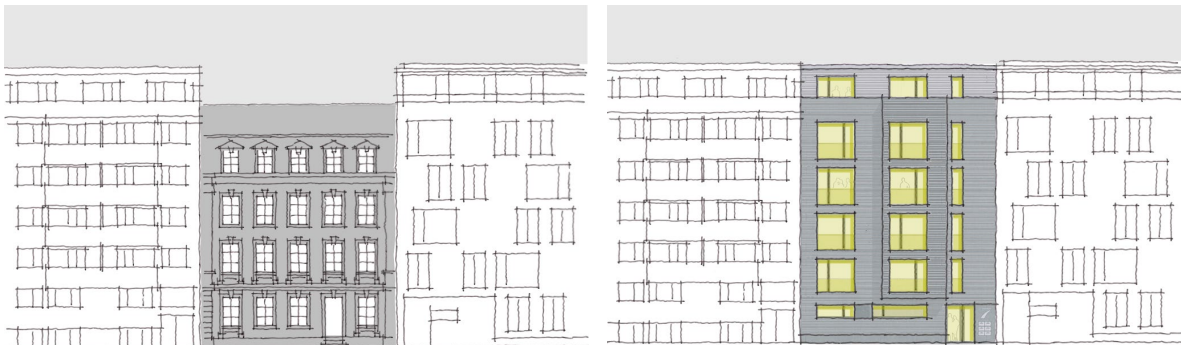


Abbildung 4: Schematische Darstellung für die Lückenbebauung im urbanen Raum (Häring AG)



Abbildung 5: Die vertikale Lücke wird mit Bezug auf die Nachbarbauten geschlossen, die horizontalen Fassadenelemente betonen den Charakter der Blockrandbebauung (Häring AG)

6. Nachhaltige Systembaulösungen im urbanen Raum

Verdichtetes Bauen ist das Gebot der Stunde, denn Land ist eine endliche Ressource. Mit dem Aufstockungssystem ATTICO oder Vertica-L, der Lösung für städtische Baulücken, bieten wir Hand für konstruktive Ideen, nachhaltige Strategien und dauerhaften Mehrwert. Der intelligente Baustoff Holz erlaubt mit einem Minimum an Energie ein Maximum an konstruktiven Lösungen und ist nun endgültig im urbanen Raum angekommen.

Serielles Sanieren – ein Erfahrungsbericht

Alexander Gump
Gump & Maier GmbH
Binswangen, Deutschland



Serielles Sanieren – ein Erfahrungsbericht

1. Gebäudemodernisierung mit vorgefertigten Fassadenelementen in Holztafelbauweise (TES)

Ist es möglich, ein Gebäude, welches das Ende seines Lebenszyklus erreicht hat, auf den Stand eines Neubaus zu modernisieren, anstatt es abzureißen und neu zu bauen? Die TES Methode gibt darauf eine klare Antwort: Wird das Bestandsgebäude bei einer Modernisierungsmaßnahme ganzheitlich betrachtet und eine tiefgreifende Sanierung durchgeführt, so können Wohnqualität, Nutzungseigenschaften und der Energieverbrauch eines Neubaus erreicht werden. Dabei spart der Bauherr gegenüber einem Ersatzneubau nicht nur bei Baukosten und Bauzeit. Sondern auch der ökologische Fußabdruck der Maßnahme wird auf ein Minimum reduziert, da die bestehende Bausubstanz zum größten Teil erhalten bleibt.

Dass die TES Methode auch im großstädtischen Umfeld erfolgreich angewendet werden kann, zeigte die 2017 durchgeführte Modernisierung in der Unertlstraße in München-Schwabing. Auf unkonventionelle Weise wurde bei den beiden Reihenhäusern der Gebäudeklasse 5 die Modernisierung mit einer vorgefertigten Holzbaufassade (straßenseitig) und einer WDVS Sanierung (hofseitig) verbunden. Während die Fassadensanierung straßenseitig nach zwei Wochen abgeschlossen war, zogen sich die Arbeiten auf der Hofseite über einen deutlich längeren Zeitraum, mit Unterbrechung wegen eines frühen Wintereintritts. Die Fassadengestaltung mit dem TES System erlaubte eine große architektonische Freiheit und die direkte Abtragung der Lasten aus den Balkonen in den Fassadenelementen, während hofseitig wenig Spielraum für eine Neugestaltung war. [Huß 2017]

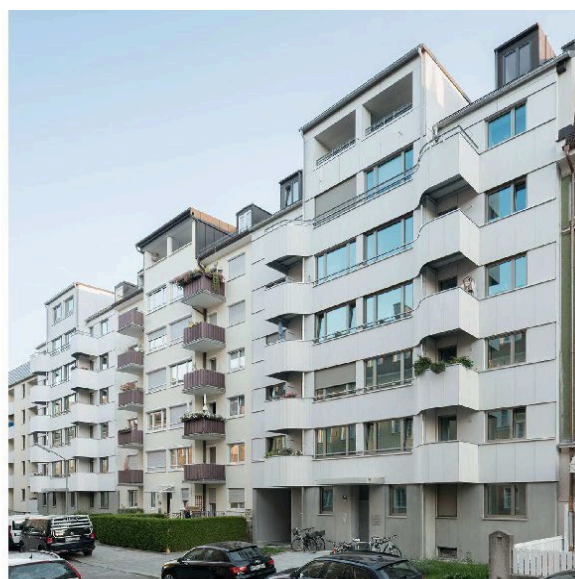


Abbildung 1: Straßenansicht zweier Wohnhäuser in München, vor und nach der Modernisierung

1.1. Nachhaltige Modernisierung mit System

Die TES Modernisierung wurde bereits 2008 an der Technischen Universität München in Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern aus Forschung und Holzbaupraxis entwickelt. Das System ist insbesondere auf den Gebäudebestand der 1950er bis 80er Jahre ausgerichtet, welcher bedingt durch zumeist geringen Baustandard einen hohen Energieverbrauch und geringe Nutzungsqualität aufweist. Seit den ersten Anwendungen wurde das TES stetig weiterentwickelt und wird kontinuierlich für die Gebäudemodernisierung genutzt.

Zur Rentabilitätsbeurteilung einer TES Modernisierung ist der gesamte Lebenszyklus der Maßnahme zu betrachten. Hier kommen die geringen Wartungskosten und lange Lebensdauer der Fassadenelemente zum Tragen, welche insbesondere bei Anwendung einer diffusionsoffenen, hinterlüfteten Holzfassade mit einem dauerhaften mineralischen Anstrich konventionellen Systemen weit überlegen sind. Zudem kann eine räumliche Erweiterung des Gebäudes in einem Zuge mit der Modernisierung erfolgen. Die zusätzlichen Einnahmen aus der so hinzugewonnenen Nutzfläche führen zu einer schnelleren Amortisation der Modernisierungskosten. Für den Bauherren zahlt sich die Entscheidung für eine tiefgehende Sanierung mit der TES-Methode somit auf mehrere Weise aus: Das Gebäude befindet sich nach kürzest möglicher Bauzeit in einem Neubauzustand, wodurch Mietausfälle minimiert und die neue Lebensdauer des Gebäudes maximiert werden. Risiken und Unsicherheiten während der Bauphase werden durch eine vorausgehende, vollständige und integrale Planung minimiert. Die Wartungs- und Betriebskosten nach der Modernisierung sind geringer als zuvor und geringer als bei konventionellen Sanierungsmaßnahmen. Und nicht zuletzt wird durch den Erhalt der Bestandssubstanz und die Verwendung nachhaltiger Baustoffe ein wichtiger Schritt hin zu einer ökologisch verträglichen Baumaßnahme gegangen.

1.2. Integraler Planungsprozess: Grundlage der vorgefertigten Bauweise im Bestand

Bauaufgaben im Bestand sind im Allgemeinen mit großen Unsicherheiten bezüglich der Entwicklung von Kosten und Dauer der Baumaßnahme behaftet. Großteils ist dies damit verbunden, dass Entscheidungen erst auf der Baustelle getroffen werden. Dagegen ist die Voraussetzung zur Anwendung vorgefertigter Fassadenelemente, dass zunächst eine vollständige Werkplanung erfolgen muss, um die Elemente herstellen und montieren zu können.

Die Modernisierung mit vorgefertigten Holzbauelementen basiert daher auf einem integralen, umfassenden Planungsprozess, bei dem im Vorfeld zur Ausführung alle Gegebenheiten und die entsprechenden baulichen Lösungen festzulegen sind. In den Planungsprozess sind alle Beteiligten einzubeziehen: Architekten, Haustechnik-, Brandschutz- und gegebenenfalls weitere Fachplaner [Lattke 2018]. Ebenfalls sollte möglichst früh im Planungsprozess das ausführende Holzbauunternehmen oder ein erfahrener Holzbauingenieur mit in die Planung einbezogen werden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die architektonischen, baurechtlichen und konstruktiven Anforderungen an die Modernisierungsmaßnahme eingehalten werden und eine holzbautechnisch optimierte Lösung erstellt wird. Zentrales Element der integralen Planung bildet das Bestandsmodell, welches für alle Planungsbeteiligten als Grundlage dient. Somit ist die TES Modernisierung für eine Planung mit BIM (Building Information Modeling) prädestiniert, da die maßgebenden Elemente bereits vorhanden sind: Die Planung und Ausführung folgen einem definierten, systematischen, digitalisierten Workflow, die Planung basiert auf einem dreidimensionalen Modell und es sind mehrere Akteure beteiligt, deren Zusammenarbeit auf engem Raum – in den Fassadenelementen – gut abgestimmt und kollisionsfrei erfolgen muss.

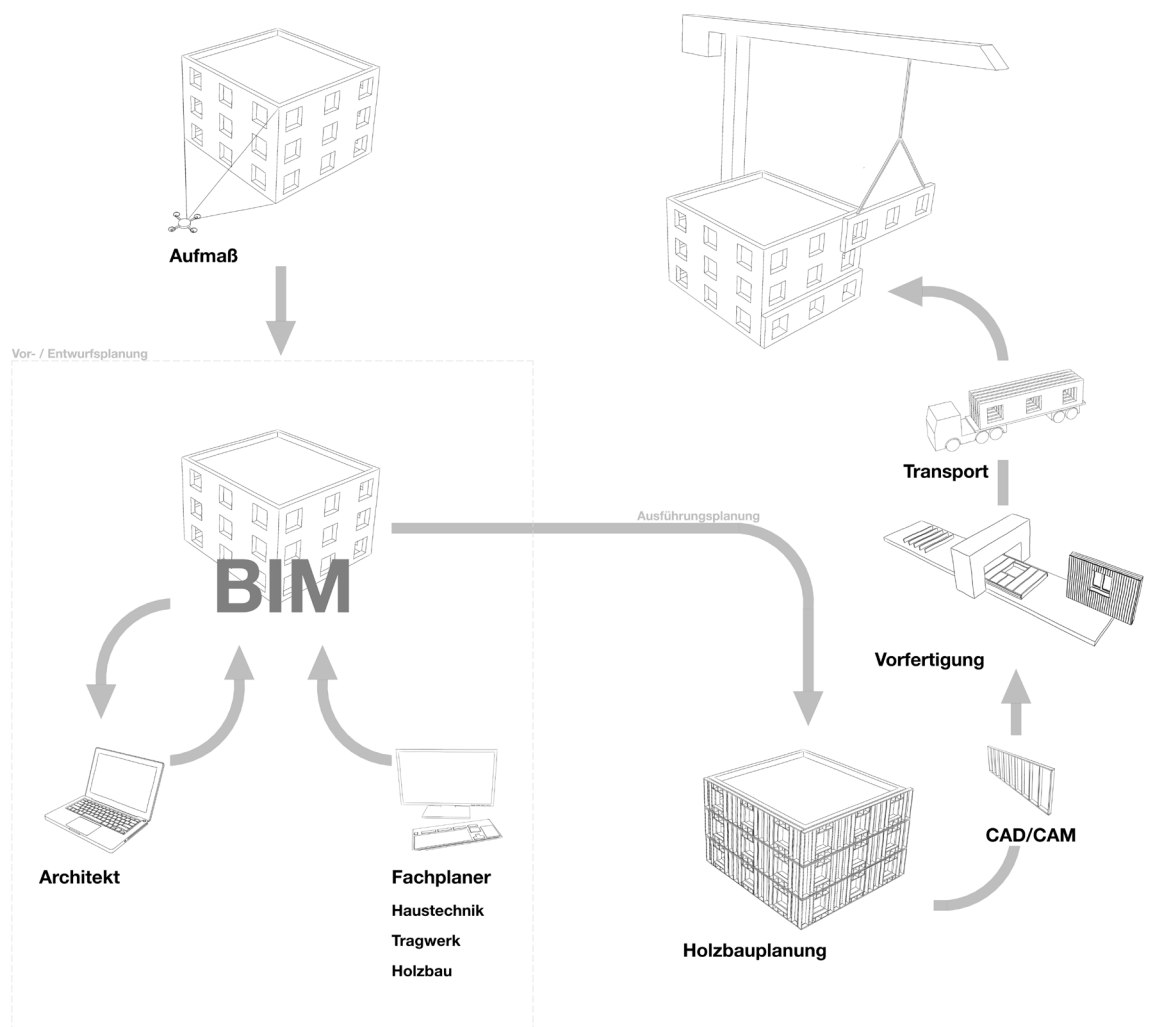


Abbildung 2: TES Prozessgraphik: Aus dem digitalen Aufmaß entsteht das Bestandsmodell, welches die Grundlage für den folgenden, integralen Planungsprozess bildet. Vom Aufmaß bis zur Montage folgt die Modernisierung mit dem Timber Element System (TES) einem systematischen, digitalen Workflow.

2. Konstruktive Holzbaulösungen für die Modernisierung

Die Konstruktion der TES Fassadenelemente orientiert sich zunächst an der Struktur des bestehenden Gebäudes: An der Größe und Lage der Fensteröffnungen, an den Gebäudeoberflächen und -kanten sowie an der Lage der Deckenplatten und weiterer für die Befestigung der Elemente maßgebender tragender Bauteile.

Die bestehenden Fenster werden zumeist kurz vor Anbringen Fassadenelemente von innen entfernt. Da die bestehenden Fensteröffnungen nicht zwangsläufig in einheitlicher Größe und lotrecht ausgeführt sind, wird ein gemitteltes Fenstermaß bestimmt, so dass die neuen Fenster einheitlich ausgeführt werden können. Um die innere Fensterlaibung auf den Fensterrahmen führen zu können, werden dabei die neuen Fenster kleiner ausgeführt als die bestehenden Fenster. Die Verkleinerung der Fensteröffnungen und die zusätzliche Laibungstiefe führen somit zu einem geringeren Tageslichteinfall, welcher in der Planung zu berücksichtigen ist. Jedoch ist die Prämisse der TES Modernisierung, den Bestand möglichst nicht zu verändern, um die Störung und die Bauzeit vor Ort so gering wie möglich zu halten.

Die für eine TES Modernisierung in Frage kommenden Gebäude weisen in der Regel schwerwiegende Wärmebrücken auf. In den meisten Fällen sind diese auf durchgehende auskragende Geschossdecken, wie Balkone oder Loggien zurückzuführen. Um die Wärmebrücken zu entfernen, werden die Balkone entweder abgerissen oder mit in die neue Hülle

eingebunden. So kann eine Vergrößerung der Wohnfläche erreicht werden. Um die verloren gegangenen Balkonflächen zu ersetzen, können neue Konstruktionen wie gestützte Stahlbalkone vor das Gebäude gesetzt oder Einzelbalkone mit thermisch getrennten Anschlüssen ausgeführt werden. Die Holztafelbauweise ermöglicht es beispielsweise, Stahlkonstruktionen direkt an die Holzständer anzuschrauben, ohne dabei Wärmebrücken zu erzeugen.

Neben der Reduktion von Wärmebrücken ist die Luftdichtigkeit maßgebend für den Energiebedarf und ist somit im Zuge der TES Modernisierung sorgfältig zu planen, auszuführen und zu prüfen. Je nach Zustand des Bestandsgebäudes wird die Luftdichtigkeit durch die bestehende Außenwand, die rückseitige Beplankung der Fassadenelemente oder durch eine Folie erfüllt, die um das Bestandsgebäude gehüllt wird. In jedem Fall ist ein sorgfältiger, luftdichter Anschluss zwischen Element und bestehendem Gebäude erforderlich. Insbesondere ist ein Augenmerk auf den luftdichten Anschluss in den Fensterlaibungen und an Durchdringungen zu richten.

Grundsätzlich bestehen an TES Elemente die Brandschutzanforderungen gemäß nichttragender Außenwände im Sinne der Bauordnung. Somit muss auf und in den Fassadenelementen eine Brandausbreitung ausreichend lang begrenzt sein. Die Ausführung aus brennbaren Baustoffen ist zudem in den Gebäudeklassen 4 und 5 nur zulässig, wenn die Fassade als raumabschließendes Bauteil feuerhemmend ist (W-30B). Die Oberflächen müssen schwerentflammbar sein, wobei normalentflammbare Dämmstoffe und Unterkonstruktionen zulässig sind, wenn die oben genannte Anforderung an eine Begrenzung der Brandausbreitung nicht verletzt wird. Eine Abweichung in Form von Holzverkleidungen ist möglich, wenn diese durch eine entsprechende konstruktive Ausführung kompensiert wird. (vergleiche [Gräfe et al. 2014], S. 22 ff.)

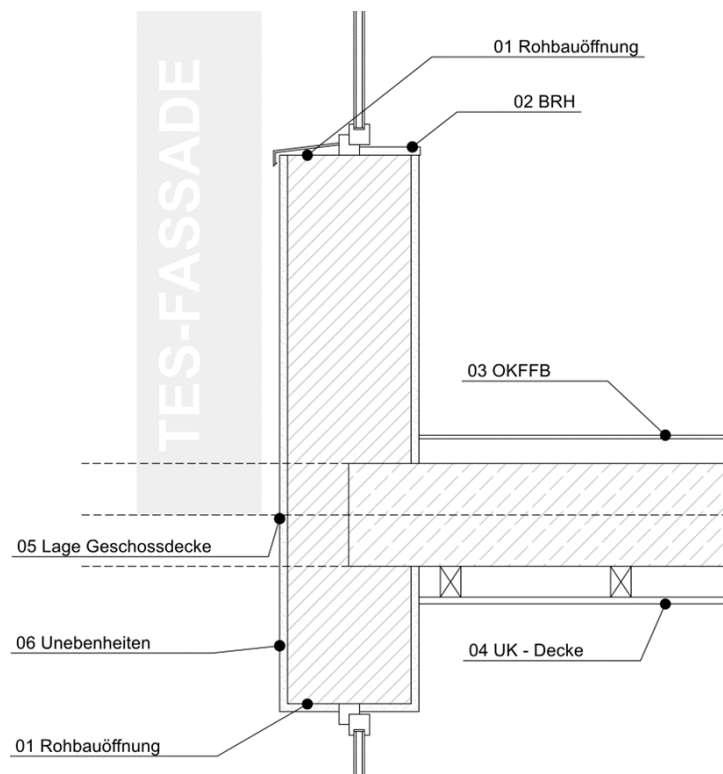


Abbildung 3: Maßgebende Punkte, die während der Bestandsaufnahme vermessen und im Bestandsmodell erkenntlich sein müssen.

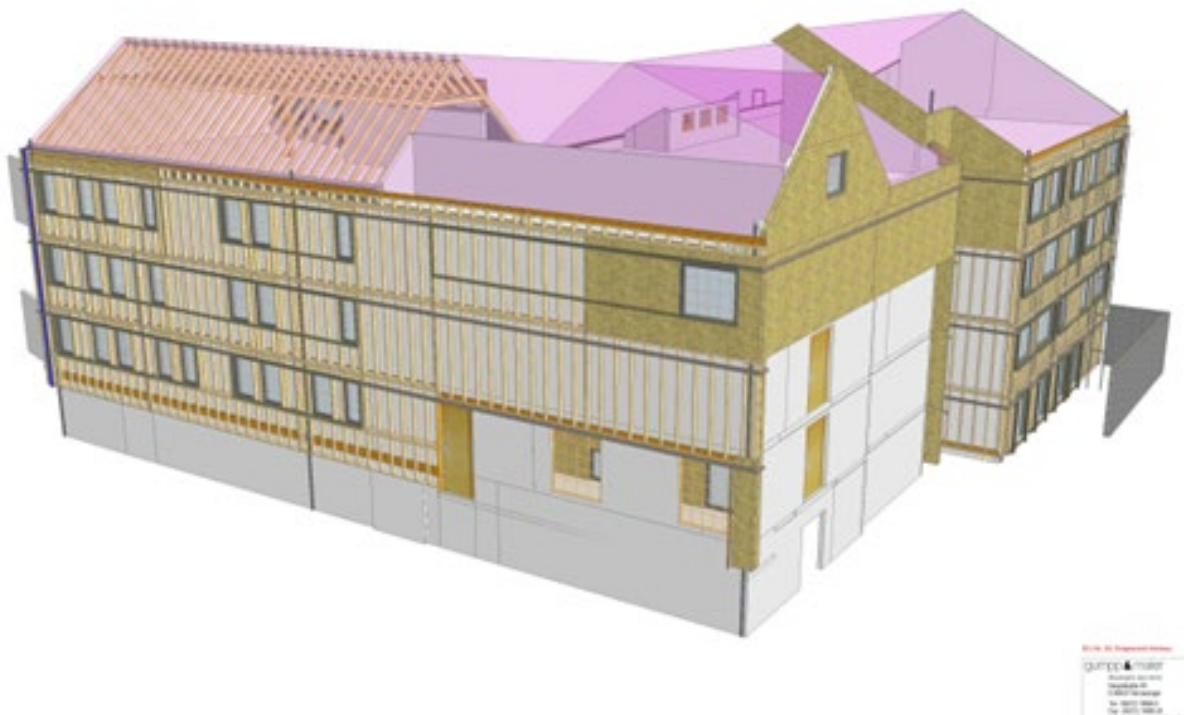


Abbildung 4: CAD/CAM Holzbauplanung der Fassadenelemente auf Basis der Punktwolke des Laserscans



Abbildung 5: Montage TES Element

2.1. Digitaler Workflow von der Bestandsaufnahme bis zur Montage

Grundlage für die Modernisierung mit einer TES-Fassade ist eine umfassende Bestandsaufnahme, die mit einer grundlegenden Beurteilung des Gebäudezustandes beginnt. Dazu muss eine genaue Untersuchung der Materialien, besonders in den tieferen Schichten, sowie der Gründungsverhältnisse und Tragfähigkeit erfolgen. Gesundheitsgefährdende Stoffe, wie Asbest, können so frühzeitig erkannt und bei der späteren Maßnahme entsprechend entsorgt werden. Die horizontalen Kräfte auf die neue Fassade aus Wind und anzunehmender

Schiefstellung werden in der Regel geschoßweise in die Deckenplatten eingeleitet, während vertikale Kräfte bis zum Fußpunkt der Fassade durchgeleitet werden. Durch Auszugsversuche wird die Tragfähigkeit der bestehenden Konstruktion und die erforderliche Art von Verbindungsmitteln bestimmt. Die vertikalen Lasten, die aus dem Gewicht der TES-Fassade resultieren, werden in den meisten Fällen über eine Konsole an der Stirnseite der Kellerdecke oder über ein vorgestelltes Streifenfundament direkt in den Sockel eingeleitet und abgetragen. Folglich ist es sinnvoll, bereits in diesem ersten Schritt einen Eindruck von den vorhandenen Bodenverhältnissen zu erlangen. Im weiteren Verlauf wird ein dreidimensionales Bestandsmodell erstellt, welches die Grundlage für die weitere Planung und Ausführung der TES Fassade bildet. Da Planunterlagen des Bestandsgebäudes, sofern sie vorhanden sind, nicht mit der notwendigen Genauigkeit den gebauten Zustand wiedergeben, ist ein Aufmaß erforderlich. Durch das digitale Aufmaß kann die Gebäudegeometrie und die Lage der tragenden Struktur genau erfasst werden. Dabei sind Messtoleranzen in Abhängigkeit von Art des Bauteils einzuhalten, um die Übereinstimmung zwischen Bestandsgebäude und neuer Fassade wie zwischen Stempel und Abdruck zu gewährleisten. Vor allem auf Vor- und Rücksprünge, Größe und Ausrichtung von Öffnungen sowie die Lage der Geschossdecken und der Dachkanten muss ein besonderes Augenmerk bei der Vermessung gelegt werden.

Bei der Vermessung muss die erforderliche Präzision gewährleistet sowie möglicherweise eingeschränkte Zugänglichkeit und Verschattung von Gebäudeteilen bewältigt werden. Bewährt hat sich die Kombination verschiedener Aufmaßmethoden, wie das Aufmaß einzelner Punkte mit einem Tachymeter in Verbindung mit einem 3D-Laserscan. Mit dem Tachymeter werden dabei einzelne, ausgewählte Punkte mit einer hohen Genauigkeit und guten Übersichtlichkeit im Modell vermessen. Durch den 3D-Lasescan können dagegen bessere Aussagen über die Unebenheit von Oberflächen und somit über die notwendigen Toleranzen zwischen Bestand und neuer Fassade getroffen werden, jedoch auf Kosten der Übersichtlichkeit durch die große Anzahl der vorhandenen Punkte. Besonders reibungslos kann das Aufmaß durch direkte Kopplung eines Tachymeters und einer Holzbauplanungssoftware erfolgen, da das Bestandsmodell ohne weitere Nachbearbeitung und Interpretation sofort sichtbar ist und die weitere Planung der Fassade direkt in der gleichen Software und an dem gleichen Modell stattfinden kann. Zur Beurteilung der Unebenheiten können in diesem Fall einzelne Fassadenpunkte zur Kontrolle vermessen werden.

Die Planung der Fensteröffnungen erfordert die Vermessung bestehenden Öffnungen mit einer Genauigkeit von ± 5 mm. Die Unebenheiten und Toleranzen der bestehenden Außenwand liegen oft im Bereich von mehreren Zentimetern und sollten mit einer Genauigkeit von ± 4 mm erfasst werden. Um diese Toleranzen auszugleichen wird ein umlaufender Holzbalken an die Stirnkanten der Geschossdecken geschraubt. Der Spalt, der so zwischen Bestandswand und der neuen TES-Fassade entsteht, wird mit Dämmstoff gefüllt. Dieser Montagebalken dient allerdings nicht nur zum Ausgleich von Toleranzen, sondern vor allem der Ausrichtung und Befestigung der TES-Elemente. Je nach Gebäudetyp, Befestigungsmöglichkeit und statischer Anforderung kann der Montagebalken und somit auch das TES-Element horizontal über ein Geschoss oder vertikal über mehrere Geschosse angebracht werden.



Abbildung 6: Digitales Gebäudeaufmaß mit 3D Laserscan

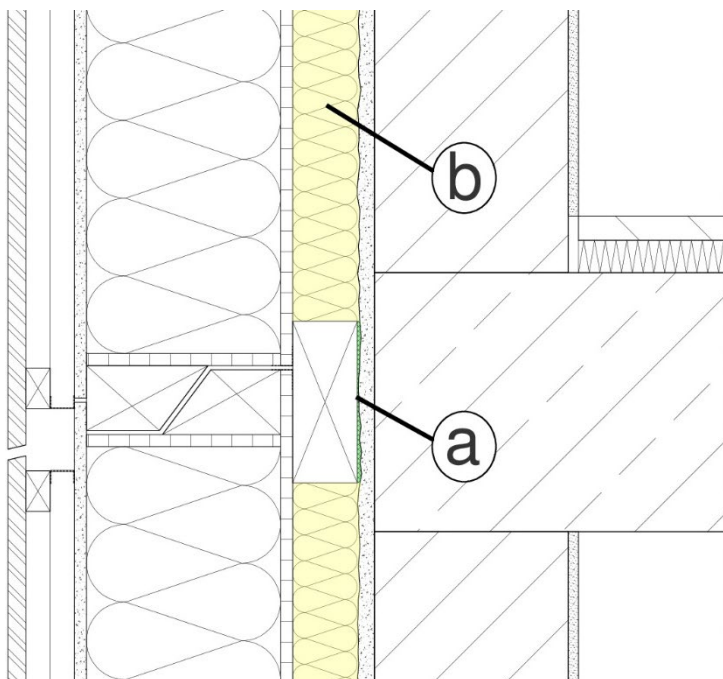


Abbildung 7: Ausgleich der vorhandenen Toleranzen am Bestandsgebäude

(a) Die Montagebalken werden durch Abstandhalter ausgerichtet

(b) Der verbleibende Hohlraum wird vor Anbringen der Elemente mit Mineralwolle gefüllt

2.2. Elementierung und maximaler Vorfertigungsgrad

Die Vorfertigung beinhaltet die Holzrahmenkonstruktion mit innerer und äußerer Beplanung, Dämmung, Unterkonstruktion für die Fassadenbekleidung und wenn möglich die Fassadenbekleidung selbst. Bei anderen Fassadenvarianten müssen die Restarbeiten, wie das Aufbringen der letzten Putzschicht oder das Anbringen der Fassadenplatten nach der Montage der TES-Elemente erfolgen. Daneben werden Fenster und Sonnenschutz in der Vorfertigung montiert. Ebenfalls bereits in der Praxis eingesetzt wurden Elemente, in die haustechnische Komponenten integriert wurden. Diese können dezentrale Lüftungsgeräte

mit Wärmerückgewinnung sein, Lüftungsschächte oder auch Elektro- und Wasserleitungen. Besonders hervorzuheben ist dabei die Möglichkeit, ein Schachtelement herzustellen, das über die TES Fassade den zentralen Haustechnikraum mit den einzelnen Stockwerken verbindet. Durch die Fertigung in der geschützten Umgebung der Werkshalle können komplizierte Anschlüsse ergonomisch und effizient eingebaut werden. Auf der Baustelle wird das Schachtelement in kurzer Zeit montiert und muss lediglich noch an den vorbereiteten Anschlüssen verbunden werden.

Die Elementgröße orientiert sich an den Gegebenheiten aus Geschosshöhe, Fassadenrücksprüngen, möglicher Transportgröße und zulässigem Elementgewicht. Das Ziel ist eine Ausführung mit möglichst wenigen Elementen, da eine größere Elementzahl direkt mit längeren Produktionszeiten und erhöhtem Logistischen Aufwand verbunden ist. Daraus resultieren in der Regel horizontale Elemente mit einer Höhe von einem Geschoss und einer Länge bis zu 12 Metern.

Dass die genannten Anforderungen auch zu anderen Lösungen führen können, zeigt die Modernisierung mit vertikalen Fassadenelementen in der Unertlstraße. Die straßenseitige Fassade des Reihenmittelhauses ist 17 Meter breit, 18,9 Meter hoch und weist durch den durchgehenden Zwerchgiebel zudem einen Fassadenrücksprung auf. Durch die vertikale Ausrichtung der Elemente konnte somit die Anzahl der notwendigen Fassadenelemente und damit die Bauzeit vor Ort optimiert werden. Die Elemente wurden wie horizontale Elemente gefertigt und erst auf der Baustelle aufgerichtet. «Das führt in der Vorfertigung dazu, dass die Fenster um 90° gedreht eingebaut werden müssen, was aber keine großen Schwierigkeiten bereitet. Die Elemente werden komplett in der Horizontalen vorgefertigt und erst auf der Baustelle in die Vertikale gehoben.» berichtet Alfred Bühler, Leitung der Arbeitsvorbereitung bei der Gump & Maier GmbH. Damit die Belastung durch Biegung beim Drehen der Elemente nicht überschritten wurde, musste ein Kipplaster eingesetzt werden, um die Elemente zunächst auf 45° anzuheben, bevor sie weiter mit dem Kran angehoben wurden.

Die Fügung der Elemente erfolgt nach dem Prinzip des Stufenfalzes. Jede Schicht ist am Elementstoß etwas versetzt, wodurch in Verbindung mit der Pressung durch das Elementgewicht die erforderliche Dichtigkeit erreicht wird. Zusätzliche Dichtungen im Elementstoß werden nur benötigt, wenn die OSB Platte an der Elementrückseite die Luftdichtigkeit des gesamten Gebäudes leisten soll. Da die Gummidichtungen den Einbau erschweren, sollten sie nur bei zwingendem Erfordernis eingesetzt werden.



Abbildung 8: vertikaler Elementstoß



Abbildung. 9: horizontaler Elementstoß

2.3. Logistik des Bauens im Bestand mit vorgefertigten Holzbauelementen

Der Bauablauf einer TES-Modernisierung ist an einen strikten Zeit- und Montageplan gekoppelt. Im ersten Schritt wird der Sockelbereich für die Lastabtragung der TES-Fassade vorbereitet. Das kann durch ein neues Streifenfundament vor der bestehenden Kellerwand oder durch eine Stahlkonsole in der Stirnkante der Kellerdecke erfolgen. Im nächsten Schritt werden die ersten zwei Lagen des Fassadengerüsts aufgestellt und im Anschluss die Bauchbinden eingemessen und mit Schwerlastankern oder Betonschrauben montiert. Der Abstand zwischen der bestehenden Außenwand und dem Fassadengerüst sollte mindestens 50 cm betragen, um das Einheben und das Montieren der Elemente zu gewährleisten.

Nach Anbringen der Montagebalken wird die restliche Fassade flächig mit Mineralwolle bekleidet, um den Hohlraum zwischen TES-Fassade und der bestehenden Außenwand zu schließen und so die Vorgaben an Brand- und Feuchteschutz sicher zu stellen. Kurz vor der Montage der TES-Elemente werden jeweils die betreffenden Bestandsfenster ausgebaut. Nach dem Befestigen der Elemente mittels Holzbauschrauben durch den Obergurt in die Montagebalken können bereits die Laibungen im Inneren geschlossen werden, während bereits die nächsten Elemente montiert werden. Falls notwendig kann auf diese Weise in kurzer Zeit mit nur einmaligem Betreten der Wohnung die neue Fassade und der fensteraustausch realisiert werden, um die Störung der Bewohner zu minimieren. Die Modernisierung im bewohnten Zustand soll in der folgenden Betrachtung noch einmal beleuchtet werden.

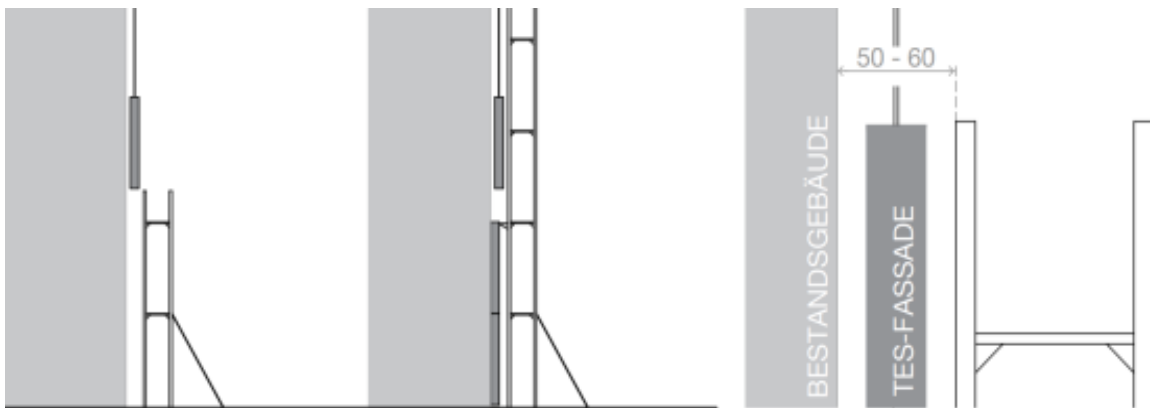


Abbildung 10: Montage der TES Elemente – das Gerüst wächst mit dem Baufortschritt mit

2.4. Maßgeschneiderte Lösung ausgerichtet auf Nachhaltigkeit und Effizienz

Mit der TES Methode steht ein systematisiertes Vorgehen zur Verfügung, um eine reibungslose, sichere und finanziell wie ökologisch nachhaltige Modernisierung erfolgreich durchzuführen. Die Grundlage dafür bilden die vollständige Ausführungsplanung im Vorfeld und die Zusammenarbeit in einem integralen Planungsprozess.

Das Ziel einer Modernisierung mit der TES Methode ist es, ein Gebäude, welches das Ende seines Lebenszyklus erreicht hat, wieder auf einen Neubaustandard zu heben, wodurch das Gebäude eine neue Lebenszeit erhält. Energieverbrauch und Nutzungsqualität sollen mindestens dem erforderlichen Neubaustandard entsprechen. Das zeigt, dass die TES Methode nicht auf eine Minimallösung mit nur der nötigsten Investition für eine kurzzeitige Verbesserung ausgerichtet ist, sondern für Bauherren interessant ist, die eine nachhaltige Lösung anstreben. Die Modernisierung im genutzten oder bewohnten Zustand ist durch die kurze Ausführungszeit auf der Baustelle und durch die geringe Störung der Nutzer zwar möglich. Jedoch fallen durch die komplexere Aufgabe höhere Kosten, da im bewohnten Zustand Wohnungen nicht frei betretbar sind und erheblicher Koordinationsaufwand mit den Nutzern entsteht. Eine optimale Umsetzung ist daher nur im unbewohnten Zustand zu erreichen.

Die TES Fassadenelemente dienen als Trägerrahmen für eine breite Palette an Ausstattungsvarianten, von Isolierverglasungen über Sonnenschutz bis hin zu Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung. Je nach Bedürfnissen des Bestandsgebäudes kann dieses System individuell und doch in einem systematisierten Prozess auf die unterschiedlichen Anforderungen angepasst werden.

3. Literaturverweise

- [1] [Huß 2017] Wolfgang Huß: Konventionell kontra Vorfertigung, in Deutsches Architektenblatt 11-17, planet c GmbH Düsseldorf 2017.
- [2] [Gräfe et al. 2014] Martin Gräfe et al.: Erarbeitung weiterführender Konstruktionsregeln/-details für mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 2014.
- [3] [Lattke et al. 2009] Frank Lattke et al.: TES EnergyFacade – prefabricated timber based building system for improving the energy efficiency of the building envelope, TES Manual, TU München 2009.
- [4] [Lattke 2018] Frank Lattke: Lösungen für die Gebäudemodernisierung, in Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, Detail Business Information GmbH München 2018.

Tradition und Moderne vereint

Wolfram Kübler
WaltGalmarini AG
Zürich, Schweiz



Tradition und Moderne vereint

1. 400 Jahre Gastgebertradition

«Es war einmal in Muri im Aargauer Freiamt: Ein Ochse, ein Adler und ein Wolf trafen sich und gründeten zusammen ein Hotel. Es steht mitten im Dorf, als Ensemble aus zwei Alt- und einem Neubau sowie einem Saal. Der <Ochsen> und der <Adler> sind seit Jahrhunderten gastliche Orte in der Gemeinde, neu dazugekommen ist der <Wolf>. Die Bauten tragen die Handschrift der Architektin Tilla Theus, die in der für sie typischen Präzision das Alte restauriert und partiell mit Neuem ergänzt hat.» So beginnt Werner Huber in der Architekturpublikation im Hochparterre [1] seinen Bericht über die Erneuerung und Revitalisierung der Traditionsgasthäuser Ochsen und Adler im Hauptort Muri Aargauer Freiamt in der Schweiz.

1.1. Muri feiert bald 1000jähriges Klosterjubiläum

Verschiedene Funde lassen auf eine Besiedlung des Raumes Muri während der Jungsteinzeit und der Bronzezeit schliessen. Die Geschichte Muris ist eng mit derjenigen der Benediktinerabtei verbunden. Graf Radbot von Habsburg und seine Ehefrau Ita von Lothringen stifteten 1027 das Kloster Muri. Mit der Rückendeckung der Habsburger wurde das Kloster mit der Zeit immer mächtiger, erwarb grossen Landbesitz im zentralen Mittelland und stieg zu einem wichtigen geistlichen und kulturellen Zentrum auf.

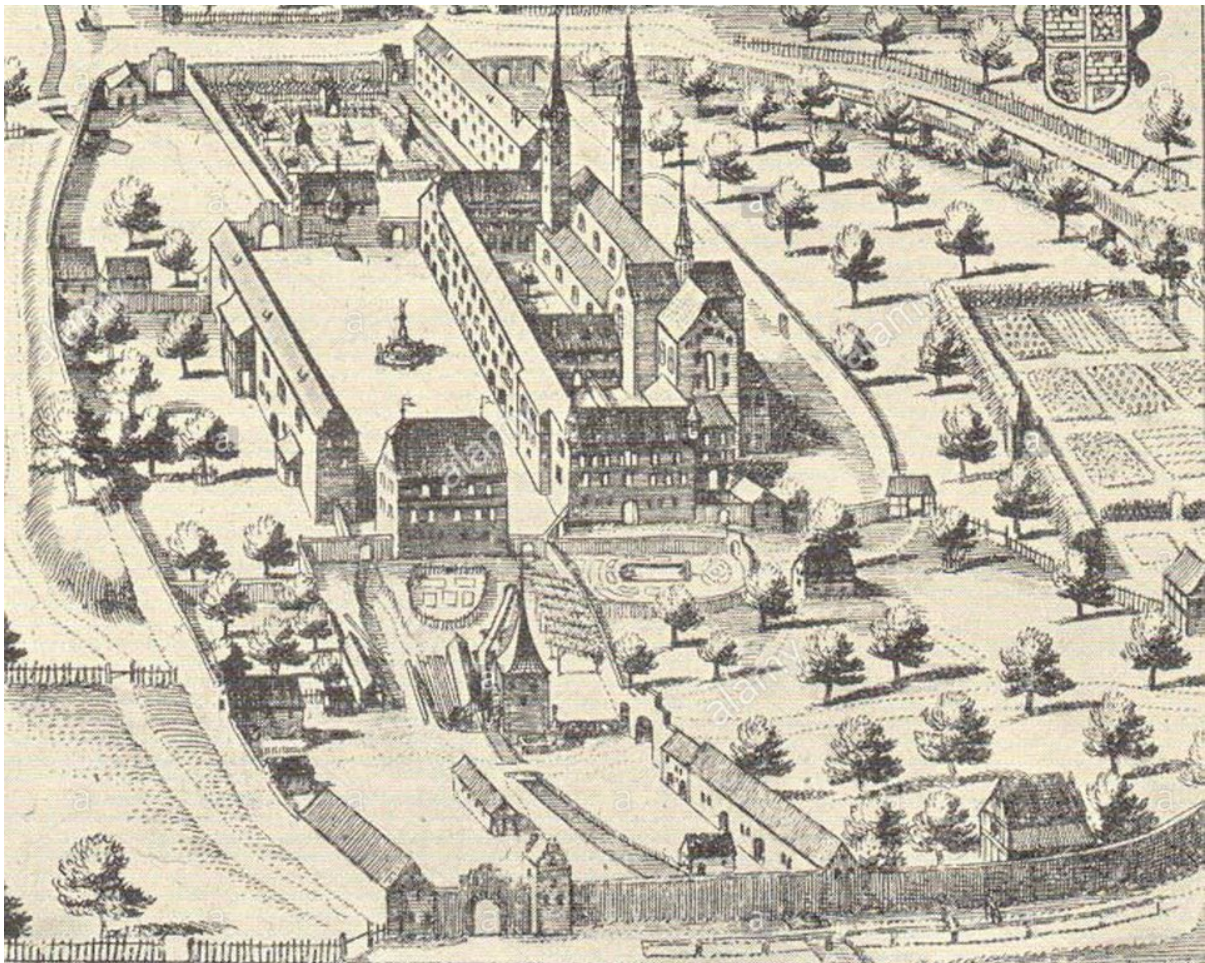


Abbildung 1: historische Abbildung Klosteranlage Muri/AG

Kern der weitläufigen Anlage ist die Klosterkirche St. Martin. Die Kirche zeigt Elemente der Romanik und Gotik, vor allem aber des Barock. In dieser restaurierten Pracht erscheint die Anlage seit 1971. Es handelt sich um den grössten sakralen Kuppelzentralbau der Schweiz. Ausserdem hat die Klosteranlage eine weitere bautechnische Besonderheit: Der Ostflügel mit seinen 222.4 Metern ist die längste historische Fassade im Land.

In der Klosteranlage befindet sich die Sammlung mit Werken des aus Muri stammenden Malers Caspar Wolf. Mit Murikultur wurde ausserdem eine Konzertreihe etabliert, welche unter anderem internationale Bekanntheit in Fachkreisen und bei Liebhabern für die Konzerte mit Alter Musik geniesst. Die Institution bietet der Region ausserdem ein vielfältiges Angebot an Klassik, Jazz, bildende Kunst, Cabaret und Literatur in den Klosterhallen.

Weiter gibt es ein Museum für medizin-historische Bücher sowie im Kreuzgang 57 Kabinettsscheiben, die als Höhepunkt der Renaissance-Glasmalerei gelten.

Die Mitglieder der Habsburgerfamilien haben nach wie vor einen engen Bezug zu Muri, da in der Gruft der Loreto-Kapelle die drei Söhne des letzten Kaiserpaars ihre letzte Ruhe fanden. Einige wünschen heute noch, in Muri bestattet zu werden. Erst im Januar 2022 wurde die Erzherzogin Margherita von Österreich mit einem 120-köpfigen Geleit feierlich, still und diskret in der Loreto-Gruft zu Grabe getragen. Zum Leichenmahl begab sich die illustre Adelsschar anschliessend ins neu eröffnete Hotel Caspar – eine Premiere mit erlauchter Klientel.

In Muri befindet sich das vermutlich belebteste Kloster der Schweiz. Heute ist Muri politisches, kulturelles und wirtschaftliches Zentrum des Bezirks Freiamt.

Bis ins 19. Jahrhundert ist die Geschichte des Murianer Gastgewerbes eng verbunden mit jener des Klosters. Denn wer die Freiamter Gemeinde besuchte, tat es vor allem aus religiösen Gründen, und wer hier wirtete, brauchte den Segen des Abts.

1.2. Muris älteste Gasthäuser

Das Gasthaus Ochsen | 1 |

Bereits 1596 wird ein gewisser Andres Strebel als «Würt im Wey» bezeichnet. Vermutlich hat er damals tatsächlich schon den «Ochsen» geführt. Aber erst ab 1611 bestehen keine Zweifel mehr, dass im «Ochsen» gewirtet wurde. Allerdings war es ein Vorläufer, der an seiner Stelle stand. Denn der heutige dreigeschossige Mauerbau mit seinem barocken Portal stammt nachweislich aus dem Jahr 1726. Lange Zeit wurde das Lokal – trotz seines beeindruckenden Äusseren – mit wenig Erfolg betrieben. Immer wieder musste der «Ochsen» von hoch verschuldeten Wirtsleuten verkauft werden. Seine Erfolgsgeschichte beginnt erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Von da an ist er in Muri eine Institution.

Dazu trägt auch der legendäre «Ochsen-Saal» bei, der 1939 durch den Umbau der angrenzenden Scheune geschaffen und zum eigentlichen Event-Lokal wurde. Von besonderem Wert ist heute das im Rokokostil gehaltene und seit 1969 unter Denkmalschutz stehende Wirtshausschild von 1760, das bei der Totalsanierung von 2019-2021 vom Murianer Kunstschlosser Werner Villiger restauriert wurde. Seit 2000 steht der «Ochsen» unter Substanzschutz.

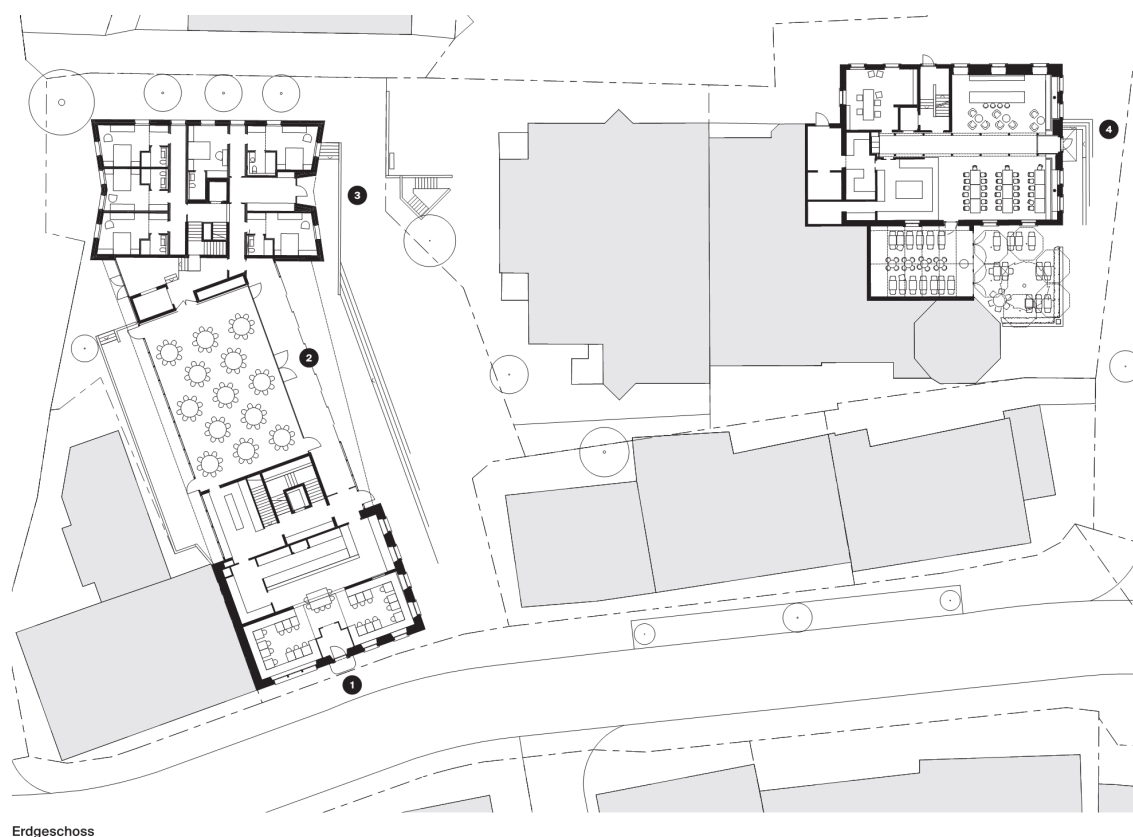


Abbildung 2: Situationsübersicht Niveau Erdgeschosse der Gebäude

Das Gasthaus Adler [4]

Noch älter als der «Ochsen» ist der «Adler». Bereits 1575 stand dort, wo er sich noch heute befindet, ein Wirtshaus, das 1691 abgerissen, durch einen zweistöckigen Neubau ersetzt und seither immer wieder um- und ausgebaut wurde. Seiner Nähe zum Kloster verdankt der «Adler» eine ganze Reihe von Händeln, da sich die Mönche durch das wilde Treiben im Wirtshaus gestört fühlten in ihrer Andacht. Zwar erlaubte man 1691 dem damaligen Wirt, die baufällige kleine Beiz abzureissen und einen neuen «Adler» zu bauen, allerdings nur zwei Stockwerke hoch und ohne Fenster in der Giebelfront Richtung Kloster. Noch über hundert Jahre später musste der «Adler»-Wirt 1816 vor Gericht, weil das Kloster sich – erfolgreich! – gegen den Einbau von Fenstern auf der Klosterseite wehrte. Es bestehe die Gefahr, dass «fremde Unschuld gefährdet werde», so die Argumentation. Die bereits ausgebrochenen Fenster wurden wieder zugemauert. Das Problem löste sich schliesslich von selbst: mit der Klostersaufhebung 1841. Wertvoller als das Gebäude, das heute lediglich Volumenschutz geniesst, sind das Wirtshausschild aus dem 18. Jahrhundert und die bei der Kernsanierung 2019-2021 entdeckten barocken Wand- und Deckenmale-reien aus dem späten 17. Jahrhundert, die erhalten werden konnten.

2. Die Initiatoren

Initiator und treibende Kraft der Revitalisierung der Gasthäuser ist der ehemalige Dorf- und Bezirksarzt Dr. Josef Gut. Der vitale 81-Jährige engagiert sich seit Jahren stark in der Stiftung Murikultur. Gut störte es, dass Auswärtige nach den Anlässen keine Möglichkeit hatten, in angenehmer Atmosphäre noch etwas essen oder übernachten zu können. Der Adler war seit Jahren geschlossen und der Ochsen stark sanierungsbedürftig. Sein Sohn Thomas sowie sein langjähriger Freund, der Unternehmer Urs Christen, der in Muri aufwuchs, waren von Beginn weg mit im Boot.

Mit dem Wissen um das grosse kulturelle Erbe des kleinen Ortes suchten die drei ein Architekturbüro, das die beiden Wirtshäuser wieder auf Augenhöhe mit dem breiten Kulturangebot in Muri bringen sollte, ohne aber die Bevölkerung auszuschliessen.

3. Die ergänzenden Neubauten

Das Haus «Caspar» Wolf ¡3!

«Ochsen» und «Adler» sind heute Teil des Drei-Häuser-Hotels Caspar, zu dem – als Dritter im Bunde – das Haus Wolf gehört. Der Neubau steht an der Stelle, an der einst das vermeintliche Geburtshaus des berühmten Murianer Landschaftsmalers Caspar Wolf (1735-1783) war. Er gilt heute als einer der wichtigsten Schweizer Maler der Vorromantik und als Pionier der Hochgebirgsmalerei. Dass das «Caspar» auch nach der Totalsanierung der geschichtsträchtigen Häuser und seinem Neubau viel historischen Charme versprüht, verdankt es Architektin Tilla Theus. Die historische Bausubstanz von Gebäuden wie dem «Ochsen» und dem «Adler» seien für sie eine Chance gewesen, die Vergangenheit ästhetisch weiterzuführen, sagt sie. Ausserdem sei es etwas Wundervolles, diese historischen Häuser zu erhalten, damit die Geschichte der Gastlichkeit in Muri fortgeschrieben werden könne. [1]

Der neue Saal ¡2!

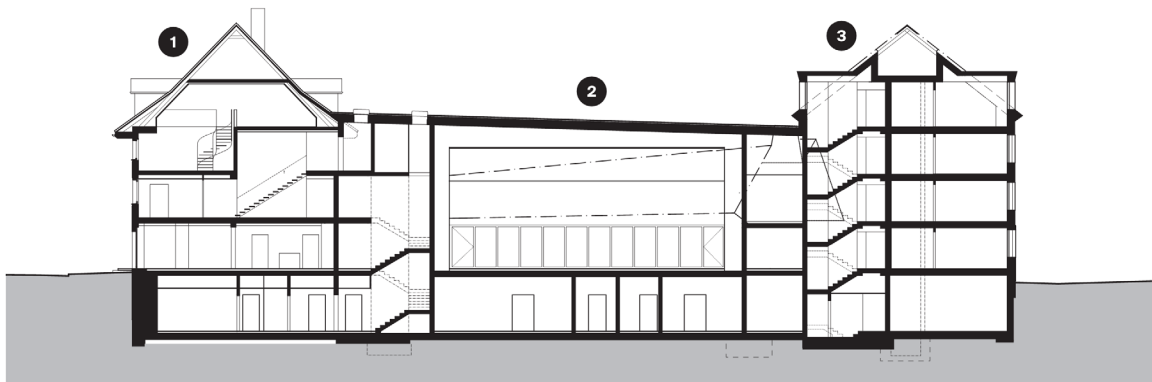


Abbildung 3: Längsschnitt durch Ochsen, Saal und Wolf

Der neue Saal ist Herzstück und Lebenselixier des «Drei-Häuser-Hotels». Sein grosses, mehrfach gefaltetes Dach verbindet den «Ochsen» mit dem «Wolf». Unter den mit Metallschindeln gedeckten Dachflächen verbirgt sich jedoch nicht nur der vielfältig nutzbare Saal, sondern auch das langgestreckte Foyer – das gleichzeitig Verbindungsgang ist – sowie die Treppe und der Lift des «Ochsen».

Ein inzwischen abgebrochenes Nachbarhaus inspirierte Tilla Theus zum doppelgiebeligen Dach. Dieses liegt wie ein grosses Faltwerk über dem im Verhältnis zur Länge eher breiten Saal. Die Giebel ziehen ihn in die Länge und schaffen so bessere Proportionen.

In der für sie typischen Akribie hat Tilla Theus für die Decke eine Oberfläche gesucht, die die Idee der Flächigkeit unterstützt. Schliesslich entwickelten die Architekten eine hölzerne Struktur aus CNC-gesägten Holzstäben.

Diese hat der Schreiner so zu einem Positiv-Negativ-Muster zusammengefügt, dass kein Abfallholz entstanden ist. In der gleichen Art sind auch die Giebelwände ausgebildet, und vor den verglasten Seitenwänden schützen vorhangartige Paneele aus den gleichen Holzstäben den Raum vor Licht und Einblick. Sämtliche Öffnungen in den Holzoberflächen sind als kaum sichtbare Tapetentüren ausgestaltet. Wie bei etlichen von Tilla Theus' Bauten erhellen grosse Spiegel, an denen das Strahlerlicht reflektiert, den Raum.

4. Denkmalschutz als Synonym für Nachhaltigkeit

Jahrhunderte alte Gebäude sind inzwischen «Netto-Null»-Gebäude. Sie wurden ohne Zement und Kunststoffe biozidfrei aus lokalen, natürlichen Materialien gebaut und überdauerten zig Umbauten und oft Umnutzungen.

Wir sollten zukünftig:

- nur noch Bauen, wenn tatsächlich notwendig
- Bestand umnutzen, erweitern und ertüchtigen
- Re-use und Materialrecycling anwenden
- Materialverbrauch grundsätzlich minimieren
- neue Baustoffe aus emissionsarmen Materialien entwickeln und verwenden

Ochsen und Adler sind beides Fachwerkhäuser. Die Fassaden wurden mit rein mineralischen Putzen handwerklich hochwertig und dauerhaft erneuert. Beide Gebäudehüllen sind mit Innendämmungen thermisch verbessert worden. Im Ochsen mit einer ausgedämmten Holzständerkonstruktion, im Adler mit Mineralschaumplatten.

Der Saal besteht nur aus einer Dachkonstruktion: das Faltwerk aus gedämmten Holzdachelementen spannt vom Ochsen zum Wolf. Die Erschliessungskerne in Stahlbeton stellen für alle drei Teilgebäude die statische Horizontalstabilität sicher.

Sowohl beim Ochsen wie auch Adler wurden die Balkenlagen der Zwischendecken nach Möglichkeit erhalten und als Holz-Beton-Verbundkonstruktionen ertüchtigt.

Im Adler wurden dekorative Malereien in Grau, Weiss und Schwarz – Grisailen – an Wänden und Decken von zwei Räumen im nördlichen Teil des Hauses gefunden. An der Decke schmücken s-Linien und Tupfen die Balken und Schlangenlinien oder Blumen die dazwischenliegenden Bretter.

Auf dem fragmentarisch erhaltenen Wandputz gibt es Reste von mindestens sechs Kartuschen mit Schulterbogen, die eine Vase mit Blumen umrahmen. In den Vasen stehen Tulpenköpfe, Blätterwerk und ein Stock mit einem Vogel. Die Denkmalpflege geht davon aus, dass diese Malereien aus der Bauzeit des «Adlers» stammen, also etwa ab 1692. Für das Umbauprojekt bedeutete diese Entdeckung, dass die alten Balken über dem Erd- und dem 1. Obergeschoss erhalten bleiben mussten.



Abbildung 4: im Bauzustand stabilisierte Balkenlage mit historischen Malereien

Oftmals ist die baurechtliche Notwendigkeit von Parkplätzen der Grund für Ersatzneubauten. Da in der zweigeschossigen Tiefgarage des Nachbargebäudes zwischen Adler und Ochsen noch freie Parkplätze vorhanden waren, konnten diese zusätzlich erworben werden. Der Bau von einer neuen Tiefgarage war deshalb nicht erforderlich.

Somit war nur ein neues Untergeschoss unter dem Saal mit einer Technikzentrale für alle drei Gebäude sowie unter dem Gebäude Wolf für die Nebenräume des Hotelbetriebs zu erstellen.

5. Architektin Tilla Theus mit Team

Das Schweizer Fernsehen schrieb im Zusammenhang eines Portraits:

«Tilla Theus macht Häuser zu Verbündeten. Dafür ist sie unterdessen berühmt: Theus holt geschichtsträchtige Gebäude mit Fantasie und Verstand ins Heute. In ihrer 50 Jahre langen Karriere als selbstständige Architektin hat sie zahlreiche Firmensitze eronnen, Luxushotels restauriert und dem Weltfussballverband einen Hauptsitz gebaut.»

Im Interview mit TEC21 [2] antwortete Frau Theus u.a. folgendes zum Gebäudeensemble «Caspar» in Muri:

TEC21: *Frau Theus, Sie bauen leidenschaftlich gern historische Gebäude um. Was hat Sie besonders fasziniert am Auftrag für das Hotel Caspar in Muri?*

Tilla Theus: Für mich war es eine spannende Aufgabe, nach vielen Umbauten in Zürich einmal nicht in einer städtischen Umgebung zu bauen. Muri als Klosterort ist ein Zwitter zwischen Stadt und Land. Das kulturelle Angebot ist in der kleinen Aargauer Gemeinde sehr hoch, das Dorf ist eng verknüpft mit dem bald tausendjährigen Benediktinerkloster. Für die private Bauherrschaft, vier alteingesessene Murianer, war der Bau des Hotels Caspar eine Herzensangelegenheit. Sie wollten Muri etwas zurückgeben. Das ergab für mich als Architektin eine ganz andere Herangehensweise an das Projekt.

Inwiefern?

Ich verstehe die Bauherrschaft als Sparringspartner. Während des ganzen Bauprozesses lege ich grossen Wert auf einen Dialog auf Augenhöhe. Bauherrschaft und Architekt müssen sich Vertrauen schenken. Wir erziehen uns gegenseitig, aber ich bin mit den Jahren auch nachgiebiger geworden. Mir ist Partnerschaft in der Zusammenarbeit wichtig.

Das Herzstück des Hotelensembles ist der Saal mit seiner gefalteten Holzdecke. Wie kamen Sie auf diese Idee, und wie wurde sie umgesetzt?

Der Saal, der sich zwischen Ochsen und Wolf aufspannt, ist im Grundriss relativ breit zu seiner Länge. Er hat also eine ungünstige Proportion. Wir haben ein doppelgiebliges Dach konstruiert, das dem Raum Zug gibt. Hinter dem Doppelgiebel wird die Haustechnik versteckt geführt. Die gefaltete Decke im Saal haben wir gemeinsam mit einem Schreiner entwickelt. Die Bauherrschaft wünschte sich einen Saal, der akustisch für musikalische Darbietungen wie auch für Unterhaltungen bei Tisch funktionieren sollte. Das leistet nun die hölzerne Struktur aus CNC-gesägten Holzstäben, die vom Schreiner akribisch zu einem Positiv-Negativ-Muster zusammengefügt wurden. Fast ohne Abfall, schliesslich war es wertvolles Eichenholz. Das versetzte Muster bringt auch optisch Ruhe in den Saal. Ich habe dabei auch immer den Alltag eines Restaurants im Hinterkopf – daher sind die Holzstäbe bis auf Tischhöhe ohne Versatz. Hat einer einen Hick, wird er einfach ersetzt.

6. Literatur

- [1] «Zu Gast bei Caspar» – Themenheft von Hochparterre, Mai 2022
https://issuu.com/hochparterre/docs/hochparterre_muri
- [2] «Das Drei-Häuser-Hotel» Tec21 2022/28
<https://www.espazium.ch/de/tec21-das-drei-hauser-hotel-2022-28>
- [2] «website Hotelbetreiber <https://www.caspar-muri.ch/>

Infos und Projektbeteiligte

Bauherrschaft: Hotel Muri AG

Auftrag über Auswahlverfahren 2017, Inbetriebnahme 2022

Architektur: Tilla Theus + Partner, Zürich; Tilla Theus, Holger Widmann, Felix Leissle, Laura Cabré, Andreas Kammermeier

Baumanagement: HG Baumanagement GmbH; Beatrice und Heinz Grimm

Örtliche Bauleitung: Lengenegger Architekten, Muri;
Corina Baumgartner, Massimo Portmann

Tragwerk, Bauphysik/Akustik und Brandschutz: WaltGalmarini AG, Zürich;
Wolfram Kübler, Alexander Däppen, Stefanie Rossbach, Moreno Molina

HLKS: Jungenergie, Zürich; Tino Schoch, Aleksandar Dordevic

Landschaftsarchitektur: Hager Partner, Zürich; Patrick Altermatt, Miguel Sánchez

Geschossfläche:

Ochsen, Saal und Wolf: 3375m² / Adler:1542m²

Re-Use – Die Wiederentdeckung der Wiederverwendung im Holzbau

Martin Weigl-Kuska
Holzforschung Austria
Wien, Österreich



Re-Use – Die Wiederentdeckung der Wiederverwendung im Holzbau

1. Abstract

Mit dem Forschungsprojekt TimberLoop wird eine Lücke zwischen Geschichte und Moderne geschlossen. Die Wiederverwendung von Materialien und Baustoffen ist historisch vielfach belegt. Auch im traditionellen Holzbau ist das Konzept im Grunde nicht neu. Sanierungen und Adaptierungen an geänderte Nutzung von Objekten oder Anpassungen an den Stand der Technik sind historisch nachweisbar. Aus diesen historischen Zugängen kann viel Wissen gewonnen und in die Moderne transferiert werden. Die Herausforderung ist jedoch dem heutigen Stand der Technik gerecht zu werden, und Rechtsicherheit zu wahren.

Unterschiedliche Treiber wie politische Rahmenbedingungen (z.B. EU-Green Deal, Waldfonds) aber auch wirtschaftliche oder ideelle Zugänge haben zuletzt das Interesse an «Altholz» in all seinen Ausprägungsformen deutlich erhöht. Der etablierte kaskadische Nutzungsweg von Altholz, welcher zumeist auf der Basis starker Zerkleinerung zu einer Nutzung in Holzwerkstoffen oder als Energieträger führt, ist hierbei jedoch nicht im politischen Fokus. Ziel ist eine Wiederverwendung von Holz und Holzbauprodukten unter minimal prozesstechnischem Aufwand, und die Materialstruktur hierbei zu erhalten. Im Fokus steht somit entsprechend der Abfallhierarchie der Re-Use, sprich die Wiederverwendung in der bestehenden Form, gleich unter Reduce (Vermeidung). Österreich hat sich das Ziel gesetzt den Prokopfverbrauch an Ressourcen von aktuell 19 auf 14t p.a. bis 2030 zu senken. Während Reduce oft als primär gesellschaftliche Herausforderung gesehen wird, bedeutet dies jedoch auch für den Holzbau, dass sich zukünftig in der Planung Prioritäten ändern müssen. Als einfacher Indikator für einen reduzierten Ressourceneinsatz kann z.B. m²/Kopf angesehen werden. Um Reduce-Ziele zu erreichen ist es erforderlich, dass entsprechende politische Anreize geschaffen werden. Etwas anders verhält es sich im Bereich Re-Use.

Re-Use-Holzbauprodukte sind aktuell weitestgehend unreguliert. Re-Use kann bedeuten, dass Holzbauprodukte wie Bauholz oder BSH (Brettschichtholz) rückgebaut und wieder ihrem ursprünglichen Zweck entsprechend neuerlich eingesetzt werden. Selbiges kann auch für ganze Bauteile oder gar Objekte gelten. Hierbei dem aktuellen Stand der Technik zu entsprechen ist eine zentrale, jedoch nicht die einzige Herausforderung. Die Recyclingholzverordnung (AT) bzw. Altholzverordnung (DE) bieten Indizien für diese Herausforderungen und sind an dieser Stelle hinderlich zugleich.

Zusätzlich zu den Anforderungen an Bauprodukte und Bauteile, welche aus primären Ressourcen hergestellt werden, muss im Fall des Re-Use sichergestellt werden, dass es durch eine Vornutzung, Alterungsprozesse oder Umwelteinflüsse dennoch klar definierte Produkteigenschaften gibt. Etwaige Kontaminationen durch Holz- oder Flammenschutzmittel sind hierbei gleichermaßen relevant, wie Festigkeitsänderungen oder Einträge durch die Vornutzung.

Aktuell kann man allen Anforderungen nur mit überproportionalem Aufwand gerecht werden. Zudem ist das Rohstoffpotential weder im Sinne von Menge noch Qualität aktuell bekannt und kann auch aus der Abfallstatistik nur ungenügend beschreiben werden. Im Abbruch fehlen etablierte Wirtschaftsleistungen, welche auf großvolumigen Re-Use von Holz- und Holzbauprodukten ausgelegt sind und für die Planung fehlen Informationen zu Verfügbarkeit und Qualität. Darüber hinaus gibt es allgemein zu wenig dokumentiertes Wissen hinsichtlich der Materialqualität. Vor diesem Hintergrund leitet die Holzforschung Austria das Grundlagen-Forschungsprojekt TimberLoop (<https://www.holzforschung.at/forschung-entwicklung/projektliste/details/timberloop/>) und schafft in Kooperation mit 14 Partnern wesentliche Grundlagen für den Re-Use von Holz im Bauwesen. Der Vortrag zeigt aktuelle Ergebnisse hinsichtlich Umweltchemie und präsentiert einen ersten Vorschlag für einen praxisnahen Umgang im Bereich Objektansprache, Analytik und Sortierung.

2. Einleitung

Das Forschungsprojekt TimberLoop [1, 2] schließt eine Lücke zwischen Frischholz und Altholz. Es grenzt nahtlos an das Projekt Bau-Cycle [3, 4] an, greift auf Jahrzehnte der Kooperation zwischen Unternehmen und der Holzforschung Austria zurück und ebnet den Weg für hoch moderne Holzbaulösungen. Der gemeinsame Nenner ist die Kreislaufführung von Massivholz. Das Ziel ist nichts Geringeres als die Holzbranche ins Kreislaufzeitalter zu führen.

In nicht allzu ferner Zukunft ist Europa «fertig gebaut». So sieht stark vereinfacht gesagt die Vision der Europäischen Kommission im Baubereich für das Jahr 2050 aus. Grundlage dafür ist die Zielvorgabe, zu diesem Zeitpunkt klimaneutral zu sein. Bis dahin bestehen diverse Nullemissions-Ziele als Teilschritte. Als Grundlage für diese Politische Entwicklung gilt der EU-Green Deal [5]. Diese Ziele sind jedoch auch im Kontext der UN-Nachhaltigkeitsziele, konkret der Agenda 2030 mit den dort formulierten 17 Zielen für eine nachhaltige Entwicklung zu sehen [6]. Für das Bauwesen gilt es daher Wege zu finden, Ressourcen zu schonen und klimafreundliche Konzepte zu entwickeln. Der Holzbau hat hierbei ein gewaltiges Potential aber auch einige Hürden zu nehmen.

3. Vision für die Zukunft

Holz ist für dieses Ziel der Massenbaustoff schlechthin, vor allem wegen der CO₂-Fixierung im Baum während des Wachstums und der weiteren Speicherung im Produkt über einen langen Lebenszeitraum. Allerdings zeigen unter anderem der Klimawandel, wie auch wirtschaftliche und humanitäre Krisen, dass die Rohstoffversorgung eine Herausforderung ist. Es macht daher auch aus unternehmerischer Sicht Sinn, Wege zu finden wie sowohl Frischholz als auch Holz aus Vornutzung ideal eingesetzt werden kann.

Diesen gemeinsamen Nenner gilt es zu finden. Auf der Suche danach kommt man nicht umhin, sich mit drei unterschiedlichen Themenfeldern zu befassen. Übertragen in die Praxis bedeutet dies zu klären:

- Wie plant man kreislaufgerecht?
- Welche Übergangswege können im Produktdesign eingeschlagen werden?
- Wie sieht die optimale Nutzung von Altholz aus?

4. Altholz gestern, heute, morgen

Die Wiederverwendung von Materialien und Baustoffen ist historisch vielfach belegt. Gerade für nicht natürlich abbaubare Materialien wie Stein, Keramik oder Metalle war es früh nötig Lösungen zum Recycling oder gar Re-Use zu finden, siehe z.B. [7, 8]. Archäologisch ist dies bis in die Frühgeschichte nachweisbar.

Auch im traditionellen Holzbau ist das Konzept im Grunde nicht neu. Sanierungen und Adaptierungen an geänderte Nutzung von Objekten oder Anpassungen an den Stand der Technik sind historisch nachweisbar (Abbildung 1).



Abbildung 1: Historische Anpassung an den Stand der Technik als Herausforderung im heutigen Re-Use: Im Zweiten Weltkrieg aus Brandschutzgründen gekalkter Dachstuhl, © Holzforschung Austria

Aufgrund des Potentials zur Umgestaltung und letztlich der Abbaubarkeit von Holz ist die historische Evidenz jedoch geringer als für andere Materialien. Unter speziellen Bedingungen, die einen Holzabbau verhindern, kann jedoch auch hier weit in die Frühgeschichte und die Holznutzung geblickt werden. Das Salzbergwerk in Hallstatt mit seiner durchgehenden Nutzung seit der Bronzezeit ist hierfür ein beeindruckendes Beispiel, wobei die Dendrochronologie bei Holz sogar die Möglichkeit der exakten Datierung bietet, siehe z.B. [9, 10]. Aus den historischen Zugängen kann viel Wissen gewonnen und in die Moderne transferiert werden. Die Herausforderung ist jedoch, dem heutigen Stand der Technik gerecht zu werden, und Rechtsicherheit zu wahren.

Für Altholz gilt in Österreich die Recyclingholzverordnung [11]. In Deutschland existiert die in vielen Details unterschiedliche Altholzverordnung [12]. Beide schlagen jedoch in dieselbe Kerbe. Diese Verordnungen sind die Grundlage für den Einsatz von Altholz in Holzwerkstoffen bzw. für die kaskadische Weiterführung hin zur energetischen Nutzung. Darüber hinaus gibt es beispielsweise das österreichische Umweltzeichen [13] oder den Blauen Engel [14], die ähnliche Zugänge beim Altholzeinsatz finden. Kern dieser Regulative ist zu vermeiden, dass Altlasten verschleppt werden. Dabei wurden vielfach in unterschiedlichen Regulativen unterschiedliche Zugänge gewählt, es ist jedoch eine tendenzielle Annäherung im Laufe von Überarbeitungen zu beobachten. Sie sind nach wie vor inhaltlich nicht in Deckung zu bringen und eine Harmonisierung ist aus Sicht des Autors lediglich durch den Antrieb der agierenden Personen und Institutionen zu erzielen. Der pragmatische Zugang in Österreich wird im Umgang mit Altholz durch die Quellensortierung gefunden. Diese sieht allem voran eine Entscheidung basierend auf der Altholzansprache vor, ob es sich um «Altholz stofflich» oder «Altholz thermisch» handelt. Zusätzlich existieren auch die Klassen «Altholz gefährlich» bzw. «Fraktionen, die kein Altholz sind» [15].

Um Verschleppungen zu vermeiden wurden Grenzwerte für ausgewählte chemische Parameter definiert. Diese umfassen unter anderem Schwermetalle, ausgewählte chemische Elemente wie Fluor, Chlor und Zink, sowie organische Substanzen. Es gibt hier jedoch wie gesagt keinen harmonisierten Zugang. Je nach Regulativ sind es teilweise unterschiedliche Parameter, abweichende Grenzwerte, unterschiedliche Probenahmestrategien und statistische Zugänge. Besonders der letzte Parameter macht eine Übertragung vom etablierten Stand der Technik im Bereich der homogenisierten Altholzströme auf eine moderne Kreislaufwirtschaft ohne Stoffaufschluss nahezu unmöglich. Der statistische Zugang sieht vor, dass kontinuierlich Lose gezogen werden und diese analysiert werden. Es ist hierbei nicht die Überschreitung von Grenzwerten durch Einzelproben, sondern die statistische Variation dieser Parameter das Entscheidungskriterium. Dieses Konzept lässt sich nicht realistisch auf stückiges Altholz übertragen.

In der Realität stellen die Vielzahl und Heterogenität der Regulative für die Praxis ein unnötiges Hemmnis dar. Mit dem Fokus auf die kaskadische Holznutzung, wo Altholz gegebenenfalls noch als Massivholz anfällt, in weiterer Folge jedoch zerkleinert und somit homogenisiert wird funktionieren diese Zugänge. Soll jedoch die Holzstruktur im Sinne einer kreislauforientierten Nutzung erhalten bleiben, zeigt sich, dass andere Wege eingeschlagen werden müssen. Jedes Stück Altholz ist einzigartig, und doch gibt es Gemeinsamkeiten. Es braucht Klarheit, welche Parameter an welchen Stichprobengrößen und in Abhängigkeit von der Vorgeschichte und dem Re-Use-Szenario gemessen werden müssen. Diese rechtliche Grauzone macht aktuell die Entfaltung einer Holzkreislaufwirtschaft sehr herausfordernd.

5. Nische als Ausgangspunkt der Transformation

Und dennoch ist es möglich. Es gibt einige Unternehmen, die auf die strukturerhaltende Gewinnung von Altholz spezialisiert sind. In der gängigen Praxis ist jedoch Holz im Abbruch oder Rückbau ein Störstoff, der grundsätzlich entfernt werden muss, um die mineralischen Komponenten rückgewinnen zu können. Dass mit diesem etablierten Zugang ein Strukturerhalt des Holzes kaum vereinbar ist liegt auf der Hand.

Dabei sind Abbruchobjekte faktisch Goldminen, aus denen Altholz in bester Qualität und beeindruckenden Dimensionen gewonnen werden können. Große Volumina werden vielfach aus Dachstühlen oder Geschoßdecken gewonnen (Abbildung 2), aber auch kleinvolumige Althölzer wie Massivholzparkett werden immer häufiger schonend entnommen und einem nächsten Lebenszyklus zugeführt.



Abbildung 2: Die Ausformung von historischen Bauprodukten bietet viele Gestaltungsmöglichkeiten bei der Produktgestaltung im Re-Use, © Holzforschung Austria

Alte Bearbeitungsspuren, charakteristische Rissbilder, Abbau durch Licht und Wetter und gelegentlich sogar eingerostete Nägel sind begehrte Charakteristika vom DIY-Markt bis hin zur Ausstattung im Luxusbereich.

Die Holzforschung Austria arbeitet in diesem Bereich seit Jahren kooperativ mit unterschiedlichen Unternehmen. Diese Pionier:innen lassen sich in diesem Altholzsegment überwachen und ergänzen ihre eigene Qualitätssicherung durch unabhängige Probenahmen und Sonderanalysen in Verdachtsfällen. In Forschungsarbeiten wurden zum Beispiel kooperativ innovative Wege gefunden, die Qualitätssicherung automatisiert mit Sensoren durchzuführen, oder Altholzsortimente einem Upgrade zu unterziehen und hochwertigste Nutzungen zu schaffen.

Diese Aktivitäten mündeten unter anderem auch im Projekt Bau-Cycle, welches von 2020 bis 2023 an der Holzforschung Austria gelaufen ist. Durch umfangreiche Infrastrukturaufstockung ist seither im Chemielabor Altholz alltäglich.

6. Parkett aus Fenstern?

Nicht alltäglich ist jedoch im Industriemaßstab Altholz und Frischholz gemeinsam zu nutzen. Das soll sich ändern. Wie dies funktioniert, welche Anforderungen an die eingesetzten Rohstoffe gestellt werden und welche Produkteigenschaften damit realisiert werden können ist auf jeden Fall von der Produktdimension abhängig. TimberLoop setzt im kleinteiligen Bereich beim hochwertigen Produkt Parkett an.

Altholz als Massivholzboden oder als Decklage von Mehrschichtparkett ist aufgrund des Erscheinungsbildes von der Kund:innen-Entscheidung und von der Gebrauchstauglichkeit abhängig. Mehrschichtparkett bietet aufgrund der Dimensionen der Mittellagenstäbe die Möglichkeit, Altholz mit schlechter optischer Qualität einzusetzen. Der Rohstoff muss für diese Verwendung hinsichtlich Schad- und Störstofffreiheit aber auch Holzqualität geeignet sein. Altholz kann auch veränderte Verklebungseigenschaften aufweisen. Die Nutzung von gebrauchtem Brettschichtholz bis zum ausgedienten Holzfenster sind dafür angedacht.

7. Leimholz und Holzbau

Die Dringlichkeit der Weiterentwicklung des Holzbaus in Richtung Kreislaufwirtschaft ist in der Branche angekommen. Dass sich ein stoffersparender Rückbau auszahlen kann zeigt unter anderem Abbildung 3.



Abbildung 3: In TimberLoop werden gebrauchte BSH-Träger nach dem Rückbau begutachtet und Szenarien für den Re-Use entwickelt, © Holzforschung Austria

Um weiterhin gegenüber den anderen Baumaterialien konkurrenzfähig zu sein, ist es notwendig Konzepte für die technische Umsetzung zur Kreislaufführung tragender, verklebter Holzbauprodukte zu erarbeiten.

Hierbei werden drei Ansätze, nämlich Re-Use, Repair und Remanufacture verfolgt. Der für die Holzindustrie vielversprechendste Ansatz ist sicherlich der Einsatz von aufgetrennten Altholzlamellen bei der Erzeugung neuer Holzbauprodukte. Hierzu werden in einem weiterführenden Projekt die Grundlagen für die normative Umsetzung geschaffen.

8. Holzschutzmittelfreie Kreislaufführung

Mit Holzschutzmitteln behandelte Hölzer sind am End of Life von einer Wiederverwendung ausgeschlossen. Grundlagen, wie ein Verzicht auf Holzschutzmittel nicht zu einer Gefährdung der Holzprodukte führt, werden im Rahmen des Projektes TimberLoop unter anderem am Beispiel Holzfenster erarbeitet. Aufbauend auf einer Risikobewertung mit Identifikation von Schwachstellen, werden Konzepte zur Befallsvermeidung erstellt, holzspezifische Eigenschaften wie Wasseraufnahmefähigkeit und Dauerhaftigkeit werden mit technischen Parametern wie Feuchteschutz durch Beschichtungen und Abdichtung von Holzverbindungen korreliert.

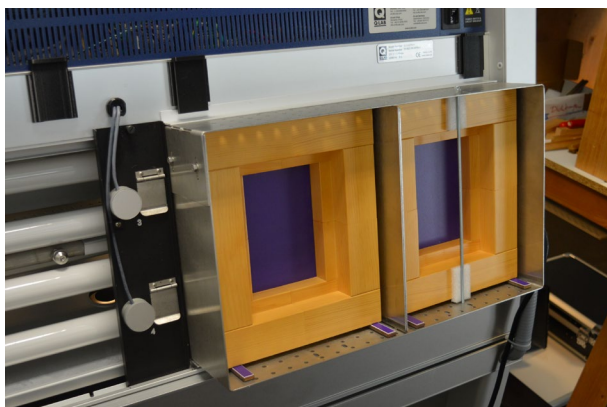


Abbildung 4: Abdichtung als Schutz vor Aufweichung – Künstliche Bewitterung im Vorfeld von biologischen Versuchen an Rahmen im Labormaßstab, © Holzforschung Austria

Ohne Holzschutzmittel werden derzeit übliche Sicherheitskonzepte verlassen, was ein Risiko für derartige Holzprodukte sein kann. Die erarbeiteten generellen Lösungskonzepte sind daher in der Folge einer praktischen Belastungsprobe zu unterziehen.

9. Die neue Altholznutzung

Das Projekt schafft somit durch breit angesetzte Grundlagenforschung einen Rahmen für Unternehmen, die neuen Wege selbst zu beschreiten. Handlungsempfehlungen werden entwickelt und richten sich an die gesamte Branche und die Politik. Unter anderem wurde eine Adaptierung von [17] als Ergänzung zur Beurteilung der Holzfraktion vor dem Rückbau im Sinne eines Pre-Demolition-Audits etabliert und befindet sich aktuell in der versuchs-technischen Begutachtung.

Klar angewandte Forschungsfragen werden aktuell in Studien und weiteren Projekten verfolgt. Zwar ist bekannt wieviel Altholz laufend anfällt, aber das Potential für die Kreislauf-führung kann derzeit noch nicht beschrieben werden. Wenn es anfällt stellt sich die Frage der Trennbarkeit. Und wenn man damit arbeiten will, muss man auch wissen, was wann wo und in welcher Qualität verfügbar ist.

Die Anpassung an diese zukünftige Wirtschaftsweise hat in einigen Bereichen der Holzindustrie bereits jetzt volle Fahrt aufgenommen. Die Zukunft der zirkulären Holznutzung wird schematisch in Abbildung 5 dargestellt. Re-Use ist und bleibt ein Begriff mit Interpretationsspielraum. Zumindest wenn die gesamte Objektstruktur wie auch die Bauteilstruktur erhalten bleibt und einer neuerlichen Nutzung im selben Sinne erfolgt macht es aus Sicht des Autors Sinn von Re-Use zu sprechen, da gerade in diesen Szenarien der Anteil grauer Energie am Gesamtwerk im Regelfall gering bleibt.

Die sortenreine Trennung benötigt mehr Energie, bietet dabei jedoch auch wieder mehr Gestaltungsmöglichkeit. Aber selbst beim Übergang einzelner Stofffraktionen in die kaskadische Nutzung ist wichtig festzuhalten, dass all diese Prozesse erstens komplementär zu sehen sind, und zweitens in allen Szenarien im Regelfall weniger Energie aufgewendet werden muss als beim Einsatz von Frischholz. Wenngleich das Abfallrecht ungeeignet scheint um den Rahmen für den modernen zirkulären Holzeinsatz zu gestalten hilft die Einordnung der möglichen Verwertungswege im Kontext der Abfallhierarchie (Abbildung 6).

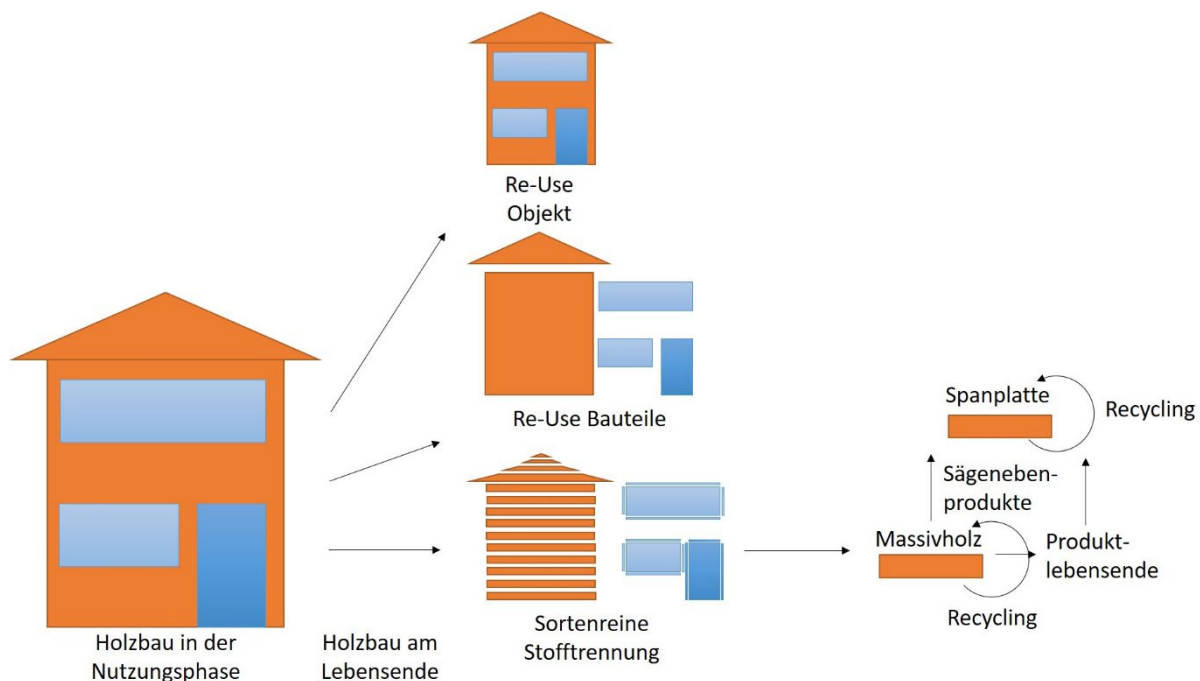


Abbildung 5: Mögliche Verwertungswege von Holzgebäuden und Bauprodukten am Lebensende, aus dem Englischen übersetzt [16]

Während die beiden obersten Szenarien der Abfallhierarchie Vermeidung und Reduzierung für die Wirtschaft kaum bis keine Betätigung zulassen, bieten die Ebenen Re-Use und Reparatur neue spannende Betätigungsfelder. Mit Etablierung dieser Wirtschaftszweige wird es voraussichtlich auch zukünftig zu veränderten Altholzsortimenten in den Bereichen Recycling und Rückgewinnung kommen. Eine theoretische Betrachtung der möglichen Verschiebungen in diesem Stoffstrom wurde in TimberLoop aufbereitet und zeigt auch, dass diese etablierten Wirtschaftszweige sich auf Veränderungen einstellen müssen.

Abfallhierarchie - Verwertungswege im Holzbau am Lebensende:

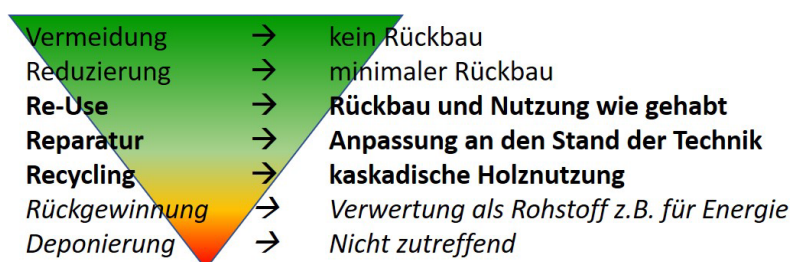


Abbildung 6: Einordnung der Verwertungswege von rückgebauten Holzbauten und Bauelementen entsprechend Abfallhierarchie, aus dem Englischen übersetzt [16]

Es ergeben sich oberhalb der kaskadischen Holznutzung neue Wirtschaftsszenarien, die nicht ohne Folgen auf diversen Ebenen bleiben werden. Wie diese bedient werden hängt sehr stark von den Akteur:innen, der Nachfrage aber vor allem von der Rechtslage ab.

10. Danksagung

«Dieses Projekt wird aus Mitteln des Waldfonds, einer Initiative des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft gefördert und im Rahmen des Programms Think.Wood der Österreichischen Holzinitiative durchgeführt.» Wir danken dem Fachverband der Holzindustrie Österreichs für die Unterstützung und den beteiligten Unternehmen für den hohen und wertvollen Einsatz.

Teile des Textes basieren auf [18]. Vielen Dank für die Genehmigung zur Verwertung und Umgestaltung des Textes.

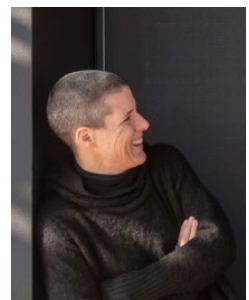
11. Referenzen

- [1] TimberLoop: <https://www.holzforschung.at/forschung-entwicklung/projektliste/details/timberloop/>
- [2] TimberLoop: <https://projekte.ffg.at/projekt/4695470>
- [3] Bau-Cycle: <https://www.holzforschung.at/forschung-entwicklung/projektliste/details/bau-cycle-178/>
- [4] ACR- Austrian Cooperative Research (2020) Baustoff im Kreislauf <https://www.acr.ac.at/science-story/baucycle-baustoff-im-kreislauf/>
- [5] Europäische Kommission (2019) Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Der europäische Grüne Deal https://eur-lex.europa.eu/re-source.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_1&format=PDF
- [6] UNRIC – Regionales Informationszentrum der Vereinten Nationen, <https://unric.org/de/17ziele/>
- [7] Schindler Kaudelka, E. (2007) Deponierung und Recycling. Erste Gedanken zur Abfall- und Müllwirtschaft auf dem Magdalensberg, Rudolfinum- Jahrbuch des Landesmuseums für Kärnten, 119-129
- [8] Furger, A.R. (2013) Knochen, Altglas und Metallschrott: Recycling vor 1800 Jahren im römischen August Raurica, Ferrum 85, 15-26
- [9] Grabner, M.; Klein, A.; Geihofer, D.; Reschreiter, H.; Barth, F. E.; Wimmer, R. (2007), Bronze Age dating of timber from the salt-mine at Hallstatt, Austria. Dendrochronologia 24: 61-68.
- [10] Kowarik, K.; Reschreiter, H.; Wurzer, G.; Totschnig, R.; Rausch, A. (2008) Agenten im Hallstätter Salzbergwerk. Agentenbasierte Simulation für den bronzezeitlichen Salzbergbau in Hallstatt/OÖ, In (Eds.: Karl, R.; Leskovar, J): Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich 22, 429-440

- [11] Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Recycling von Altholz in der Holzwerkstoffindustrie (Recycling-holzverordnung – RHV) <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007830>
- [12] Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV) <https://www.gesetze-im-internet.de/altholzV/AltholzV.pdf>
- [13] Öhler, C.; Stark, S. (2019) Österreichisches Umweltzeichen, Richtlinie UZ 07, Holz, Holzwerkstoffe und Fußbodenbeläge aus Holz, Version 9.0 https://www.umweltzeichen.at/file/Richtlinie/UZ%2007/Long/UZ07_R9.0a_Holzwerkstoffe%20und%20Holzfu%C3%9Fb%C3%B6den_2019.pdf
- [14] RAL gGmbH (2016) BLAUER ENGEL Das Umweltzeichen, Emissionsarme plattenförmige Werkstoffe (Bau- und Möbelplatten) für den Innenausbau, DE-UZ 76, Vergabekriterien Version 10 <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20076-201602-de-Kriterien-V10.pdf>
- [15] Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), (2018), Altholzsartierung, Quellensortierung am Anfallsort (z. B. Altstoffsammelzentren, Baustellen) und bei Sortieranlagen <https://www.oewav.at/Kontext/WebService/SecureFileAccess.aspx?file-guid=%7B5e2e1d8d-03ac-4a9a-a592-b5612be8f089%7D>
- [16] Weigl-Kuska, M.; Fürhapper, C. (2023) THE TIMBERLOOP-PROJECT: CHEMICAL CONTAMINATION AS AN OBSTACLE FOR TIMBER RE-USE, In (Eds.: Young, T.M.; Petutschnigg, A.): 7th International Conference on Process Technologies for the Forest and Biobased Products Industries, PTF BPI 2023, October 30 – November 1, 2023, St. Simons Island, Georgia, USA, page 46
- [17] DIN SPEC 91484 (2023) Verfahren zur Erfassung von Bauprodukten als Grundlage für Bewertungen des Anschlussnutzungspotentials vor Abbruch- und Renovierungsarbeiten (Pre-Demolition-Audit)
- [18] Weigl-Kuska, M. (2023) Kreislaufwirtschaft im Holzbau, Innovative Forschung in drei Epochen – von Altholz bis TimberLoop, Holzforschung Austria, Magazin für den Holzbereich 4, Seite 3-5 https://www.holzforschung.at/fileadmin/user_upload/Downloads/HFA-Magazin/HFA-Magazin-2023-04.pdf

Zirkuläres Bauen mit Bestand

Arch. DI Melanie Karbasch
Architekt Melanie Karbasch ZT GmbH
Salzburg, Österreich



Zirkuläres Bauen mit Bestand

1. Initialisierung und Genese

1.1. Wahrnehmung und Status Quo

«Lernen im Container: Schulen kämpfen gegen den Platzmangel»
Der Standard 11.September 2023

«Volksschule Adnet muss jetzt zwei Jahre lang flexibel sein; während der zweijährigen Sanierung des alten Schulhauses gleich nebenan ist die Volksschule Adnet in Containern untergebracht»
Salzburger Nachrichten 27.September 2023

«Schüler lernen in Containern»
MeinBezirk.at 8.Juli 2020

«Container-Schule in Seekirchen entsteht»
Kronen Zeitung 23.August 2021

«Pflegeheim aus Containern wird mit Leben gefüllt»
Tiroler Tageszeitung 27.September 2019

«Seekirchen: Senioren müssen in Container übersiedeln»
Salzburger Nachrichten 19.April 2012

«Besuch im Container-Heim»
Salzburg orf.at 02.April 2014

«Wir kommen da nicht raus: Bichl bestellt Containeranlage für 50 Flüchtlinge»
Merkur.de 26.10.2023

«Container in Kufstein sind bezugsbereit – Containerdorf für 150 Geflüchtete»
MeinBezirk.at 04.April 2023

«Neue Container für die Polizei»
Merkur.de 29.12.2010

Annähernd täglich und seit Jahren kann man in der Tagespresse über eine geplante, umgesetzte oder bezogene Containeranlage lesen. Generationen von Kindern werden in Containerkindergärten und -schulen von Pädagogen und Lehrkräften, SeniorInnen – tragischerweise oft zu Ende Ihres Lebens – über Monate in Containerprovisorien von Pflegepersonal und geflüchtete – oft traumatisierte – Menschen von – oft freiwilligem – Personal betreut.

Oft wird mit Zeit und Kosten argumentiert – der tatsächliche Sachverhalt selten hinterfragt. Lebenszyklusberechnungen bleiben völlig unberücksichtigt, das Thema einer würdigen Unterbringung, eines würdigen Arbeitsplatzes völlig vernachlässigt.

1.2. Einzelfall / Lichtblick / Fragestellung

2015 während der Flüchtlingskrise wurde das Rote Kreuz Landesverband Salzburg vom Landeshauptmann mit der Betreuung geflüchteter Menschen beauftragt. Zum Höhepunkt der Flüchtlingskrise im Sommer 2015 ist der innerhalb des Roten Kreuzes zuständige Landesrettungskommandant Anton Holzer die Aufgabe der Unterbringung von mehreren 100 Menschen im Bundesland Salzburg innerhalb weniger Monate rational und äußerst weitsichtig angegangen. Während die meisten Städte und Gemeinden in Deutschland und Österreich als «die Lösung» Containeranlagen planten und errichteten, haben einige wenige über Alternativen nachgedacht.

4 Monate lagen zwischen Erstkontakt Rotes Kreuz mit der Architektin und dem Bezug der ersten beiden Anlagen in Seekirchen und Tamsweg. Die Berechnung der Lebenszykluskosten von Containeranlagen und Holzbaualternativen war die erste wesentliche Aufgabenstellung. Zu Beginn der Planungen wurden die wesentlichen Parameter hinsichtlich



Abbildung 2: Schulungsraum Refugium Salzburg © Architekt Melanie Karbasch ZT GmbH



Abbildung 3: Refugium Salzburg – Flussbauhof © Architekt Melanie Karbasch ZT GmbH

1.3. Auswirkung

Das zuvor genannte Projekt hat zunächst und scheinbar nichts mit zirkulärem Bauen zu tun hat – hier die Erklärung. Der Auftrag war u.a. die Entwicklung eines möglichst einfach de- und wiedermontierbaren Bausystems, dass ggf. auch zum Einsatz in Krisengebieten wiederverwendet werden kann. Genau bei diesem Projekt aber ist das «dauerhafte Provisorium» wahrhaftig geworden, die De- und Wiedermontage aufgrund andauernder und aktueller Flüchtlingsbewegungen jedoch in weite Ferne gerückt... das Experiment und der zirkuläre Kreislauf in Wartestellung.

Positive Erfahrungen zu seit Ende 2015 wirtschaftlichem Betrieb, angemessener Umgebung zur Unterbringung und Betreuung von geflüchteten Menschen und als Arbeitsplatz für Angestellte und Freiwillige des Roten Kreuzes und nicht zuletzt die Wahl eines ökologischen, verantwortungsvoll eingesetzten Baustoffs resultierten in Anerkennungen und Nominierungen bei Holzbau- und Architekturpreisen, sowie zahlreichen Anfragen und Vorträgen.

«Salzburger Landesarchitekturpreis 2016, Juryurteil: Die Gebäude entstanden in extrem kurzer Zeit aus der Notsituation der Flüchtlingskrise 2015 und demonstrieren die hohe Leistungsfähigkeit aller Beteiligten. Das strenge zeitliche und finanzielle Korsett führte zu archetypischen Häusern, deren Ausdruck nicht in formalistischen Motiven, sondern in absoluter Sparsamkeit gründet.»

«Holzbaupreis Salzburg 2019, Juryurteil: Das Projekt zeigt auf, wie man mit heiklen Themen der Gesellschaft umgehen kann. Die Häuser beweisen die ausgleichende Wirkung des Baustoffes Holz in vielen Spannungssituationen. Die Anlage ermöglicht den Bewohnern, die Räume zwischen den Bauten zu nutzen, was die Wohnqualität enorm steigert. Im Gegensatz zu vielen anderen temporären Baulichkeiten zur zeitweiligen Unterbringung von hilfsbedürftigen Menschen ist das eine höchst humane Lösung.»

Leider ist die Möglichkeit, Containerprovisorien für Kindergärten, Schulen, Seniorenheime und Unterkünfte für geflüchtete Menschen und Obdachlose durch temporäre Bauten aus Holz zu ersetzen noch nicht in den Köpfen der Bürgermeister und Entscheidungsträger angekommen. Viel zu oft wird ohne sachliche Analyse ein Holzbau(provisorium) als generell zu teuer abgetan und der Beweis erst gar nicht geführt.

Nicht so beim Obmann des Roten Kreuzes – Freiwillige Rettung Innsbruck. Dieser hat bereits 2015 Interesse an den Holzhäusern des Roten Kreuzes Salzburg Interesse gezeigt. Wenngleich die Flüchtlingsbetreuung in Innsbruck «baulich anderweitig» gelöst wurde und die Entscheidung darüber nicht beim Roten Kreuz selbst lag, «das Beispiel Salzburg» hat ihn nicht losgelassen und sollte als «konstruktive Blaupause» für das Ausweichquartier des Roten Kreuzes – Freiwillige Rettung Innsbruck selbst werden.

2. Weiterentwicklung und Kreislauf

2.1. Ausgangslage

Das bestehende Gebäude am Standort des Roten Kreuzes – Freiwillige Rettung Innsbruck am Sillufer 3 wird durch einen Neubau ersetzt. Das RKI benötigt für den Zeitraum bis zur Fertigstellung des Neubaus am Sillufer ein Provisorium, um den Betrieb aufrecht zu erhalten. Das Provisorium sollte an der Stelle des abgebrochenen Veranstaltungszentrums «alter Hafen» errichtet werden.

Obmann und Leiter der Rettung haben von Anfang an für diese Nutzung einen Holzbau nach Salzburger Vorbild anvisiert. Doch die kaufmännische Instanz der Geschäftsführerin forderte den Nachweis zumindest der Kostenneutralität mit einem Containerprovisorium. Es wurde eine umfangreiche Wirtschaftlichkeitsberechnung unter Berücksichtigung der Lebenszyklen und gemessen an die Anforderungen des aufrechtzuerhaltenden Rettungsbetriebs erstellt. Zusätzlich zur Unterbringung der Freiwilligen Rettung sowie weiterer Abteilungen des Roten Kreuzes Innsbruck, erfordern 32 Rettungsfahrzeuge überdeckte Stellplätze. Spezielle betriebliche Abläufe und sehr heterogenen Raumgrößen – vom kleinen

Nachtdienstschlafräum bis hin zum großen Kleider- oder Lebensmittellager – erfordern maximale Flexibilität im Grundriss. Flexibilität, die herkömmliche Stahlcontainer nicht standardmäßig bieten.

Die Energiekosten wurden für den geplanten Nutzungszeitraum von 3-5 Jahren und im Sinne der vollinhaltlichen Betrachtung der Lebenszykluskosten selbstverständlich ebenfalls ermittelt. Die zum Zeitpunkt der Berechnungen steigenden Energiepreise waren ein zusätzlicher, aber nicht ausschlaggebender Preistreiber und ein zusätzliches k.o.-Kriterium für den Stahlcontainer.

Der Brandschutz vor allem für die Unterbringung von Fahrzeugen unter dem Gebäude – verfügbare Grundstücke und Grundstücksgrößen sind sehr limitiert – war für die Lösung Stahlcontainer ein wesentlicher Nachteil, gefolgt von niedrigem Rückkaufwert nach Nutzung o.a. Delta bzgl. Energieverbrauch.

Ein wesentlicher und abseits budgetärer Argumente seitens Geschäftsführerin und Leiter Rettung angeführter Punkt ist die angenehme und würdige Unterbringung der Angestellten und zahlreichen Freiwilligen in den Diensten der Rettung. Im Sommer heiße – zusätzliche Energiekosten für Kühlung – und im Winter kalte – weil schlecht gedämmte – Container wollten die Verantwortlichen Ihren Kollegen nicht zumuten. Der Holzbau als u.a. human begründete Lösung – auch in der temporären Nutzung.

Dass die Kosten am Ende unter den Kosten für ein Stahlcontainerprovisorium liegen hat auch damit zu tun, dass Demontage und Wiederrichtung ein wesentlicher Aspekt der Entwicklung von Bauteilfügungen waren und bereits zum Zeitpunkt der Planung Nachnutzungsszenarien diskutiert wurden und Interessenten aus Bauwirtschaft und Hotellerie angefragt haben.

2.2. Einstieg in den Kreislauf

Das Provisorium wurde maximal wirtschaftlich als «Edelrohbau» in Holz-Systembauweise errichtet. Sämtliche Leitungsführungen sind sichtbar geführt, alle Oberflächen roh belassen. Fußbodenaufbauten als klassische Estrichaufbauten entfallen, Bodenbeläge werden, da wo notwendig (Brandschutz) direkt verlegt, in allen anderen Bereichen bildet die Rohdecke mit der obersten Schicht OSB den Gehbelag.

Eine klassische Fassadenschalung oder Fassadenhaut wurde nicht ausgeführt. Witterungs- und UV-Schutz für die DHF-Platte bildet das von Dachvorsprung zu Dachvorsprung EG gespannte Gerüstnetz.

Im EG befindet sich der Eingangsbereich, sowie die Unterstellplätze für Rettungs- und Einsatzfahrzeuge. Die Konstruktion im EG besteht aus einer Stützen-/Trägerkonstruktion aus Brettschichtholz unter welcher die Einsatz- und Rettungsfahrzeuge untergestellt werden. Die Stellflächen der Fahrzeuge sind geschottet. Der durch Holzriegel-Außenwände umschlossene Eingangsbereich wird über eine Polycarbonatfassade belichtet.

Die Gründung des Gebäudes erfolgte mittels StB-Einzelfundamenten. Im Bereich des Eingangsgebäudes EG wurde eine StB-Bodenplatte mit Aufzugsunterfahrt ausgeführt. Der Eingriff in den Baugrund war minimalinvasiv und die der überdeckte Stellplatzbereich bleibt sickerfähig. Zur regulierten Ableitung bzw. der Versickerung der Dachwässer wurde ein Rohrrigol ausgeführt.



Abbildung 4: Ausweichquartier Österreichisches Rotes Kreuz – Freiwillige Rettung Innsbruck © Schreyer David

Im 1.OG befinden sich Büros der Verwaltung, Sozial- und Schlafräume (Nachtdienst) für die Einsatzkräfte, Sanitärbereiche und Lagerflächen. Im 2.OG befinden sich die Büro- und Beratungsräume des GSD Gesundheits- und Soziale Dienste, Sanitärbereiche und Lagerflächen. Sämtliche Lagerflächen stehen in Verbindung mit Einsatz- und Rettungsdiensten im Angebot des Roten Kreuzes.



Abbildung 5: Ausweichquartier Österreichisches Rotes Kreuz – Freiwillige Rettung Innsbruck © Schreyer David

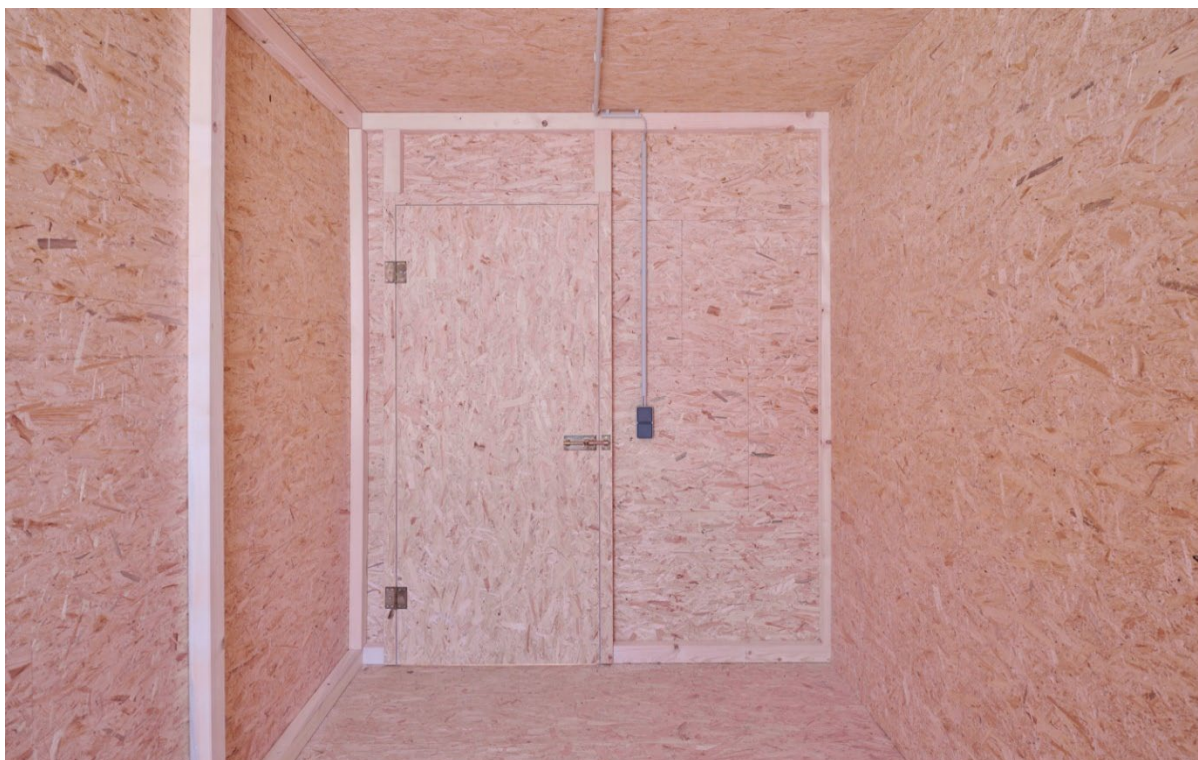


Abbildung 6: Ausweichquartier Österreichisches Rotes Kreuz – Freiwillige Rettung Innsbruck
Schlafraum Nachtdienst © Schreyer David



Abbildung 7: Ausweichquartier Österreichisches Rotes Kreuz – Freiwillige Rettung Innsbruck
Schulungsraum © Schreyer David

Die beiden Obergeschosse werden als Boden-, Wand-, Decken- und Dachelemente in Holzriegelkonstruktion mit Zellulose-Ausblasdämmung errichtet und bilden die thermische Hülle. Das statische System in den Obergeschossen wird im Innenbereich durch BSH-Stützen und Träger komplettiert. Sämtliche nicht tragenden Innenwände werden als einfache OSB-Platten an Boden- und Decken mit Leisten befestigt.

Die Elemente auf einem fixen Raster aufgebaut – es gibt einen Mitteltyp und einen Endtyp. Nach Demontage können aus den bestehenden Bauteilen auch 2 oder mehr Häuser errichtet werden, dazu müssten nur dem Prinzip des Baukastens folgend weitere Endtypen hergestellt werden. Auch können die Obergeschosse direkt zu ebener Erde gestellt werden, z.B. auf einen Stahlträgerrost, der auf Schraubfundamenten gründet. Auch die Stapelung um ein weiteres Geschoss ist möglich und konstruktiv berücksichtigt.

Der Vollausbau auf ein dauerhaft genutztes Gebäude ist ebenfalls möglich und konstruktiv mitgedacht und gebaut.

Die technische Gebäudeausrüstung (Heizung, Sanitär, Elektro) erfolgte konventionell und ist in Hinblick auf De- und Wiedermontage auf einfache Ausführung reduziert. Die Heizung erfolgt mit einer Luftwärmepumpen-Kaskade 2 Stück Wärmepumpen mit 2 Stück Außengeräten.

Die Nasszellen für Mitarbeiter und für Kunden werden als GFK-Fertignasszellen ausgeführt. Es befindet sich eine Teeküche für die Mitarbeiter im 1.OG. Eine Notküche für den Katastrophenfall – kein dauerhafter regulärer Küchenbetrieb – befindet sich im 2.OG.

Die Warmwasserbereitung für alle Wasserentnahmestellen erfolgt dezentral elektrisch.

Die Elektroinstallation wird im Wesentlichen auf Stromversorgung, Lichtquellen, Daten-, Internet- und Telefonversorgung, sowie einer Blitzschutzanlage und einer PV-Anlage in der Größenordnung von 15kWp reduziert.

Für die barrierefreie Erschließung, sowie zum Transport von Lagergut wird ein 630kg Aufzug im Gebäude errichtet. Dieser befindet sich im Brandabschnitt Stiegenhauskern. Der einzige vertikale Steigschacht zur Ver- und Entsorgung liegt direkt neben dem Aufzugschacht.

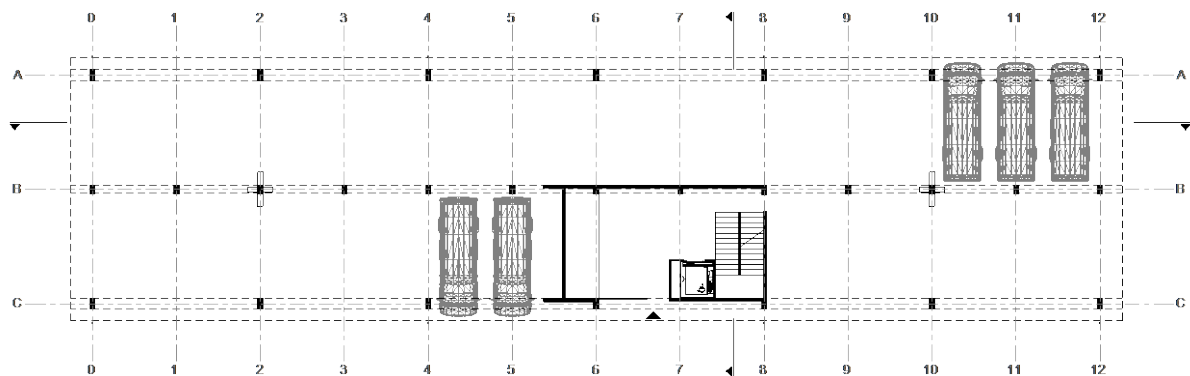


Abbildung 8: Ausweichquartier Österreichisches Rotes Kreuz – Freiwillige Rettung Innsbruck
Grundriss EG © Architekt Melanie Karbasch ZT GmbH

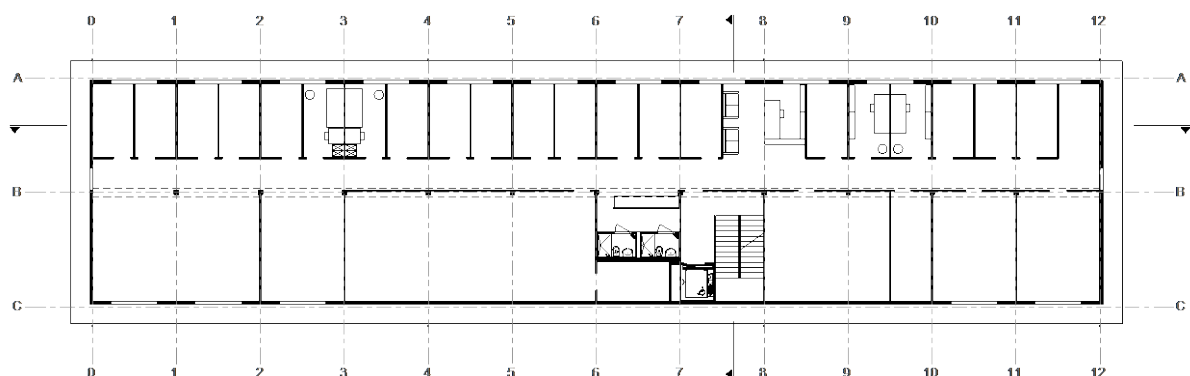


Abbildung 9: Ausweichquartier Österreichisches Rotes Kreuz – Freiwillige Rettung Innsbruck
Grundriss 1OG © Architekt Melanie Karbasch ZT GmbH

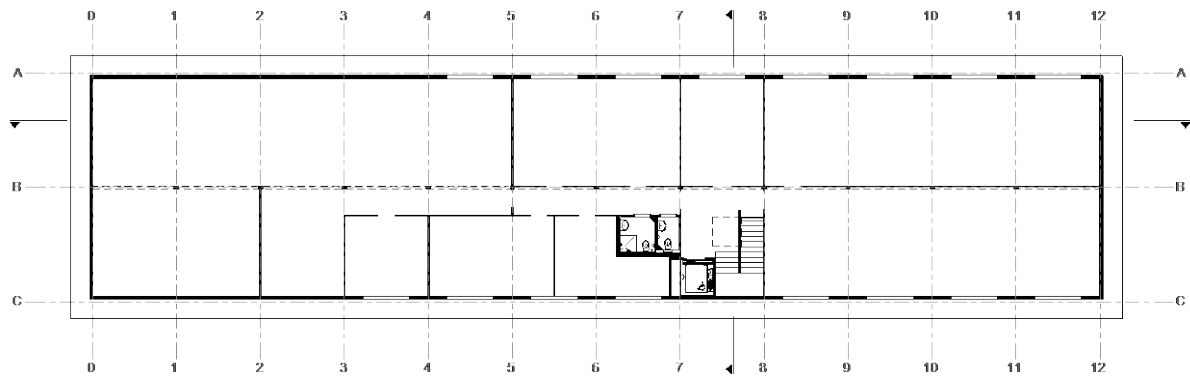


Abbildung 10: Ausweichquartier Österreichisches Rotes Kreuz – Freiwillige Rettung Innsbruck
Grundriss 2OG © Architekt Melanie Karbasch ZT GmbH

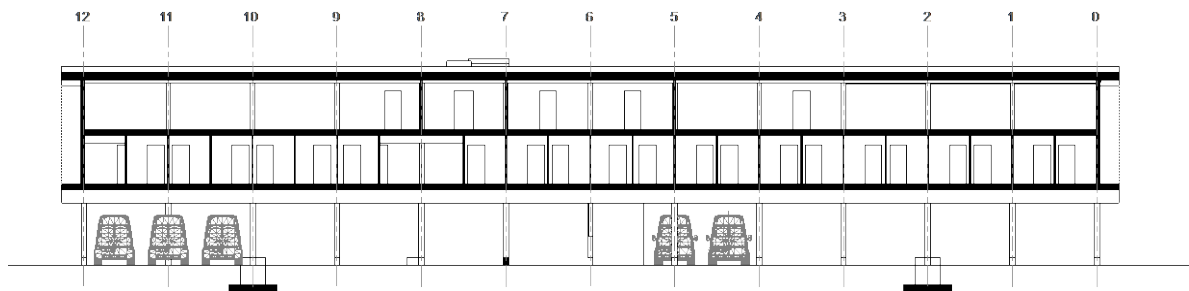


Abbildung 11: Ausweichquartier Österreichisches Rotes Kreuz – Freiwillige Rettung Innsbruck
Längsschnitt © Architekt Melanie Karbasch ZT GmbH

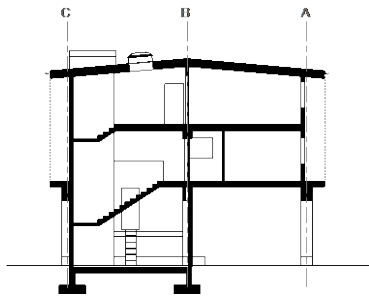


Abbildung 12: Ausweichquartier Österreichisches Rotes Kreuz – Freiwillige Rettung Innsbruck
Querschnitt © Architekt Melanie Karbasch ZT GmbH

2.3. Zirkuläres Bauen MIT Bestand

Das Objekt kann nach seiner Nutzung als Rausweichquartier der Rettung demontiert und einer Nachnutzung zugeführt an anderer Stelle wiederaufgebaut werden.

Die Übersiedelung des Betriebs in das Provisorium ist Ende Oktober 2023 nach 28 Wochen Bauzeit erfolgt. Zum Zeitpunkt der Übersiedlung ging beim Roten Kreuz eine weitere Interessenbekundung eines großen öffentlichen Bauträgers ein... der Kreislauf geht weiter...

2.4. Szenario

Ein Bundesland, eine Kommune oder der Gemeindebund legt sich einen Systembaukasten für die Verwendung an unterschiedlichen Standorten zu unterschiedlichen Zeitpunkten für unterschiedliche Nutzungen (Kindergarten, Schule, Notschlafstelle, Senioren- und Geflüchtetenheime, Verwaltung...) zu – anstelle der immer neuen und nach Nutzung alten Stahlcontainer.

IHF-Prolog IV

Verbindungstechnik

Aktuelles aus der Verbindungstechnologie

Rückbaubare Verbindungen für den Ingenieurholzbau

Dr. Lisa Ottenhaus
The University of Queensland
Brisbane, Australien



Rückbaubare Verbindungen für den Ingenieurholzbau

1. Hintergrund

Der Bausektor verursacht trotz des im Pariser Abkommen [1] festgelegten Ziels der CO₂-Neutralität bis 2050 immer noch 40% der weltweiten CO₂-Emissionen [2]. Die Bauindustrie agiert nach einem veralteten linearen «Take-Make-Dispose»-Modell [3], wobei natürliche Ressourcen unproduktiv genutzt und entsorgt werden. Dies hat zur Folge, dass 33% aller Abfälle in der Europäischen Union auf Bau- und Abbruchabfälle entfallen; etwa zwei Drittel der weltweit anfallenden Bau- und Abbruchabfälle werden jährlich auf Deponien entsorgt [4], [5] – eine Abfallmenge von 2 Milliarden Tonnen.

Die Umweltauswirkungen verschiedener Baumaterialien variieren stark; Stahl- und Betonkonstruktionen dominieren nach wie vor das mehrgeschossige Bauen mit den damit verbundenen Treibhausgasemissionen. [6]. Seit Anfang des 21. Jahrhunderts sind auch Holz(hoch)häuser durchaus populär [7], [8] und bieten im Verbund mit Kreislaufwirtschaft eine ideale Chance zur Dekarbonisierung des Bausektors [9], [10]: Durch die verlängerte Nutzungsdauer von Gebäuden und Baumaterialien sowie durch die Berücksichtigung des Lebensendes als Teil des Designprozesses werden Gebäude zur «Materialbank» [11]–[13]. Hierzu werden im Holzbau die Biosphäre und Technosphäre verknüpft [14] wie in Abbildung 1 dargestellt.

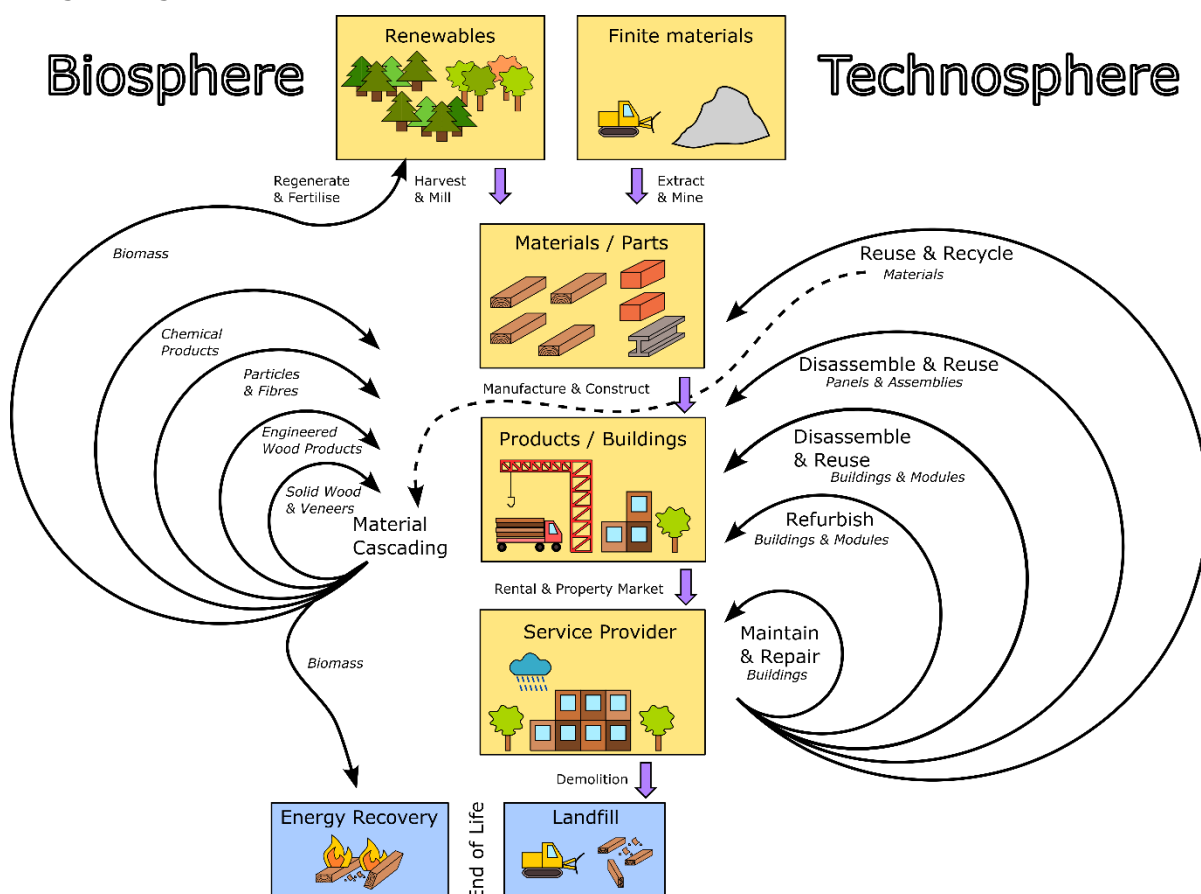


Abbildung 1: Kreislaufwirtschaft von Holzgebäuden [15] basierend auf der Idee des «Butterfly Diagram» der Ellen MacArthur Foundation [14].

Wartung und Reparatur maximieren die Werterhaltung des «Produkts» Holzgebäude in der Technosphäre unter Berücksichtigung von Dauerhaftigkeits- und Robustheitsprinzipien. Sanierung, Demontage und Wiederverwendung realisieren die Idee der «Materialbank», wobei Module, Platten und Paneele, Komponenten und Materialien wiederverwendet werden. Nur wenn Technosphärenschleifen erschöpft sind, treten Holzmaterialien in die

Biosphäre über, wo sie durch Recycling «kaskadiert» werden [16]. Größere Holzelemente werden zu Verbundholz wiederverarbeitet, zusammengesetzt aus kleineren Segmenten oder Furnieren, wie auch Spanplatten, Faserplatten und MDF. Sobald eine Kaskadierung nicht mehr möglich ist, kann Energie durch Müllverbrennungsanlagen verwertet werden. Dies setzt allerdings den gespeicherten Kohlenstoff frei. Deponierung ist weniger wünschenswert und damit die letzte Option.

Dennoch ist Verlängerung der Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten eine der effektivsten Nachhaltigkeitsstrategien [17]. Durch «Design for Adaptability» (DfA) (Design für Anpassungsfähigkeit) stellen sich anpassungsfähige Gebäude auf verschiedene Bedürfnisse ihrer Bewohner ein und passen sich unterschiedlichen Umwelt- und Kontextbedingungen an [18], [19]. Schmidt und Austin [20] definieren hierzu sechs Kategorien der Anpassungsfähigkeit: anpassbar, vielseitig, nachrüstbar, wandelbar, skalierbar und beweglich. Flexible Gebäude bieten Bewohnern die Möglichkeit, den Wohnraum selbst zu verändern, etwa durch Trennwände oder vielseitige Nutzung des gleichen Raums [21]. Adaptierbare Gebäude werden hingegen in der Größe angepasst, etwa durch Ausbau oder Rückbau, und können auch verlagert werden. Räumliche Anpassungsfähigkeit erfordert daher einen anderen Planungsansatz, bei dem zukünftige Veränderungsszenarien bei der ursprünglichen Planung berücksichtigt werden [21]–[24]

Brand's Konzept eines Gebäudes als «Shearing Layers of Change» bietet eine Grundlage für das DfA [25]. Abbildung 2 stellt dar, wie ein Gebäude in wandelbare Funktionsschichten unterteilt wird, die unterschiedliche Lebensspannen von Gebäudekomponenten berücksichtigen.

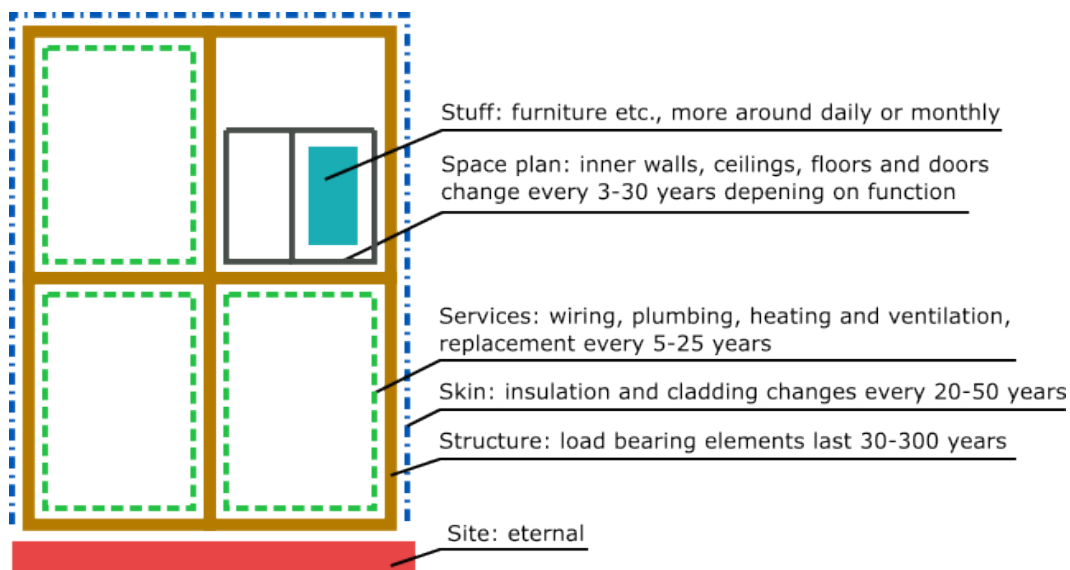


Abbildung 2: Wandelbare Gebäudeschichten [26], basierend auf Brand [25] und Nordby [27].

Die Planung eines Gebäudes in Schichten ermöglicht die Veränderung und Anpassung an neue Funktionen und Anforderungen. Gleichzeitig werden Materialabfälle vermieden, die bei konventionellen Bauprozessen anfallen [28]. Räumliche Anpassungen werden durch reversible bzw. rückbaubare Verbindungen ermöglicht, indem modulare, standardisierte Bauteile verbunden oder demontiert werden [19], [29]. Die Vorfertigung bietet eine ideale Plattform für DfA, da der Entwurfsprozess bereits vor der Montage abgeschlossen ist [30], [31]. Aus Sicht der Tragwerksplanung werden dazu wiederverwendbare Tragwerkskomponenten mit reversiblen Verbindungen befestigt, welche unabhängig von anderen Funktionsschichten demontiert werden können. In der Praxis bedeutet dies, dass z.B. die Bauphysik und Haustechnik vom Tragwerk getrennt sind. Reversible Verbindungen erleichtern außerdem die Wartung und Reparatur im Rahmen der Kreislaufwirtschaft, wie bereits zuvor erwähnt.

2. Rückbaubare Verbindungen

2.1. Historie

Zimmermannsverbindungen sind eine der ältesten Holzverbindungen und basieren hauptsächlich auf Druck, Scherung und Reibung. Letztere stellt hierbei oft eine Herausforderung für die Reversibilität dar, besonders im Zusammenhang mit Schwellen und Kriechen. Allerdings wurden im Laufe der Zeit anspruchsvolle Detaillösungen entwickelt, und es gibt viele historische Beispiele von Gebäuden, die teilweise oder vollständig demontiert und wieder zusammengesetzt wurden [32].

Einfache Beispiele für reversible Zimmermannsverbindungen finden sich in vielen Blockhäusern, während kompliziertere Lösungen in asiatischen Tempeln eingesetzt wurden. Tatsächlich beruhen viele historische Tempel und Pagoden auf dem Ersatz von Verschleißholzteilen, die durch Umwelteinflüsse, Abnutzung oder seismische Einwirkungen beschädigt werden [33], [34]. Allerdings basiert die Tragfähigkeit traditioneller Zimmermannsverbindungen oft auf Druck oder sogar Zug quer zur Faser, wodurch das gesamte Tragwerksverhalten durch die Steifigkeit und Duktilität einzelner Verbindungen beeinflusst wird [35], [36]. Dennoch führt die CNC-Technologie derzeit zu einer Renaissance von Zimmermannsverbindungen [37]–[39], die auch im großen Maßstab präzise Holzkonstruktionen ermöglichen. Fallbeispiele wie z.B. die Knotenpunkte des Tamediagebäudes in Zürich [40] oder die Zapfenverbindungen der Dalston Lane [41] sind Gegenstand aktueller Forschung [42], [43]. Hierbei zeigt sich, dass die Verstärkung traditioneller Zimmermannsverbindungen ein verbessertes Tragverhalten bietet [44], [45].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass viele zimmermannsmäßige Verbindungen zwar prinzipiell reversibel sind, die Steifigkeit, Duktilität und Festigkeit jedoch oft nicht den Gebrauchstauglichkeits- oder Tragfähigkeitsanforderungen des modernen Holzbaus entsprechen und die Reversibilität durch zeit- und feuchtigkeitsabhängige Dimensionsänderungen zusätzlich beeinträchtigt wird.

2.2. Moderne Verbindungen

Moderne rückbaubare Holzverbindungen sind oft vom Zimmermannsbau inspiriert, indem metallische Verbindungssysteme an Holzbauteile geschraubt werden. Oft sind diese Verbindungssysteme allerdings für eine rasche Montage ausgelegt und eignen sich nicht unbedingt für mehrfache Demontagezyklen außerhalb des elastischen Bereiches der Lastverschiebungskurve [46]. Eine Zusammenfassung verschiedener Verbindungssysteme findet sich in Ottenhaus et al. [47]. Hierbei können Verbinder grob in drei Kategorien eingeteilt werden: 1) Verbinder, die in das Stirnholz eines Trägers eingeschraubt werden, welcher an eine Stütze oder Wand angeschlossen wird, 2) Verbinder zwischen Platten- bzw. Scheibenelementen, 3) Verbinder, die den Anschluss von Gewindestangen z.B. zur Bodenverankerung ermöglichen. Einige nachgespannte Tragsysteme mit dissipativen Verbindungselementen eignen sich hier auch zur Ausbildung duktiler Knotenpunkte, da dissipative Elemente im Überlastungsfall ausgetauscht werden können [48], wie z.B. im Trimble Navigations Hauptsitz in Christchurch (Aotearoa Neuseeland), dargestellt in Abbildung 3. Erwähnenswert sind auch hybride Systeme, wie die Holz-Beton-Verbundbauweise, die in der Regel dauerhafte Verbindungen zwischen den Materialien erfordert, um eine volle Verbundwirkung zu erreichen. Holz-Beton-Verbinder mit Rückbaupotenzial sind als Trocken-Trocken-System konzipiert, bei dem eine vorgefertigte Betonplatte vor Ort an das Holzelement angebracht wird. Typischerweise werden Stahl- oder Kunststoffrohre in die Schalung eingebracht, um Hohlräume im Beton zu schaffen, in welchen Schrauben die Verbindung der Betonplatte mit den Holzelementen herstellen [49]–[52]. Allerdings zeichnen sich rückbaubare Holz-Beton-Verbindungen häufig durch eine geringere Verbundwirkung im Vergleich zu dauerhaften Verbindungen aus. Ein alternativer Ansatz wurde von Derikvand und Fink [51]–[53] vorgestellt, bei dem die Schraube mit einer Schutzschicht und einem Deckel umhüllt ist, um den Zugang zur Schraube für die Demontage zu gewährleisten. Ein umfassender Überblick über rückbaubare Holz-Beton-Verbindungen findet sich in Derikvand und Fink [53].



Abbildung 3: Dissipative Gewindestange im Trimble Navigations Hauptsitz, Ōtautahi Christchurch, Aotearoa Neuseeland.

2.3. Diskussion

Die De- und Remontage von Verbindungen erfordert die Begrenzung von Schäden und Verformungen in den verbundenen Holzbauteilen. Dies kann entweder durch eine rein elastische Bemessung erreicht werden, bei der die Verformungen begrenzt sind, oder durch gezielte Überfestigkeit elastischer Elemente, wobei die Verformung in speziellen duktilen dissipativen Elementen konzentriert ist. Je nach Verbindungskonfiguration kann ein regelmäßiger Austausch dieser dissipativen Elemente erforderlich sein. Typische Verbindungselemente wie Nägel, Dübel oder Schrauben sind nur begrenzt rückbaubar, während moderne reversible Verbindungssysteme im elastischen Bereich vollständig rückbaubar sind. Allerdings sollte die Reversibilität von Verbindungssystemen unter verschiedenen (Wieder-)Belastungsszenarien untersucht werden, als auch die Tragfähigkeit wiederverwendeter Holzelemente [54].

3. Entwicklung eines rückbaubaren Holzleichtbausystems

In Zusammenarbeit mit Fairweather Homes Pty Ltd wurde an der University of Queensland ein rückbaubares Holzleichtbausystem entwickelt (Doktorand Zidi Yan, Leitung Konstruktiv Dr Lisa Ottenhaus, Leitung Bauphysik und Architektur Dr Paola Leardini). Das Projekt besteht aus einem Prototyp, der sich über den Lebenszyklus einer Familie verschiedenen Nutzungsbedingungen anpasst. So besteht das Grundsystem aus einem Raum mit Küchenkonsole und vorgefertigter Badezimmerzelle, welches durch Anbauten erweitert werden kann, wie in Abbildung 4 dargestellt. Sowohl die Anbauten als auch das Grundsystem sind vollständig rückbaubar. Die Entwicklung und Erforschung rückbaubarer Verbindungen als auch die Separierung von Funktionsschichten waren von entscheidender Bedeutung.

Das Projekt beschäftigte sich dementsprechend zunächst mit der Untersuchung existierender Verbinder, wie z.B. des SHERPA Schwalbenschwanz-Verbinders [55], [56], des SIHGA IdeFix [57] und des SIHGA Hobafix [58] im Kontext der australischen Leichtbauweise [46]. Hierzu wurden die Verbinder außerhalb des Rahmens ihrer Europäischen Zulassung eingesetzt, insbesondere mit verringerten Schraubenrandabständen. In Anbetracht der Wiederverwendung wurden einige Einschränkungen deutlich, wie z.B. das

Verkleben der Verbindungen durch Schwinden und Kriechen aufgrund von Feuchtigkeitsschwankungen, als auch zu geringe Maßtoleranzen, um Verbinder seriell an der Schmalseite eines Wandpanels einzusetzen [46].

Als Resultat wurde der IdeFix als Verankerungselement zwischen Dachkassette und Stahlpfählen ausgewählt, wobei die Pfähle der temporären Gründung dienen. Weiterhin wurde das Verhalten angeschraubter Zapfenverbindungen untersucht [59]. Diese dienen als Verbindung zwischen der Wandunterseite und der Bodenkassette sowie als Verbindung zwischen den Dachkassettenelementen und dem First. Außerdem wurde in Zusammenarbeit mit SHERPA Connection Systems GmbH ein neuer Wandverbinder entwickelt. Diese Forschungs- und Entwicklungsergebnisse sowie weitere Forschungsergebnisse werden 2024 in der Dissertation von Zidi Yan veröffentlicht.

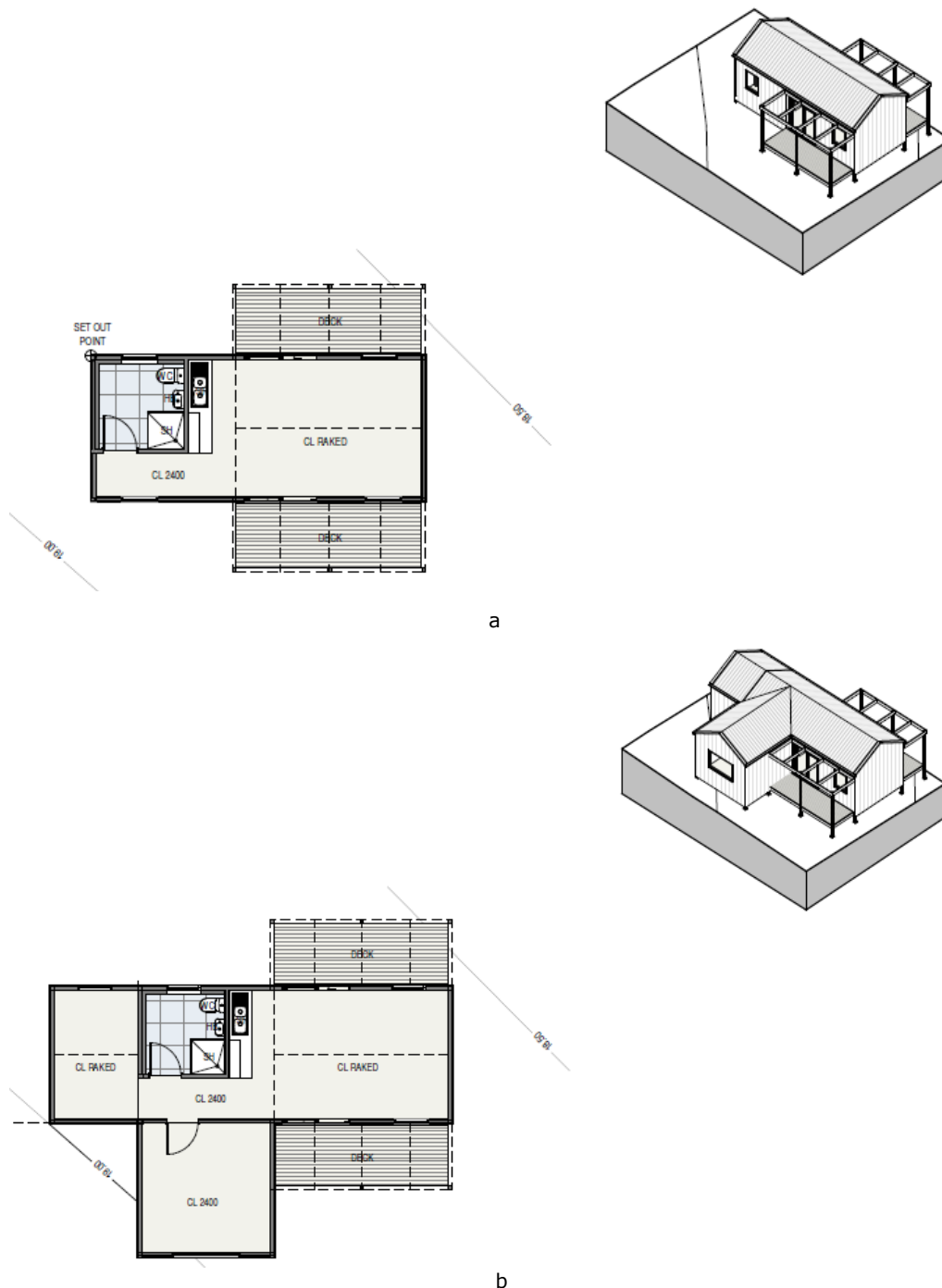


Abbildung 4: Pinjarra Hills Prototyp (ARC Linkage Projekt – Offsite manufacture reimaged for high-performance adaptable housing). a) Grundsystem und b) Ausbau. Mit freundlicher Genehmigung von Fairweather Homes Pty Ltd.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Rückbaubare Holzverbindungen in Kombination mit separaten Funktionsschichten ermöglichen Anpassungsfähigkeit, Demontage, Wiederverwendung, Reparatur und Wartung.

Hierzu sollten Verbinder im Allgemeinen nur elastisch beansprucht werden, damit verbundene Bauteile keine oder nur sehr geringe Schäden aufweisen. Alternativ können elastische Elemente mit Überfestigkeit bemessen werden und mit duktilen dissipativen Elementen kombiniert werden, die im Falle einer Überlastung leicht ausgetauscht werden können.

Permanente Verformungen wirken sich sowohl auf die Leistung der Verbindung als auch auf die zulässigen Toleranzen aus. Im Allgemeinen sollten sich somit die Verformungen eher auf austauschbare dissipative Stahlelemente als auf Holzelemente konzentrieren. Außerdem können sich Reibung, Schwinden, Kriechen und Dauerhaftigkeitsprobleme (z.B. Korrosion) auf die Rückbaubarkeit auswirken und müssen bei der ursprünglichen Planung berücksichtigt werden.

Die Auswirkung von wiederholten und wechselnden Belastungen auf die Reversibilität von reversiblen Verbindungssystem sollte in Zukunft untersucht werden. Weiterhin sollten wiederholte De- und Remontage und die verbundenen Anforderungen an die Reversibilität erforscht werden.

5. Danksagungen

Dieser Beitrag basiert unter anderem auf dem folgenden Open Access Paper:

Ottenhaus, Lisa-Mareike, Yan, Zidi, Brandner, Reinhard, Leardini, Paola, Fink, Gerhard and Jockwer, Robert (2023). *Design for adaptability, disassembly and reuse – A review of reversible timber connection systems*. Construction and Building Materials, 400 132823, 132823. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2023.132823 [47].

Das Forschungsvorhaben an der University of Queensland wurde vom Australian Research Council, Linkage Project LP200301402 «Offsite manufacture reimagined for high-performance adaptable housing», der Faculty of Engineering, Architecture, and Information Technology (EAIT) und der School of Civil Engineering der University of Queensland finanziell unterstützt. Die COST-Action CA20139 – «Holistic design of taller timber buildings» als auch ein Forschungsaustausch im Rahmen des FORMAS Projekts «Roadmap towards adaptability of timber buildings» (Project number 2021-02711) inspirierten die gemeinsame Entwicklung des Open Access Papers mit Robert Jockwer, Reinhard Brandner, und Gerhard Fink.

Die Zusammenarbeit mit Fairweather Homes und SHERPA Connectors GmbH werden dankend anerkannt.

6. Literaturverzeichnis

- [1] United Nations, *Paris Agreement*. 2015, pp. 1–25.
- [2] R. Androsevic, M. Brocato, D. Bijedic, and N. Rustempasic, «Life Cycle Assessment as a Tool for Low Waste Building Systems, Case Study Building External Wall,» *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 603, no. 4, 2019, doi: 10.1088/1757899X/603/4/042067.
- [3] McKinsey, «Growth within: a circular economy vision for a competitive europe,» *Ellen MacArthur Foundation*, p. 100, 2015.
- [4] W. Ferdous *et al.*, «Recycling of landfill wastes (tyres, plastics and glass) in construction – A review on global waste generation, performance, application and future opportunities,» *Resour Conserv Recycl*, vol. 173, no. December 2020, p. 105745, 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105745.
- [5] European Commission Directorate – General, «EU Construction & Demolition Waste Management Protocol,» *Official Journal of the European Union*, no. June, pp. 1–22, 2016.
- [6] J. Chen, Y. Wang, Q. Shi, X. Peng, and J. Zheng, «An international comparison analysis of CO₂ emissions in the construction industry,» *Sustainable Development*, vol. 29, no. 4, pp. 754–767, 2021, doi: 10.1002/sd.2172.

- [7] R. M. Foster, T. P. S. Reynolds, and M. H. Ramage, «What is tall timber? Towards the formal classification of timber as a material of tall building design,» *WCTE 2018 – World Conference on Timber Engineering*, 2018.
- [8] L. Bejo, «Operational vs. Embodied Energy: a Case for Wood Construction,» *Drvna Industrija*, vol. 68, no. 2, pp. 163–172, 2017, doi: 10.5552/drind.2017.1423.
- [9] N. Ahn, A. Dodoo, M. Riggio, L. Muszynski, L. Schimleck, and M. Puettmann, «Circular economy in mass timber construction: State-of-the-art, gaps and pressing research needs,» *Journal of Building Engineering*, vol. 53, 2022, doi: 10.1016/j.jobe.2022.104562.
- [10] A. Campbell, «Mass timber in the circular economy: Paradigm in practice?,» *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, vol. 172, no. 3, pp. 141–152, 2018, doi: 10.1680/jensu.17.00069.
- [11] ARUP, «The Circular Economy in the Built Environment,» 2016.
- [12] ARUP, «Rethinking Timber Buildings,» p. 100, 2019.
- [13] E. Leising, J. Quist, and N. Bocken, «Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool,» *J Clean Prod*, vol. 176, pp. 976–989, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.12.010.
- [14] Ellen Macarthur Foundation, «Circular economy systems diagram.» 2019. [Online]. Available: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>
- [15] L.-M. Ottenhaus, «Butterfly Diagram of Circular Building.» 2022. doi: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21249573.v1>.
- [16] M. S. Taskhiri, H. Jeswani, J. Geldermann, and A. Azapagic, «Optimising cascaded utilisation of wood resources considering economic and environmental aspects,» *Comput Chem Eng*, vol. 124, pp. 302–316, 2019, doi: 10.1016/j.compchemeng.2019.01.004.
- [17] V. Kazulis, I. Muizniece, L. Zihare, and D. Blumberga, «Carbon storage in wood products,» *Energy Procedia*, vol. 128, pp. 558–563, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.09.009.
- [18] R. Jockwer, Y. Goto, E. Scharn, and K. Crona, «Design for adaption – Making timber buildings ready for circular use and extended service life,» in *WCTE 2020*, 2020. doi: 10.1088/1755-1315/588/5/052025.
- [19] R. Askar, L. Bragança, and H. Gervásio, «Adaptability of buildings: A critical review on the concept evolution,» *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 10, 2021, doi: 10.3390/app11104483.
- [20] R. Schmidt III and S. Austin, *Adaptable Architecture*. Routledge, 2016. doi: 10.4324/9781315722931.
- [21] L. Kuiri and P. Leardini, «Design for Adaptability and Disassembly: Towards Zero Construction Waste in the Australian Housing Sector,» in *1ST International e-Conference on Green & Safe Cities (IeGRESAFE)*, 2022.
- [22] H. Estaji, «A Review of Flexibility and Adaptability in Housing Design,» *International Journal of Contemporary Architecture*, vol. 4, no. 2, pp. 37–49, 2017, doi: 10.14621/tna.20170204.
- [23] J. Till and T. Schneider, *Flexible Housing*. Routledge, 2016. doi: 10.4324/9781315393582.
- [24] A. Friedman, «Design for flexibility and affordability: Learning from the post-war home,» *J Archit Plann Res*, vol. 14, no. 2, pp. 150–170, 1997.
- [25] S. Brand, *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*. New York: Viking Press (Penguin Books), 1994. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/How_Buildings_Learn
- [26] L.-M. Ottenhaus, «Building Shearing Layers.» 2022. doi: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21172057.v1>.
- [27] A. S. Nordby, *Salvageability of building materials: Reasons, criteria and consequences regarding architectural design that facilitate reuse and recycling*, vol. PhD, no. April. 2009. [Online]. Available: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:no:ntnu:diva-5426>
- [28] L. Sparandara, M. Werner, A. Kaminsky, L. Finch, and K. Douglas, «Accelerating the Circular Economy Through Commercial Deconstruction and Reuse,» vol. 1st, pp. 1–23, 2019, [Online]. Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/google-deconstruction-and-reuse.pdf>
- [29] O. O. Akinade et al., «Waste minimisation through deconstruction: A BIM based Deconstructability Assessment Score (BIM-DAS),» *Resour Conserv Recycl*, vol. 105, pp. 167–176, 2015, doi: 10.1016/j.resconrec.2015.10.018.

- [30] M. Aitchison, T. B. Tabrizi, A. Beim, and R. Couper, *Prefab Housing and the Future of Building: Product to Process*, vol. 29, no. 2. 2018. doi: 10.1080/10331867.2019.1590760.
- [31] R. E. Smith, *Prefab Architecture: A guide to modular design and construction*. Joh Wiley & Sons Inc., 2010.
- [32] P. Crowther, «Historic Trends in Building Assembly,» *ACSA/CIB International Science and Technology Conference – Technology in Transition: Mastering the Impacts*, p. 9, 1999, [Online]. Available: <https://eprints.qut.edu.au/2837/1/Crowther-ACSA1999.PDF>
- [33] L. Panoutsopoulou and C. Mouzakis, «Experimental investigation of the behavior of traditional timber mortise-tenon T-joints under monotonic and cyclic loading,» *Constr Build Mater*, vol. 348, no. August, p. 128655, 2022, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128655.
- [34] Q. Xie, L. Zhang, Y. Cui, and J. Yao, «Finite Element Analysis on Seismic Performance of Straight Mortise-Tenon Joints of Ancient Timber Structure Buildings,» *2018 World Conference on timber engineering*, 2018.
- [35] T. Tannert, F. Lam, and T. Vallée, «Structural performance of rounded dovetail connections: Experimental and numerical investigations,» *European Journal of Wood and Wood Products*, vol. 69, no. 3, pp. 471–482, Aug. 2011, doi: 10.1007/s00107-010-0459-1.
- [36] F. Bai, Z. Fan, J. Xue, C. Wu, C. Hu, and J. Li, «Experimental study on seismic performance and deformation damage of loose dovetail-tenon joints in ancient timber structures,» *Structures*, vol. 54, no. May, pp. 541–555, 2023, doi: 10.1016/j.istruc.2023.05.059.
- [37] Z. Xin and J. Gattas, «Structural Behaviors of Integrally-Jointed Plywood Columns with Knot Defects,» *International Journal of Structural Stability and Dynamics*, vol. 21, no. 2, pp. 1–36, 2021, doi: 10.1142/S021945542150022X.
- [38] R. Jockwer, F. Brühl, J. M. Cabrero, U. Hübner, J. Munch-anderssen, and K. Ranasinghe, «Modern Connections in the Future Eurocode 5 – Overview of Current Developments,» *WCTE 2021 – World Conference on Timber Engineering*, 2021.
- [39] M. Flach, O. Baumgartner, and R. Maderebner, «CNC prefabricated modular homes designed and built by students in an experimental site of architecture in France».
- [40] R. Jussel, «Tamediagebäude Zürich – städtisches Holztragwerk für einen 7-geschossigen Bürobau,» in *18. Internationales Holzbau-Forum 2012*, 2012, pp. 1–11.
- [41] T. Harley, G. White, A. Dowdall, J. Bawcombe, A. Mcrobie, and R. Steinke, «Dalston Lane – The world’s tallest CLT building,» in *WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering*, 2016.
- [42] T. Claus, T. Riehle, W. Seim, and T. Götz, «Interlocking shear wall connections,» in *WCTE 2018 – World Conference on Timber Engineering*, 2018, pp. 1–18.
- [43] J. R. Brown, «Seismic Performance of CLT Core-Wall Systems and Connections.» [Online]. Available: <http://www.civil.canterbury.ac.nz>
- [44] T. Tannert, «Improved performance of reinforced rounded dovetail joints,» *Constr Build Mater*, vol. 118, pp. 262–267, 2016, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2016.05.038.
- [45] T. Guo, N. Yang, H. Zhou, and S. Wang, «Experimental and Numerical Studies on the Traditional Penetration Mortise-Tenon Connection Reinforced by Self-Tapping Screws,» *Forests*, vol. 13, no. 4, Apr. 2022, doi: 10.3390/f13040513.
- [46] Z. Yan, L. M. Ottenhaus, P. Leardini, and R. Jockwer, «Performance of reversible timber connections in Australian light timber framed panelised construction,» *Journal of Building Engineering*, vol. 61, no. March, p. 105244, 2022, doi: 10.1016/j.jobbe.2022.105244.
- [47] L. M. Ottenhaus, Z. Yan, R. Brandner, P. Leardini, G. Fink, and R. Jockwer, «Design for adaptability, disassembly and reuse – A review of reversible timber connection systems,» *Constr Build Mater*, vol. 400, no. July, p. 132823, 2023, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2023.132823.
- [48] R. Liu and A. Palermo, «Characterization of Filler-Free Buckling Restrained Fuse-Type Energy Dissipation Device for Seismic Applications,» *Journal of Structural Engineering*, vol. 146, no. 5, pp. 1–13, 2020, doi: 10.1061/(asce)st.1943-541x.0002591.
- [49] E. Lukaszewska, H. Johnsson, and M. Fragiaco, «Performance of connections for prefabricated timber-concrete composite floors,» *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, vol. 41, no. 9, pp. 1533–1550, 2008, doi: 10.1617/s11527-007-9346-6.
- [50] R. Crocetti, T. Sartori, and R. Tomasi, «Innovative Timber-Concrete Composite Structures with Prefabricated FRC Slabs,» *Journal of Structural Engineering*, vol. 141, no. 9, pp. 1–10, 2015, doi: 10.1061/(asce)st.1943-541x.0001203.

- [51] M. Derikvand and G. Fink, «Design for Deconstruction: Benefits, Challenges, and Outlook for Timber–Concrete Composite Floors,» *Buildings*, vol. 13, no. 7, 2023, doi: 10.3390/buildings13071754.
- [52] M. Derikvand and G. Fink, «Deconstructable connector for TCC floors using self-tapping screws,» *Journal of Building Engineering*, vol. 42, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.jobbe.2021.102495.
- [53] M. Derikvand and G. Fink, «Bending properties of deconstructable cross-laminated timber-concrete composite floor elements,» *Wood Mater Sci Eng*, pp. 1–8, May 2022, doi: 10.1080/17480272.2022.2077658.
- [54] R. Brandner and L.-M. Ottenhaus, «Properties of salvaged structural timber components: How to account for long-term loading effects given unknown load histories?,» 2022.
- [55] H. Vinzenz and J. Kowal, «Sherpa Manual – Efficient, Flexible, Safe SHERPA Connection Systems,» 2013.
- [56] J. Kowal and M. Augustin, «Sherpa – Standardized timber connection system based on aluminium plates and inclined fully threaded screws,» in *WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering*, 2016.
- [57] A. Teil, «Europäische Technische Bewertung ETA-14 / 0354,» no. 305, 2015.
- [58] Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), «Europäische Technische Bewertung ETA-11/0135 (SIHGA HobaFix),» 2013.
- [59] M. LeBarre, «Evaluation of structural performance of castellated carpentry joint between LVL and Australian sawn timber,» Université de Mons, 2017.

Punktgestützte Decken aus Brettsperrholzplatten

Point-supported CLT floors

Houman Ganjali
UNBC
Prince George, Kanada



Thomas Tannert
UNBC
Prince George, Kanada



Carla Dickof
Fast + Epp
Vancouver, Kanada



Md Shahnewaz
Fast + Epp
Vancouver Kanada



Point-supported CLT floors

1. Introduction

In recent years, cross-laminated timber (CLT) has been increasingly used as a sustainable alternative to conventional construction materials, particularly for floor applications [1]. This includes point-supported flat-slabs, also called post+plank, such as in the 18-storey Tall Wood House in Vancouver [2], shown in Figure 1a. The crosswise orientation of CLT layers and its inherent mechanical properties are better utilized when adopted as point-supported flat-slabs. In this system, the CLT panels are supported directly by columns, without the need for beams and their connections, reducing installation cost and time, allowing the layout to be readily changed by altering wall locations, and increasing the free floor height [3].

One relevant material strength property in these applications is the CLT punching shear strength, which refers to its ability to resist concentrated loads or «punching» through the material, as illustrated in Figure 1b. CLT punching shear strength is directly related to the lamella rolling shear strength [4], which can be estimated through 4-point bending, 3-point bending, or inclined in-plane shear tests. Previous research has shown that CLT rolling shear strength increases under punching shear due to the confinement effect of lamellas from adjacent layers (clamping effect) and the presence of compression forces perpendicular to grain [5-7].



Figure 1: Point-supported CLT floor: a) UBC Tall-Wood house, © Fast+Epp; b) Punching shear failure

2. Experimental investigations

2.1. Objectives

The current North American and European do not provide any direct guidance on the design of point-supported CLT floors. To address this need, a project is being conducted in collaboration between Fast + Epp, Concept Lab and the University of Northern British Columbia with the objective to develop design guidance for point supported CLT floors. To achieve this objective, an experimental punching shear testing program is underway.

2.2. Investigated support conditions

Following parameters, as illustrated in Figure 2 are investigated: i) point support location (columns at the panel interior edge, center, corner, and perimeter condition, Figure 3; ii) CLT lamella species (SPF, Douglas Fir, and Hemlock CLT panels), grades (E1 and V2) , and layups (3 ply and 5 ply); iii) column geometry (square, rectangle, round) and support sizes (area and thickness of steel plates) and , see Figure 4; and iv) level and type of reinforcement. A total of 32 punching shear test series consisting of six replicates are planned with CLT specimens sized 1.7·1.8 m, 1.5·1.8 m, and 1.5·1.5 m. To date, 21 series with interior edge-column, two series with interior panel corners, and four series with the CLT panels reinforced with self-tapping screws have been tested.

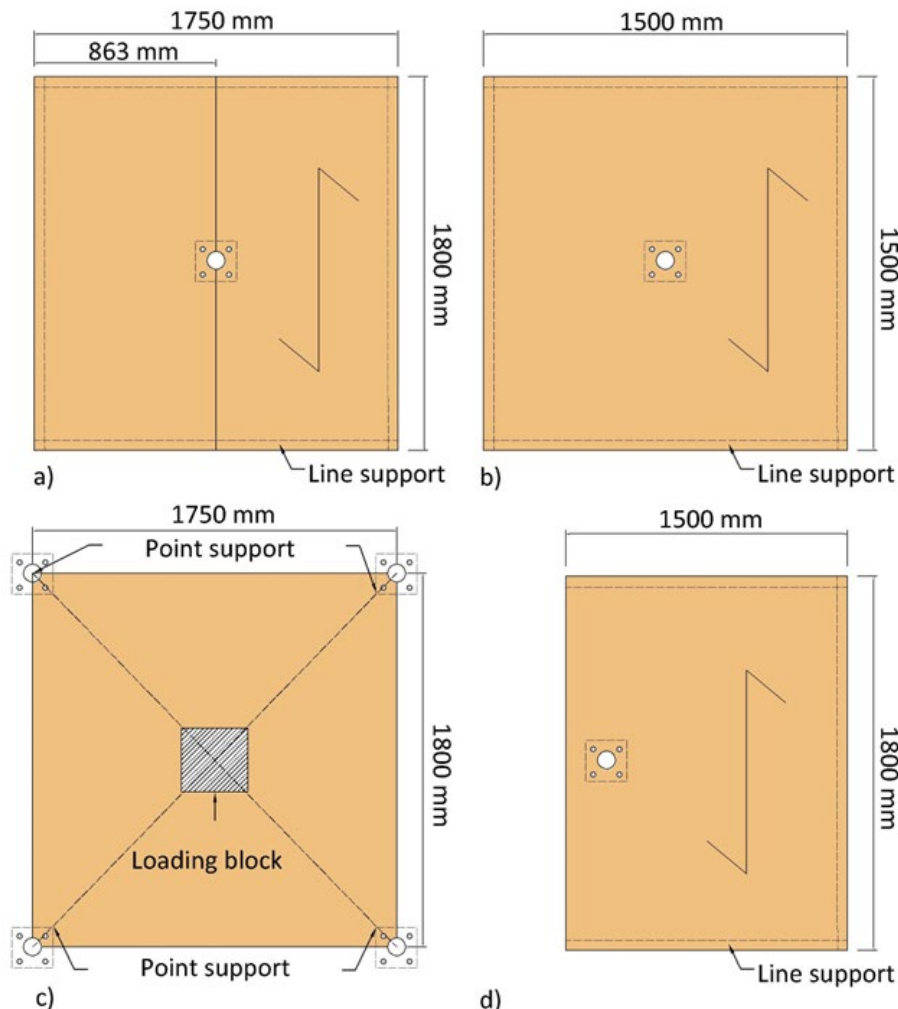


Figure 2: Punching shear series support locations: a) interior edge; b) center; c) corner; d) perimeter.

A steel column stub connection was used to keep the half panels connected in the interior edge-column conditions. This steel stub had four steel unthreaded rods and a washer plate on the bottom face of the panels. One series was tested with the steel column stub, but the unthreaded rods were substituted by lag bolts (S16); one series was tested having just the hole required for the steel column stub and using wood screws (S23), and one

series was tested without any hole or steel column stub in the middle but reinforced with lag bolts (S15). The interior edge condition specimens were line-supported on four edges along the length, while the interior panel corner condition specimens were point-supported on four corners having the same bearing area, ensuring an equal possibility of failure for all corners. Selected examples are shown in Figure 3.

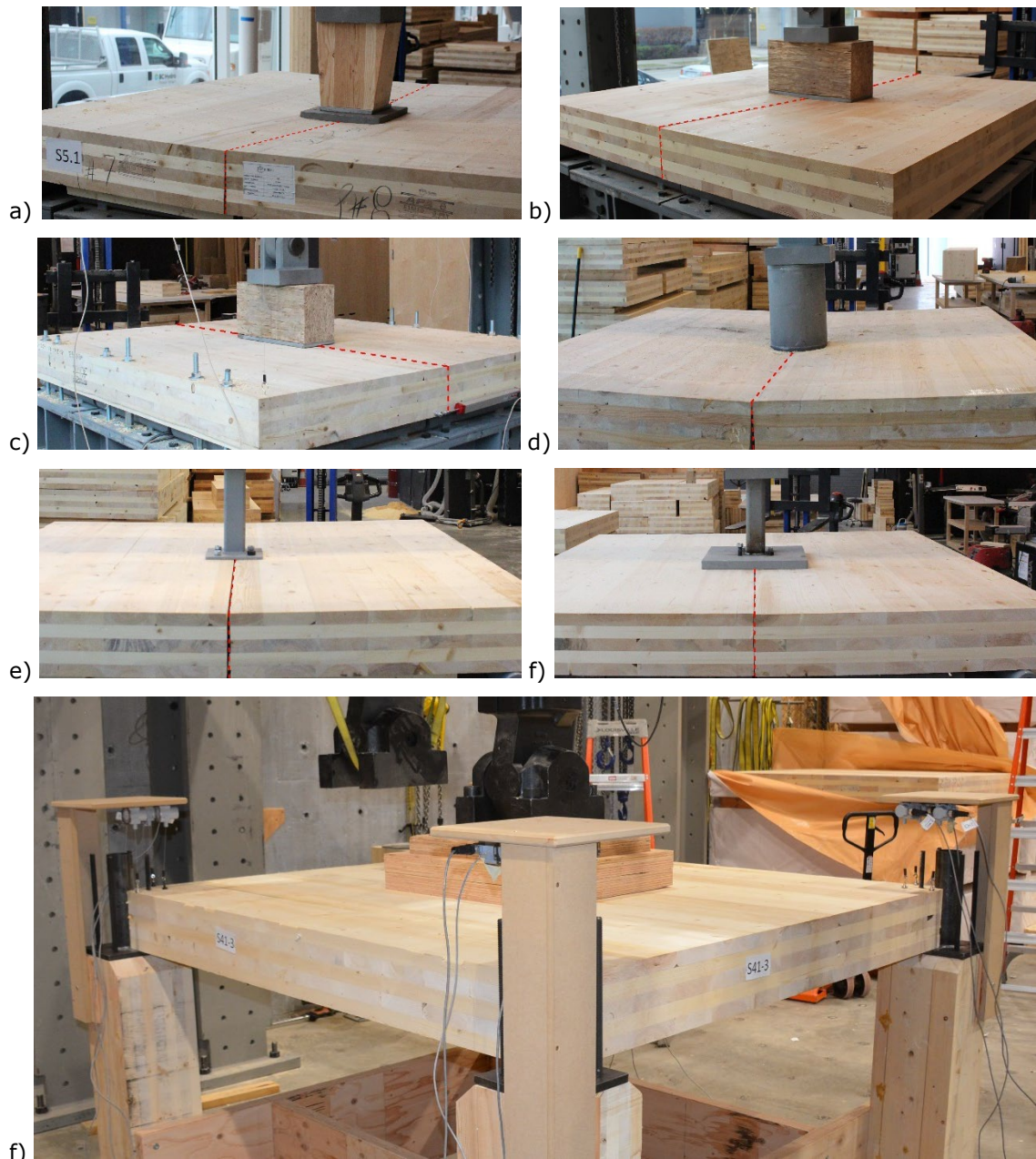


Figure 3: Different column configurations: a) square plate with wood column; b) Minor direction (X) oriented rectangular plate with wood column (S10); c) major direction oriented (Y) rectangular plate with wood column (S11); d) round column (S12); e) 200·200 mm square plate and HSS (S13); and f) 400x400 mm square plate and HSS (S14).; f) typical interior panel corner condition setup.

The reinforced series in this study were designed based on the model proposed by Mestek and Dietsch [8]. The model is a function of the load carrying capacity of a screw parallel to its axis and the distance between the screws and screw rows. However, the length of the self-tapping screw reinforcement zone and the effect of reinforcement direction are yet to be determined. To date, five series with self-tapping screws as shear reinforcement in an interior edge column condition have been tested. Those series were designed in such a way to evaluate the effectiveness of screw shear reinforcement for point-supported CLT floor, the effect of the distance between screws and between each individual row of screws, the effect of having screw reinforcement in both directions and the length of reinforced zone. The reinforced series illustrated in Figure 4.

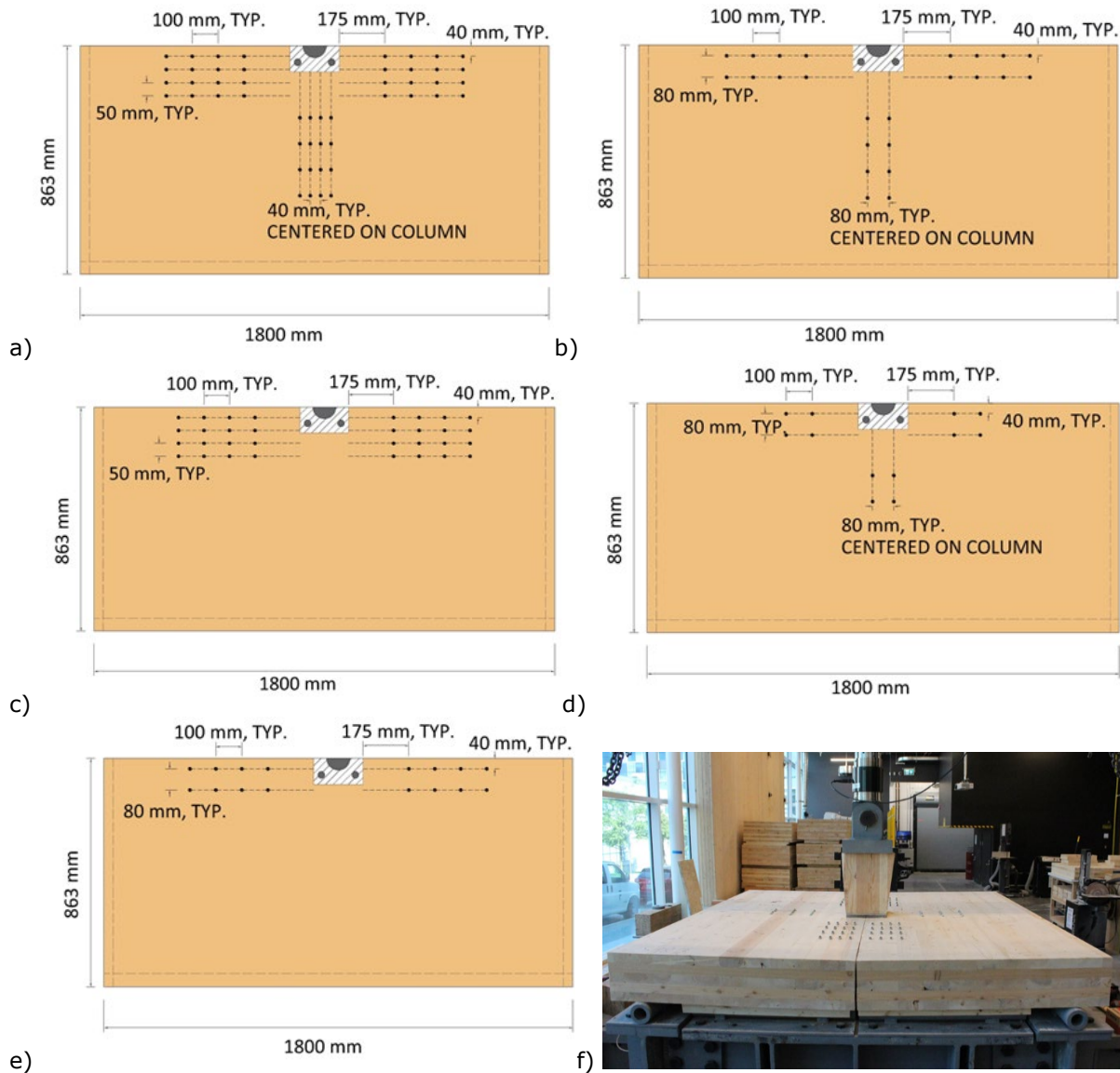


Figure 4: Screw shear reinforced series: a) type 1 (S18); b) type 2 (S19); c) type 3 (S20); d) type 4 (S21); e) type 5 (S22); and f) type 1 series exemplary photo.

2.3. Results

The results to date are presented in Table 1.

Table 1: test results to date

ID	Prod.	Grade	Species	$F_{\max}$ [kN]	COV [%]	Condition	Column shape	Size [mm]	Thick. [mm]
S01	D	V2	SPF	259.8	3.9	Int. edge	Square	200x200	175
S02	D	E1	SPF	273.9	5.5	Int. edge	Square	200x200	175
S03	A	E1	Spruce	262.3	9.4	Int. edge	Square	200x200	175
S04	B	E1	SPF	321.1	2.1	Int. edge	Square	200x200	175
S05	B	E1	SPF	347.6	2.2	Int. edge	Square	300x300	175
S06	F	V2	SPF	221.2	12.3	Int. edge	Square	200x200	175
S07	F	E1	SPF	231.2	6.8	Int. edge	Square	200x200	175
S08	F	E1	D Fir	322.2	3.2	Int. edge	Square	200x200	175
S09	F	E1	HML	243.7	4.8	Int. edge	Square	200x200	175
S10	F	E1	SPF	335.0	3.9	Int. edge	Rectangular	180x458	175
S11	F	E1	SPF	324.0	3.9	Int. edge	Rectangular	180x458	175
S12	F	E1	SPF	259.4	5.0	Int. edge	Round	Ø220	175
S13	F	E1	SPF	265.8	5.1	Int. edge	Square	200x200	175
S14	F	E1	SPF	352.5	6.3	Int. edge	Square	400x400	175
S15	F	E1	SPF	209.2	6.1	Int. edge	Square	200x200	175
S16	F	E1	SPF	259.2	3.6	Int. edge	Square	200x200	175
S18	F	E1	SPF	325.6	9.5	Int. edge	Square	200x200	175
S19	F	E1	SPF	296.0	5.1	Int. edge	Square	200x200	175
S20	F	E1	SPF	284.6	4.4	Int. edge	Square	200x200	175
S21	F	E1	SPF	256.3	5.2	Int. edge	Square	200x200	175
S22	F	E1	SPF	281.9	6.9	Int. edge	Square	200x200	175
S23	F	E1	SPF	217.8	7.5	Int. edge	Square	200x200	175
S41	F	E1	SPF	255.0	5.6	Corner	Square	200x200	175
S42	F	E1	SPF	387.8	8.9	Corner	Square	200x200	245

The results suggest that support location impacts the punching shear strength of CLT panels. Test series with the same CLT thickness, grade, species and manufacturer supported on different locations had different strength values; S41, point supported on four corners, was 10% stronger than S07 with and interior edge condition (see Table 1).

The punching shear strength of CLT panels with an interior edge column condition as function of CLT manufacturer, wood species, and stress grade is illustrated in Figure 5. Among the 175 mm SPF series, S04 from manufacturer B had the highest strength, with its average being 40% larger than that of S07. This indicates that panels from different CLT manufacturers but having the same stress grade and species have different punching shear strength. As for stress grade, E1 series was slightly stronger than V2 series (compare S06 and S07). With regard to timber species, the Douglas Fir series (S08) outperformed most SPF series; using this species increased the punching shear strength of the panels by 40% when compared to the SPF series of the same manufacturer. This increase was 10% when Hemlock panels were used (compare S09 and S07).

The effect of different column shapes on the load-carrying capacity of CLT panels is shown in Figure 6. A 45% and 40% increase was attained when X- and Y-oriented rectangular columns (Figure 3b and c) were used. The stiffness of the load distribution plate affects the punching shear strength. In S07, a 200 mm × 200 mm load distribution plate with a

wooden column was used (similar to Figure 3a), while in S13, only a load distribution plate of the same size was used (Figure 3e). Based on the results, the softer load distribution plate used in S13 resulted in 13% increase in punching shear strength; this could be attributed to the reduced stress concentration. Comparing the S14 and S13 suggests the potential positive effect of support area on CLT punching shear strength. The results also show that the round column increased the strength by 12%, which could be due to a more uniform stress distribution at the column edges when compared to a rectangular column where the stress concentration at column corners is higher.

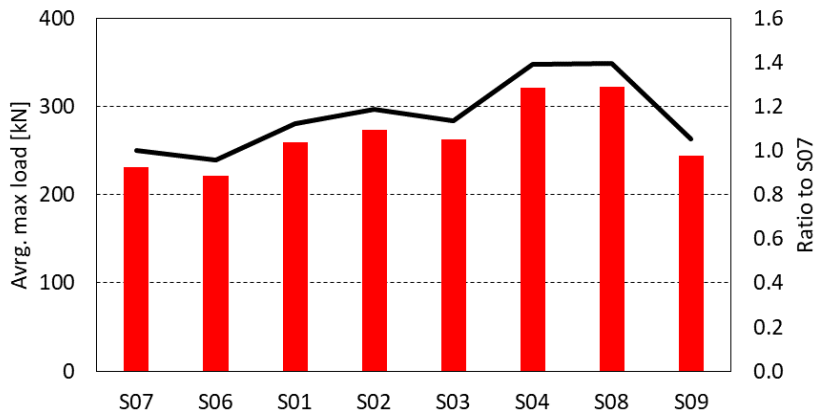


Figure 5: Impact of CLT provider, wood species, and CLT stress grade on punching shear strength

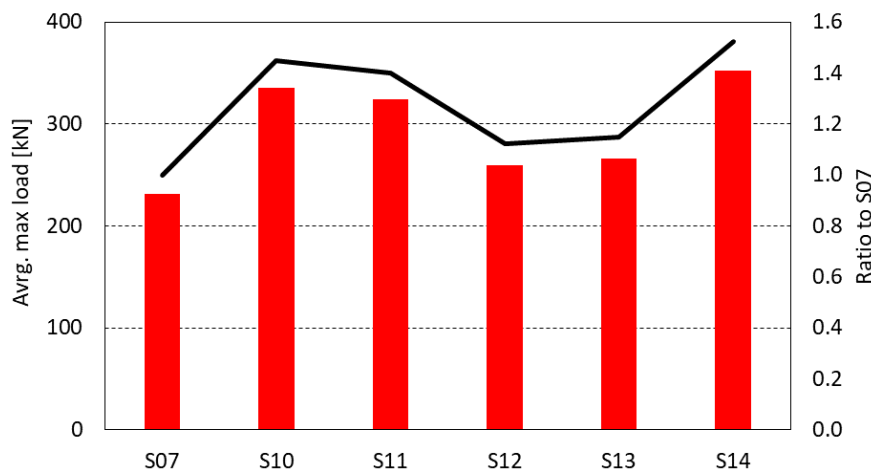


Figure 6: Impact of column shape and size on punching shear strength

Previous research on point-supported CLT shows that an effective width with an average load dispersion angle of 35° should be adopted in order to calculate the effective rolling shear strength under puncher shear conditions [6]. In order to see if a larger effective width or support area can predict a higher punching shear strength, the results of different series with regard to these two parameters are compared in Figure 7. It can be observed that a bigger effective width does not always result in a higher capacity, but a larger support area can predict a higher capacity. The positive effect of the support area can also be seen in S04 and S05, where increasing the dimensions of the plate by 100 mm increased the overall capacity of the panel by 8%.

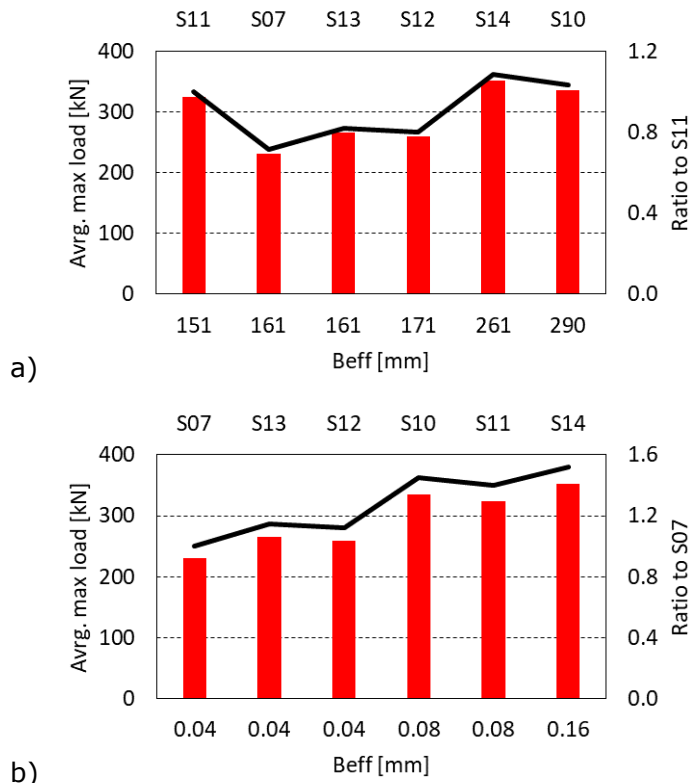


Figure 7: Impact of effective width (a); and support area (b) on punching shear strength

Finally, the results of the screw reinforced series normalized with respect to the similar unreinforced panel series are presented in Figure 8. The results show that the highest punching shear strength increase (41%) was achieved when a larger zone was reinforced (475 mm) with a tighter distance between screw rows (50 mm), resulting in more screws per each column face and having reinforcement in both directions (S18). Using a larger distance between the screw rows (80 mm) but reinforcing the same zone and in both directions (S19) increased the strength by 28% compared to the unreinforced series (S07). Keeping the distance between rows (80 mm) and having reinforcement in both directions but reducing the reinforced zone in S21 resulted in an 11% strength increase, which shows the effect of reinforcement zone length on punching shear strength. S20 and S22 were only reinforced in the major axis direction but had the same level of reinforcement as S18 and S19. When the results of S18 and S19 are compared with S20 and S22, respectively, it can be observed that not having screw reinforcement in the minor direction reduced the increase in punching shear strength; however, the reduction was more pronounced for the case of higher screw reinforcement level.

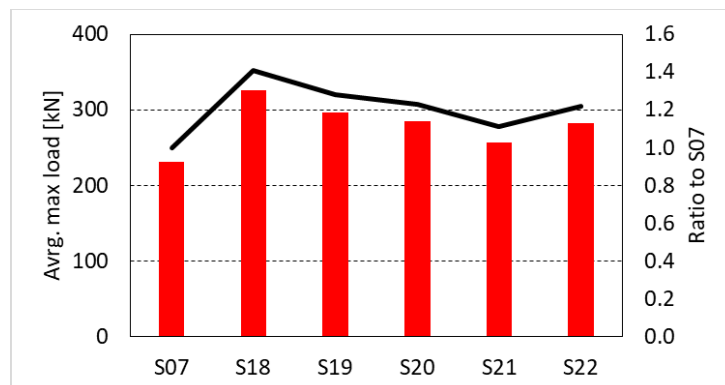


Figure 8: Impact of screw reinforcement on punching shear strength

3. Conclusions

The punching shear strength of CLT panels with interior edge-column, interior mid-panel, interior panel corner, and building perimeter conditions is being evaluated. Herein, the results of the first two column conditions are presented. Based on the results achieved to date and can be concluded that stress grade, species, column shape, column size, column location, thickness of load distribution plate, as well as self-tapping screw spacing, reinforcement zone length, and reinforcement direction impact the punching shear strength of point-supported CLT panels. Reducing stress concentration resulted in a higher punching shear strength in the specimens. This was achieved with a round column-geometry (S12) and a more flexible load distribution plate (S13). E1 stress rated series performed slightly better than V2 rated series when other influencing parameters were constant. A bigger bearing area leads to higher punching shear strength. Up to 41% increase was achieved with screw shear reinforcement. Series with a corner condition were 10% stronger when compared to the corresponding series with interior edge condition. With regard to the findings reported here on the impact of various factors on the punching shear strength of reinforced and unreinforced CLT panels, an analytical model and a design guide for point-supported CLT is being developed by the project partners.

4. Acknowledgments

The project was supported by the Province of British Columbia's «Green Construction Through Wood» program and the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada through an Alliance grant. The support by the UNBC technicians James Andal and Ryan Stern, as well as Fast + Epp Concept Lab manager Brandon Sullivan and Concept Lab technician Bernhard Zarnitz is appreciated.

5. References

- [1] Karacabeyli, E, & Gagnon, S (2019) Canadian CLT Handbook, 2019 Edition. FPInnovations, Canada.
- [2] Fast, P et al. (2016) Case study: An 18-storey tall mass timber hybrid student residence at the University of British Columbia, Vancouver. In proc. WCTE. Vienna, Austria.
- [3] Zingerle, P et al. (2016) System solutions for point-supported wooden flat slabs. In proc. WCTE. Vienna, Austria.
- [4] Ehrhart, T et al. (2015) Rolling shear properties of some European timber species with focus on cross laminated timber (CLT): Test configuration and parameter study. In proc. INTER. Šibenik, Croatia.
- [5] Ganjali, H et al. (2023) Punching-shear strength of point-supported CLT floor panels. In proc. INTER. Biel, Switzerland.
- [6] Muster, M (2020) Column-Slab Connection in Timber Flat Slabs. ETH Zurich.
- [7] Mestek, P (2011) Punktgestützte Flächentragwerke aus Brettspertholz – Schubbemessung unter Berücksichtigung von Schubverstärkungen. TU Munich.
- [8] Mestek, P & Dietsch, P (2013) Design concept for CLT-reinforced with self-tapping screws. In Focus Solid Timber Solutions-European Conference on Cross Laminated Timber (CLT). Graz, Austria

Nicht perfekt, aber belastbar – Tragfähigkeit genagelter Verbindungen im Bestand

Werner Seim
Fachgebiet Bauwerkserhaltung und Holzbau
Universität Kassel, Deutschland



Lars Völlmecke
Fachgebiet Bauwerkserhaltung und Holzbau
Universität Kassel, Deutschland



Nicht perfekt, aber belastbar – Tragfähigkeit genagelter Verbindungen im Bestand

1. Einführung

Die Verwendung von Nägeln für tragende Verbindungen im Holzbau beschränkt sich heutzutage hauptsächlich auf das Zusammenfügen von Holzwerkstoffplatten und Vollholz als Beplankung und Rippen zu Wand- und Deckentafeln. Dabei sind die Nägel großzügiger verteilt als bei fachwerkartigen Konstruktionen und in den meisten Fällen geringer ausgelastet.

Bis zur Einführung der Nagelplatten in den 1970er Jahren war der Nagel allerdings auch ein bevorzugtes Verbindungsmittel bei den sogenannten Brett- und Bohlenbindern, welche in unterschiedlichen Formen vor allem als materialsparende Tragelemente für Dachkonstruktionen zum Einsatz kamen. Aufgrund nicht verfügbarer Nagelplatten waren genagelte Brett- und Bohlenbinder in der DDR noch bis in die 1980er Jahre gebräuchlich. Bei dieser Bauart ergänzten sich die vergleichsweise dünnen Stahlstifte optimal mit den schmalen Holzquerschnitten. Die Nägel wurden bei Vollwandbindern flächig verteilt, bei Fachwerkknoten dagegen möglichst eng angeordnet. Unabhängig von der Trägerform wurde sehr darauf geachtet, das Material entsprechend der Belastung möglichst effizient einzusetzen. Die Tatsache, dass Nägel anders als Dübel nicht von Patenten geschützt waren und auch von ungelernten, billigeren Arbeitskräften verbaut werden konnten, begünstigte die Nagelbauweise weiter. Zwei beispielhafte Konstruktionen zeigt Abbildung 1. In den wichtigen zeitgenössischen Publikationen zum Holzbau wird die Nagelverbindung im Zusammenhang mit Hallentragwerken behandelt. So enthält die 1963 erschienene 7. Auflage des Holzbau-Taschenbuchs einen eigenen Abschnitt zu Fachwerken in Nagelbauweise [1]. Eine übersichtliche Darstellung zur Konstruktionsgeschichte genagelter Binder wurde von Engemann et al. vorgelegt [2].



(a)



(b)

Abbildung 1: (a) Fachwerkbinder System Kroher, Dresden-Hellerau (b) Vollwandbinder, Friedenskirche Dresden

Bei Fachwerken im Ingenieurholzbau wurden nach und nach Bohlen durch Brettschichtholz und Nägel durch andere Verbindungsmittel verdrängt. So werden Knotenpunkte heute überwiegend mit eingeschlitzten Blechen und Stabdübeln gefügt. Allerdings ergeben sich im Zusammenhang mit genagelten Konstruktionen auch aktuelle Fragestellungen. Beispielsweise dann, wenn bestehende Dächer für Fotovoltaikanlagen genutzt, oder rückgebaute Binder an anderer Stelle einer neuen Nutzung zugeführt werden sollen.

Die Neubewertung der Tragfähigkeit genagelter Verbindungen im Bestand stellt immer dann eine besondere Herausforderung dar, wenn die aktuellen Konstruktionsregeln nicht eingehalten sind und bzw. oder Risse vorhanden sind (siehe Abbildung 2a). Nicht selten führt die Unsicherheit dahingehend, wie man mit solchen nicht durch Normen erfassten Situationen umgehen soll, dazu, dass ganze Tragwerke abgebrochen und ersetzt oder unnötigerweise verstärkt bzw. saniert werden (siehe Abbildung 2b).



Abbildung 2: (a) Knoten mit zu geringen Randabständen und einzelnen Rissen
(b) Sanierung durch Austausch von Diagonalen

Im Folgenden werden nun zuerst die wichtigsten Meilensteine bei der Entwicklung von Konstruktions- und Bemessungsregeln für genagelte Verbindungen vorgestellt. Mit Bezug zu Unregelmäßigkeiten und Schäden, wie sie im Bestand typischerweise vorhanden sind, wird dann ein Bewertungsschema eingeführt mit dem einzelnen Knoten Zustandskategorien zugeordnet werden können. Die Sinnhaftigkeit der Kategorisierung wird anschließend durch die Auswertung der Ergebnisse von Tragfähigkeitsuntersuchungen an den entsprechend bewerteten Verbindungen überprüft. Der Ausblick enthält u.a. Hinweise dazu, wie die visuelle Bewertung zukünftig mit modernen Methoden automatisiert werden könnte.

2. Entwicklung der Konstruktions- und Bemessungsregeln

Die systematische Erforschung der Nagelverbindungen begann in Deutschland in den späten 1920er Jahren, wurde maßgeblich vorangebracht durch die Arbeiten von Gaber, Grabbe und Stoy (u.a. [3 - 7]) und führte schnell zur Akzeptanz der Nagelbauweise innerhalb des Bauwesens. Das spiegelt sich in der Aufnahme der Nagelverbindung in die Holzbaunorm DIN 1052:1933 [8] wider. Davor, in den «Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke» der Deutschen Reichsbahn Gesellschaft [9; 10], war der Gebrauch von Nägeln in tragenden Konstruktionen noch untersagt. Sicherlich war der gestiegene Fokus auf den Nagel in Forschung und Praxis auch durch die politisch verordnete Materialrationierung durch das Dritte Reich begünstigt.

Wie sich die Erforschung und Reglementierung des Nagels in den letzten 100 Jahren gestaltet hat, darauf soll im Folgenden eingegangen werden. In der jüngeren Vergangenheit gab es verschiedene Auseinandersetzungen mit Forschung und Normung im Holzbau des letzten Jahrhunderts. Rug schilderte 2003 umfassend die allgemeine Entwicklung des Holzbaus in Deutschland von 1903 bis 2003 [11]. Aktuelle Beiträge zu der Entwicklung von Konstruktions- und Bemessungsregeln für genagelte Verbindungen stammen von Fischer et al. [12] und von Schwendner et al. [13].

2.1. Konstruktionsregeln

Konstruktionsregeln für Verbindungen im Holzbau stellen sicher, dass die experimentell abgesicherte Tragfähigkeit erreicht wird und kein vorzeitiges Versagen eintritt. Konstruktionsregeln werden vorrangig aus den Randbedingungen von Versuchen abgeleitet. Wesentliche Parameter sind die Mindestabstände der Nägel, die Mindestholzdicke und die

Mindesteindringtiefe des Nagels. Aber auch weitere Regeln wie das Versetzen in Faser-richtung oder das Vorbohren einer Verbindung spielen eine wichtige Rolle. In Abbildung 3 sind alle geometrischen Abmessungen im Zusammenhang mit den hier behandelten Konstruktionsregeln für einen typischen Brettbinderknoten dargestellt.

Die wichtigsten Konstruktionsregeln betreffen die Mindestabstände, die Mindestdicken der angeschlossenen Hölzer sowie die Mindesteindringtiefe. Weitere Angaben betreffen das Versetzen, die Übergreifungslängen und das Vorbohren. Im Folgenden wird beispielhaft auf die Regelung der Mindestabstände eingegangen. Hinsichtlich der weiteren konstruktiven Regeln wird auf den Beitrag von Fischer et al. [12] verwiesen.

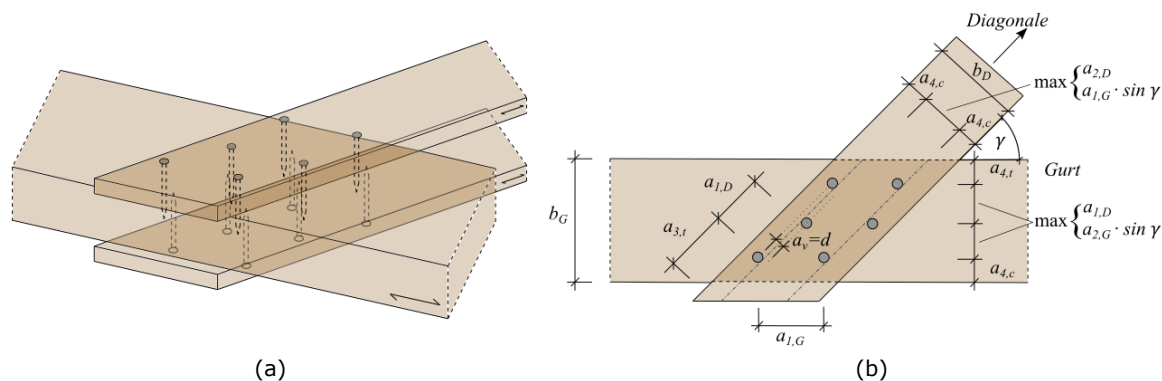


Abbildung 3: (a) Isometrie eines typischen Brettbinderknotens
(b) Ansicht mit der Definition der Mindestabstände

Ein wesentlicher Aspekt bei einer Holzverbindung mit stiftförmigen Verbindungsmitteln ist die Einhaltung der Mindestabstände. Damit soll die Spaltgefahr bei der Herstellung und unter Last ausgeschlossen werden.

In DIN 1052:1933 waren noch keine konkreten Angaben zu Nagelabständen enthalten. Basierend auf den Forschungsergebnissen von Gaber [3; 4] und Stoy [6; 7] enthielt DIN 1052:1938 [14] erstmals konkrete Angaben zu den Mindestabständen, die nur vom Nageldurchmesser d abhingen und nicht vom Kraft-Faser-Winkel. Im Wesentlichen sind diese Werte bis heute unverändert, siehe Tabelle 1. Die einzige größere Anpassung betrifft den Abstand in Faserrichtung vom beanspruchten Hirnholzende $a_{3,t}$. Bei Untersuchungen von Fonrobert [15] fiel auf, dass der bis dahin gültige Abstand von $12d$ nicht ausreichend war, um ein Aufspalten des Holzes zu verhindern. Ohne konkret zu werden, empfahl er deshalb den Abstand zu erhöhen. Egner [16] lieferte eine Untersuchung für dicke Nägel ($d \geq 6$ mm), in der eine Erhöhung für $a_{3,t}$ von $12d$ auf $15d$ empfohlen wurde. 1963 bzw. 1969 wurden die Mindestabstände zuerst in der TGL, dann auch in den DIN angepasst. Ab 1969 findet außerdem eine Unterscheidung zwischen vorgebohrten und nicht vorgebohrten Nägeln statt. In der heutigen Fassung der Holzbaunorm ist bei allen Abständen mit Ausnahme des unbeanspruchten Randes der Kraft-Faser-Winkel zu berücksichtigen. Für a_1 und $a_{4,t}$ findet zudem eine Unterscheidung für Nägel mit $d \geq 5$ mm statt.

Tabelle 1: Regeln für Nagelabstände in Holzbaunormen von 1938 bis 2022

Regelwerk		DIN 1052	TGL 112-0730	DIN 1052 - Blatt 1	TGL 33135/01 ²	DIN 1052-2 ⁴	DIN EN 1995-1-1 ⁵	prEN 1995-1-1
Jahr		1938/1940/1947	1963	1969	1984	1988	2010	2022
a1	nvb	10d	10d	10d (d > 4,2 mm: 12d)	10d	10d (d > 4,2 mm: 12d)	d < 5 mm: (5 + 5 cosα) d (d ≥ 5 mm: (5 + 7 cosα) d)	d < 5 mm: 10d d ≥ 5 mm: 12d
	vb	-	-	5d	5d	5d	(4 + cosα) d	5d
a2	nvb	5d	3,5d ¹	5d	5d ³	5d	5d	5d
	vb	-	-	5d	3,5d	5d	(3 + sinα) d	4d
a3,c	nvb	5d	7d	7d (d > 4,2 mm: 10d)	7d	7d (d > 4,2 mm: 10d)	10d	10d
	vb	-	-	5d	5d	5d	7d	7d
a4,c	nvb	5d	5d	5d	5d	5d	5d	5d
	vb	-	-	3d	3,5d	3d	3d	3d
a3,t	nvb	12d	15d	15d	15d	15d	(10 + 5 cosα) d	15d
	vb	-	-	10d	10d	10d	(7 + 5 cosα) d	12d
a4,t	nvb	5d	7d	α ≥ 30°: 7d (d > 4,2 mm: 10d) α < 30°: 5d (d > 4,2 mm: 7d)	5d ⁶	α ≥ 30°: 7d (d > 4,2 mm: 10d) α < 30°: 5d (d > 4,2 mm: 7d)	d < 5 mm: (5 + 2 cosα) d d ≥ 5 mm: (5 + 5 cosα) d)	d < 5 mm: 7d d ≥ 5 mm: 10d
	vb	-	-	5d	5d	5d	d < 5 mm: (3 + 2 cosα) d d ≥ 5 mm: (3 + 4 cosα) d)	d < 5 mm: 5d d ≥ 5 mm: 7d
a1,max		-	-	40d	40d	40d	40d	40d
a2,max		-	-	20d	20d	20d	20d	20d

¹ bei Stabanschluss von 180°: 5d; bei versetzter Anordnung red. auf 3,5d² Abstände für u > 25% (bei Herstellung) um 1,5-fach erhöhen³ 3,5d (wenn um 5d längs versetzt)⁴ Douglasie: vb für d ≥ 3,1 mm⁵ Werte gelten für ρ_k ≤ 420 kg/m³ (≈ Nadelholz)⁶ bei Anschlusswinkel > 15°: 7d

2.2. Tragfähigkeit genagelter Verbindungen

Die ersten analytischen Ansätze zur Berechnung der genagelten Verbindungen bezogen sich auf das biegebeanspruchte Verbindungsmittel, somit zogen die Ingenieure zur Berechnung von Nageltragfähigkeiten anfänglich Parallelen zum Bolzen. Preuß [17] lieferte 1921 dazu eine Berechnungsgrundlage, welche von anderen Forschern übernommen oder weiterentwickelt wurde. Dieser Ansatz basiert auf einem reinen Spannungsnachweis unter Verwendung der Lochleibungsfestigkeit im Holz. Einen umfassenden Überblick über die Entwicklung der analytischen Berechnungsverfahren von Preuß bis zum heute in der DIN EN 1995-1-1:2010 [18] angewandten Verfahren liefert Linzner [19] in Kapitel 5 seiner Dissertation.

In der DIN 1052:1933 [8] erfolgte die Berechnung der zulässigen Belastung eines Nagels mit einer einfachen Formel, in die Werte für Lochleibungsfestigkeit, Holzdicke und Nageldurchmesser einzusetzen waren. Bei dicken Brettern ($a > 40$ mm) betrug die Lochleibungsfestigkeit 50 kg/cm^2 bei dünnen Brettern ($a \leq 40$ mm) 80 kg/cm^2 .

Die Vielzahl an Versuchen, die in den 1930er Jahren durchgeführt wurden, führte dazu, dass mit der Einführung der DIN 1052:1938 [17] Tabellen zur Verfügung standen, aus denen die Tragfähigkeiten ohne weitere Berechnungsschritte abgelesen werden konnten. Dort sind den Holzdicken bestimmte Nagelabmessungen zugeordnet und umgekehrt. Die Entwicklung der zulässigen Belastung einer einschnittigen Nagelverbindung zeigt Abbildung 4. Der Beiwert zur Umrechnung von charakteristischen Werten wurde mit $\alpha=2,18$ angesetzt (siehe [13]).

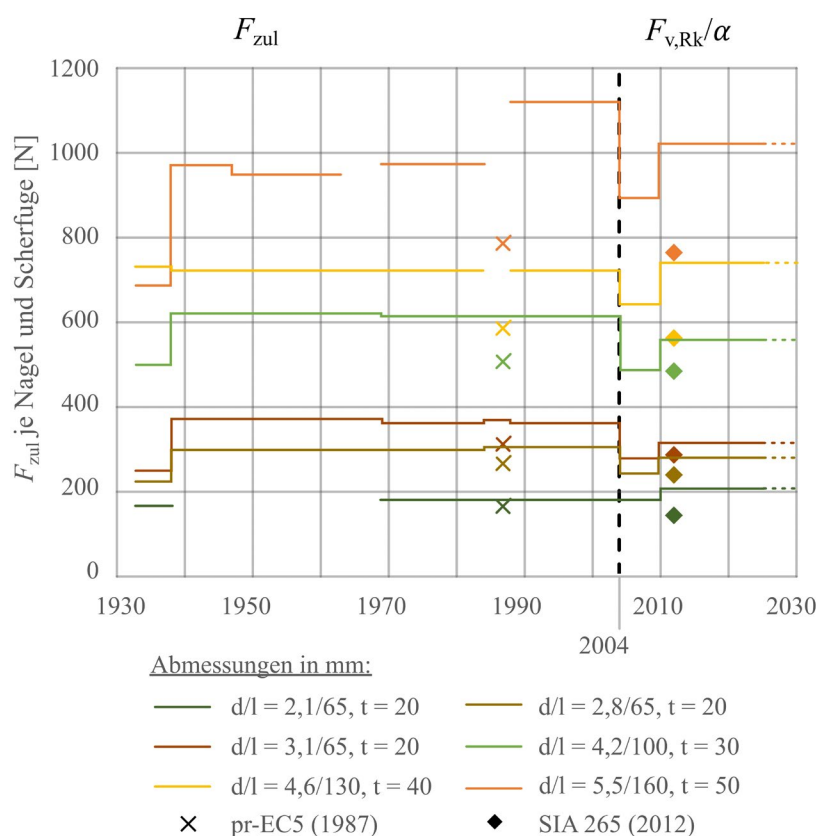


Abbildung 4: Entwicklung der zulässigen Belastung einer einschnittigen Nagelverbindung aus [13]

Die aktuellen Regelungen berücksichtigen neben der Lochleibungsfestigkeit auch plastische Fließgelenke in dem Verbindungsmittel und basieren auf dem oberen Grenzwertsatz der Plastizitätstheorie.

Mit der Weiterentwicklung der Formulierungen von Johansen beschäftigte sich zuerst Möller [20], und später Meyer [21]. Meyer lieferte einen ersten Ansatz zu einem Phänomen, das früher bereits beobachtet, aber erst durch ihn quantifizierbar wurde: dem sogenannten Seileffekt. Weitere Untersuchungen von Kuipers & de Put [22] führten dann dazu, dass der Seileffekt normativ verankert wurde. Zunächst war in der DIN 1052:2004 [23] eine Erhöhung um den Seileffekt nur bei profilierten Nägeln in Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen oder Stahlblech-Holz-Verbindungen zulässig, ab Einführung der DIN EN 1995-1:2010 [18] durfte der Seileffekt auch bei Holz-Holz-Verbindungen mit glattschaftigen Nägeln berücksichtigt werden.

3. Bewertungsschema für genagelte Verbindungen im Bestand

Die im folgenden vorgestellte Einstufung in verschiedene Kategorien basiert auf dem äußeren Erscheinungsbild der Nagelverbindungen. Aus diesem Grund wurden Kriterien festgelegt, um die Kategorisierung der einzelnen Knoten zu ermöglichen. Diese Kriterien sind in Abbildung 5 dargestellt und beziehen sich auf Seiten- und Unteransichten mit Berücksichtigung der Beanspruchungsrichtung.

Kategorie	Beschreibung	Ansichten		
		Seite	Unten	
			Typ-I	Typ-II
1	- Vorgaben für Randabstand, Eindringtiefe und Abstand untereinander nach jeweils geltender Norm eingehalten > 90 % der Nägel bündig mit Anschlussholz sonst in Zustand 2 einordnen - Keine Schäden am Holz visuell ersichtlich			
2	- Vorgaben für Randabstand, Eindringtiefe oder Abstand untereinander nach jeweils geltender Norm nicht eingehalten - Keine Schäden am Holz visuell ersichtlich			
3	a - Kleine Risse $b_{\text{Riss}} < 1 \text{ mm}$ < 90 % der Nägel bündig mit Anschlussholz	Vorgaben für Randabstand, Eindringtiefe und Abstand untereinander nach jeweils geltender Norm eingehalten		
	b Hinweise auf Feuchtigkeitseintritt vorhanden	Vorgaben für Randabstand, Eindringtiefe oder Abstand untereinander nach jeweils geltender Norm nicht eingehalten		
4	a - Risse $b_{\text{Riss}} > 1 \text{ mm}$ - Auf- & Abspaltungen	Vorgaben für Randabstand, Eindringtiefe und Abstand untereinander nach jeweils geltender Norm eingehalten		
	b - Feuchtigkeit - Fehlstellen	Vorgaben für Randabstand, Eindringtiefe oder Abstand untereinander nach jeweils geltender Norm nicht eingehalten		

Abbildung 5: Bewertungsschema für Nagelverbindungen im Bestand

Die Kategorie 1 wird erreicht, wenn die Eindringtiefe, der Randabstand und die Abstände untereinander den aktuellen Vorschriften entsprechen. Darüber hinaus müssen mindestens 90% der Nägel bündig mit dem Seitenholz eingeschlagen sein, da andernfalls die Verbindung direkt in Kategorie 2 fällt. In der Regel sollte Kategorie 1 keine sichtbaren Schäden aufweisen. Eine Verbindung wird in Kategorie 2 eingestuft, wenn entweder die Einbindetiefe, der Randabstand oder der Abstand untereinander nicht den geltenden Vorschriften entsprechen. Auch in Kategorie 2 sollten keine sichtbaren Schäden erkennbar sein. Die Kategorie 3 ist in Unterkategorien unterteilt: 3a und 3b. In 3a erfüllt die Verbindung die Anforderungen gemäß den geltenden Vorschriften. Die Verbindung wird als 3b eingestuft, sobald eine dieser Vorschriften aus 3a nicht erfüllt ist. Grundsätzlich wird eine Verbindung in Kategorie 3 eingestuft, wenn sie Risse kleiner als 1 mm aufweist, weniger als 90% der Nägel bündig mit dem Seitenholz eingeschlagen sind oder erste Anzeichen für ein schadhaftes Holz vorhanden sind. Kategorie 4 wird erneut in Unterkategorien unterteilt: 4a und 4b, wobei die Abgrenzung wie bei Kategorie 3 erfolgt. Die Einstufung in Kategorie 4 erfolgt bei allen sichtbaren Mängeln, einschließlich Rissen von mehr als 1 mm Breite, Aufspaltungen und lokalen Feuchtigkeitsschäden. Holzfäule oder Insektenbefall werden als schwerer Schaden eingestuft. Die entsprechenden Bereiche müssen ausgetauscht werden.

Das Schema wurde auf die Anschlüsse von drei Konstruktionstypen angewendet. Alle Anschlüsse stammen von Pultdachträgern. Die Abbildung 6 zeigt beispielhaft die Anwendung des Bewertungsschemas für zwei Knoten Typ I und Typ II. Bei Typ I waren Pfosten und Diagonalen seitlich aufgenagelt, siehe Abbildung 6a,b. Bei Typ II laufen die Gurte paarweise außen durch, siehe Abbildung 6c.

(a)



Typ I B09-1 (Vorderseite)

*Kein normgerechtes Nagelbild.
Keine Schäden sichtbar.*

Pfosten Kategorie: 2

Strebe Kategorie: 2

(b)



Typ I B09-2 (Rückseite)

*Kein normgerechtes Nagelbild.
Risse <1mm*

Pfosten Kategorie: 3

Strebe Kategorie: 3

(c)



Typ II A02

Risse >1mm im Mittelholz.

Pfosten Kategorie: 4

Strebe Kategorie: 4

Abbildung 6: Beispielhafte Anwendung des Bewertungsschemas

4. Experimentelle Untersuchungen

Die experimentellen Untersuchungen teilen sich in zwei Phasen auf. In der ersten Phase wurden zur Bestimmung der maßgebenden Parameter, für die Tragfähigkeit einer scherbeanspruchte Holz-Nagel-Verbindung, Nebenversuche durchgeführt. In diesen Nebenversuchen wurden für das Holz die Rohdichte, für die Nägel die Zugfestigkeit und das Fließmoment und für beide Werkstoffe die Lochleibungsfestigkeit und die Auszugfestigkeit bestimmt. In der zweiten Phase wurden Scherversuche an einzelnen Knoten durchgeführt.

4.1. Nebenversuche

Die Prüfmethoden und die Ergebnisse für die Nebenversuche sind in Schwendner et al. [24] ausführlich dokumentiert. Nicht alle Vorgaben der einschlägigen Normen konnten direkt übernommen werden. Um die Zugfestigkeit zu prüfen, mussten die Nagelköpfe abgetrennt werden. Die Einspannlänge nach Norm konnte aufgrund der vorhandenen Nagellänge nicht eingehalten werden. Dies hatte keinen Einfluss auf das Versagensbild der Nägel. Die Ergebnisse der Nebenversuche für Typ I sind in Tabelle 2 aufgelistet. Bei der Auszugfestigkeit streuten die Ergebnisse so stark, dass es nicht möglich war, einen charakteristischen Wert zu bestimmen. Daher wurde der kleinste Versuchswert verwendet.

Tabelle 2: Ergebnisse der Nebenversuche - Bindertyp I

Parameter		Mittelwerte	n [-]	COV [%]	char. Wert
Rohdichte ρ	Gurt	447	15	3,5	403
[kg/m ³]	Streben	473	16	10,9	372
Lochleibungsfestigkeit f_h	Gurt	24,3	16	4,0	22,1
[N/mm ²]	Streben	26,5	16	20,6	21,0
Zugfestigkeit f_u	Nägel $\varnothing = 3,4$ mm	716	10	9,05	581
[N/mm ²]					
Auszugfestigkeit f_{ax}	Nägel $\varnothing = 3,4$ mm	6,57	8	50,2	2,39*
[N/mm ²]					

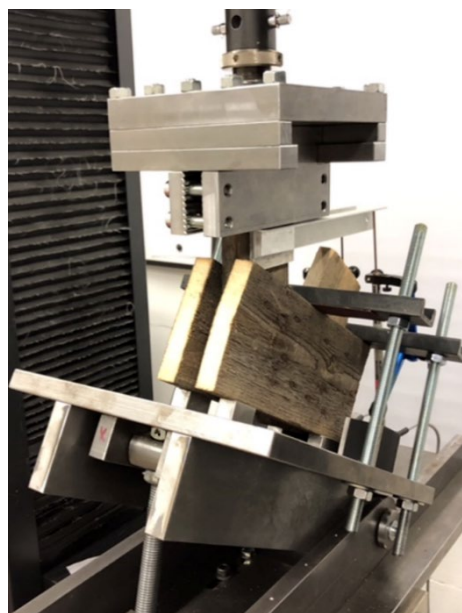
* *kleinster Wert*

4.2. Scherversuche

In der zweiten Phase wurden Scherversuche an den aus den Fachwerkbindern herausgeschnittenen Verbindungen durchgeführt. Hierfür wurde ein spezieller Prüfaufbau entwickelt, der es ermöglicht, die Verbindung von Pfosten und Streben, separat nacheinander auf Zug bzw. Druck zu überprüfen, siehe Abbildung 7. Der Aufbau wurde so gestaltet, dass die Belastungsrichtung flexibel an die unterschiedliche Neigung der Pfosten und der Streben angepasst werden konnte, und dass in allen Fällen eine Relativverschiebung von mindestens 15 mm aufgebracht werden konnte.



(a)



(b)

Abbildung 7: Versuchsaufbau – Scherversuch: (a) Druckversuch (b) Zugversuch

Die Versuchsdurchführung und die Ergebnisse der Scherversuche sind in Völlmecke et al. [25] beschrieben. Die Tabelle 3 und die Tabelle 4 zeigen die Ergebnisse des Bewertungsschemas sowie den Vergleich der charakteristischen und der in den Versuchen erreichten Werte der Tragfähigkeiten pro Pfosten und Strebe für die Serien A und B des Bindertyps I.

Tabelle 3: Typ I, Serie AH-PD-ST (ST = Strebe)

Knoten	α [°]	Kategorie	$n_{2,8}$ [-]	$n_{3,4}$ [-]	$F_{v,Rk}$ [kN]	F_{max} [kN]	$F_{max}/F_{v,Rk}$ [-]
A02-ST	27	3	7	8	11,31	24,62	1,4
A04-ST	32	2	9	6	10,96	26,75	1,9
A05-ST	25	2	9	6	10,96	30,09	1,9
A06-ST	37	2	7	6	9,64	27,72	2,2
A08-ST	42	3,5	0	14	11,70	26,33	2,5
A09-ST	35	3	7	6	9,64	20,20	2,0
A10-ST	46	2,5	11	6	12,28	23,90	1,8
A11-ST	39	4	7	7	10,47	22,71	2,7
Mittelwert-A-ST		2,8			10,87	25,29	2,0
B04-ST	32	3	0	13	10,87	30,70	2,6
B06-ST	37	3	0	13	10,87	26,93	2,6
B07-ST	30	2,5	0	12	10,03	21,79	1,9
B08-ST	42	2,5	0	13	10,87	29,10	1,9
B09-ST	35	2,5	0	12	10,03	27,21	1,7
B10-ST	47	4	0	14	11,70	20,09	2,5
B11-ST	39	3	0	12	10,03	22,94	1,8
B12-ST	60	4	0	12	10,03	15,70	1,5
Mittelwert-B-ST		3,1			10,55	24,31	2,1

Tabelle 4: Typ I, Serie AH-PD-PF (PF = Pfosten)

Knoten	α [°]	Kategorie	$n_{2,8}$ [-]	$n_{3,4}$ [-]	$F_{v,Rk}$ [kN]	F_{max} [kN]	$F_{max}/F_{v,Rk}$ [-]
A02-PF	90	4	9	6	10,96	15,64	1,4
A04-PF	90	2,5	9	6	10,96	21,09	1,9
A05-PF	83	3	9	6	10,96	20,94	1,9
A06-PF	90	2	4	11	11,84	25,86	2,2
A08-PF	90	3,5	0	12	10,03	25,56	2,5
A09-PF	83	3	9	6	10,96	21,54	2,0
A10-PF	90	3	11	6	12,28	21,70	1,8
A11-PF	83	3	8	6	10,30	27,48	2,7
Mittelwert-A-PF		3,0			11,03	22,48	2,3
B04-PF	90	2,5	0	12	10,03	26,22	2,6
B06-PF	90	2,5	0	12	10,03	25,77	2,6
B07-PF	83	2,5	0	12	10,03	18,59	1,9
B08-PF	90	2,5	0	12	10,03	19,10	1,9
B09-PF	83	2,5	0	12	10,03	16,77	1,7
B10-PF	90	2,5	0	11	9,20	23,34	2,5
B11-PF	83	3	0	12	10,03	18,43	1,8
B12-PF	90	4	0	11	9,20	13,92	1,5
Mittelwert-B-PF		2,8			9,82	20,27	2,3

5. Überprüfung des Bewertungsschemas

Die Überprüfung des Bewertungsschemas erfolgt in einem ersten Schritt durch einen Vergleich der rechnerischen charakteristischen Tragfähigkeit mit den in den Versuchen erzielten Tragfähigkeiten.

Die charakteristischen Tragfähigkeiten werden nach den Regelungen des EC5 für eine einschnittige Holz-Holz-Verbindungen berechnet. Maßgebend ist in allen Fällen der Versagensmechanismus d mit Lochleibungsversagen im Seitenholz und einem Fließgelenk im Mittelholz. Es gilt:

$$F_{v,Rk,lat} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot t_1^2 \cdot d}} - \beta \right] \quad (1)$$

mit

$$M_{y,Rk} = 0.30 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2.6} \quad (2)$$

$$f_{h,k} = 0.082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0.3} \quad (3)$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = 1 \quad (4)$$

$$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2 \quad (5)$$

$$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2 \quad (6)$$

Unter Berücksichtigung des Seileffekts folgt:

$$F_{ax,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{ax,k} \cdot d \cdot t_2 \\ f_{ax,k} \cdot d \cdot t_1 + f_{head,k} \cdot d_h^2 \end{array} \right. \quad (7)$$

$$\Delta F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0.25 \cdot F_{ax,Rk} \\ 0.15 \cdot F_{v,Rk} \end{array} \right. \quad (8)$$

$$F_{v,Rk} = F_{v,Rk,lat} + \Delta F_{v,Rk} \quad (9)$$

Die für die Berechnung verwendeten Parameter sind in Tabelle 5 dokumentiert. Die berechneten Tragfähigkeit nach EC5 sind in den Tabellen 3 und 4 angegeben.

Tabelle 5: Parameter und Tragfähigkeit pro Nagel – Typ 1

d [mm]	d_h [mm]	t_m [mm]	ρ_k [kg/m ³]	$f_{u,k}$ [N/mm ²]	t_1 [mm]	t_2 [mm]	$F_{v,Rk,lat}$ [N]	$F_{ax,Rk}$ [N]	$F_{v,Rk}$ [N]
2,8	6	80	350	600	23	42	588	288	660
3,4	7					57	727	475	836

Die grafische Darstellung in Abbildung 8 zeigt sehr anschaulich, dass mit den vier Bewertungskategorien der grundsätzliche Zusammenhang zwischen Schädigungsgrad und nachgewiesener Tragfähigkeit gut erfasst wird. Darüber hinaus zeigt sich, dass selbst Knoten, die der Kategorie 4 zugeordnet wurden, noch eine verlässliche Tragfähigkeit aufweisen.

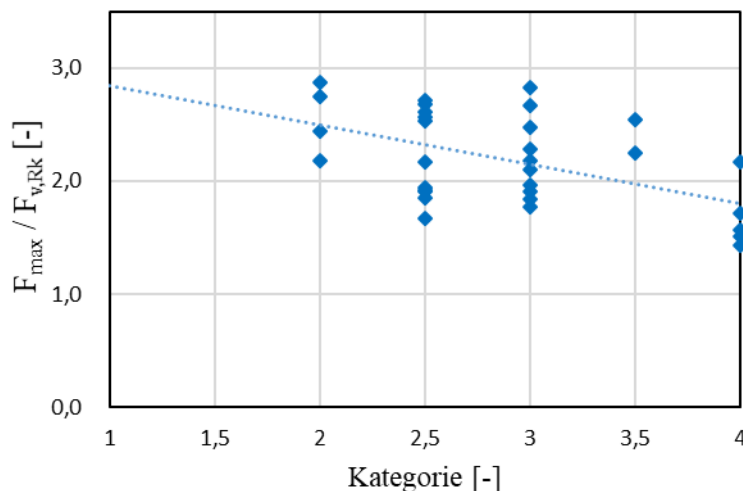


Abbildung 8: Ergebnis Typ I – Tragfähigkeitsfaktor $F_{max}/F_{v,Rk}$ in Abhängigkeit von der Kategorie

6. Ausblick

Die aktuellen und weiterführenden Untersuchungen zielen darauf ab, eine umfassende Sicherheitsbewertung für Holz-Nagel-Verbindungen im Bestand zu ermöglichen. Dazu wird das in diesem Beitrag vorgestellte Bewertungsschema verfeinert und erweitert. So, dass zukünftig der Zustand für jeden einzelnen Nagel erfasst und bewertet wird. Darüber hinaus werden die einzelnen Kriterien hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Tragfähigkeit gewichtet. So sind zum Beispiel Risse besonders kritisch zu betrachten, und die Unterschreitung von Mindestabständen kann gestuft bewertet werden.

Praktisch umsetzbar ist ein solches erweitertes Bewertungsverfahren nur dann, wenn dazu die Möglichkeiten der automatischen Bildauswertung unter Verwendung von KI-Verfahren genutzt werden. Erste Erfahrungen auf diesem Gebiet sind vielversprechend. Ein von der Universität Würzburg für diese Anwendung «trainiertes» Programm ist in der Lage, Nägel und Risse zu erkennen. Derzeit wird dieses Programm durch die Erfassung aller geometrischer Größen ergänzt. In Zukunft sollen Objekte mit einer Drohne, vollständig photogrammetrisch erfasst werden. Anschließend soll die Bewertung jeder Verbindung voll automatisiert erfolgen.

7. Literaturverzeichnis

- [1] Halasz v., R.; Holzbau-Taschenbuch. 6. Aufl., 1963
- [2] Engelmann I.; Schwendner S.; Seim W.; Materialsparende Nagelbinder – Aspekte der Konstruktionsgeschichte von 1930 bis 1990. Bautechnik, 2023
- [3] Gaber E.; Statische und dynamische Versuche mit Nagelverbindungen. Versuchsanstalt für Holz, Stein und Eisen, 1935
- [4] Gaber E.; Untersuchungen über Nägel und genagelte Bohlenträger. In: Bericht über die Sitzungen der Holztagung, 1933
- [5] Grabbe H.; Die Festigkeit der zweischnittig genagelten Holzverbindungen bei gleicher und ungleicher Holzstärke. Dissertation, Braunschweig, 1935
- [6] Stoy W.; Über Versuche mit Drahtstiften als Holzverbindungsmittel. Konstruktion und Ausführung, 1930
- [7] Stoy W.; Tragfähigkeit von Nagelverbindungen im Holzbau. Schweizerische Bauzeitung, 1935
- [8] DIN 1052:1933-07: Bestimmungen für die Ausführung von Bauwerken aus Holz im Hochbau. Berlin: Deutsches Institut für Normung, 1933
- [9] Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke. Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, Berlin: Ernst & Sohn, 1926
- [10] Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke. (DRG:1926-12, 3. berichtigte Ausgabe). Berlin: Ernst & Sohn, 1931
- [11] Rug W.; 100 Jahre Holzbau- und Holzbauforschung. Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ), 2003
- [12] Fischer J.; Schwendner S.; Seim W.; Engelmann I.; Verbindungen mit Nägeln im Holzbau – Die Erforschung und Entwicklung von Konstruktionsregeln. Bautechnik, 2023
- [13] Schwendner S.; Fischer J.; Seim W.; Engelmann I.; Nägel im Holzbau – die Erforschung des Trag- und Verformungsverhaltens. Bautechnik, 2023
- [14] DIN 1052:1938-05: Bestimmungen für die Ausführung von Bauwerken aus Holz im Hochbau. Berlin: Deutsches Institut für Normung, 1938
- [15] Fonrobert, F.; Regeln und Erläuterungen für die Verwendung von Nägeln bei Nagelverbindungen im Holzbau nach DIN 1052:1938. Fachausschuß für Holzfragen, 1940
- [16] Egner K.; Tragfähigkeit und Nachgiebigkeit von Nagelverbindungen mit dicken Drahtstiften. Deutscher Zimmermeister, 1951
- [17] Preuß M.; Eiserne Bolzen im Holzbau. Der Holzbau, 1921

- [18] DIN EN 1995-1-1: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau. 2010
- [19] Linzner P.; Neue Aspekte zum Trag- und Verformungsverhalten von Nägeln in Hirn- und Seitenholz. Dissertation, Bochum, 1993
- [20] Möller T.; En ny metod för beräkning av spikförband. 1950
- [21] Meyer A.; Die Tragfähigkeit von Nagelverbindungen bei statischer Belastung. Holz als Roh- und Werkstoff, 1957
- [22] Kuipers J.; van der Put T.; Betrachtung zum Bruchmechanismus von Nagelverbindungen. Ingenieurholzbau in Forschung und Praxis, 1982
- [23] DIN 1052:2004-08: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken: Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau. Berlin: Deutsches Institut für Normung, 2004
- [24] Schwendner S.; Völlmecke L.; Ho P.; Fischer J.; Seim W.; Testing of connections taken from old nailed roof trusses. WCTE Oslo, 2023
- [25] Völlmecke L.; Schwendner S.; Ho P.; Fischer J.; Seim W.; Assessment of nailed connections in existing structures. WCTE Oslo; 2023

In den Abschnitten 1 und 2 dieses Beitrags wird teilweise auf Texte aus den Veröffentlichungen von Engelmann et al. [2], Fischer et al. [12] und Schwendner et al. [13] zurückgegriffen. Auf eine Kennzeichnung einzelner Zitate wurde im Sinne einer besseren Lesbarkeit verzichtet.

HBV-Decken mit hohem Vorfertigungsgrad am gebauten Beispiel, Projekt BOBK7 in Berlin

Henning Ernst
SWG/Engineering
Rülzheim, Deutschland



HBV-Decken mit hohem Vorfertigungsgrad am gebauten Beispiel, Projekt BOBK7 in Berlin

Immer mehr vielgeschossige (Verwaltungs-) Gebäude werden als Holz- bzw. Holzhybridbau geplant. Die Detaillierung und die daraus resultierende Baugeschwindigkeit sind dabei einer der entscheidenden Faktoren für Kosten und Erfolg des Projektes.

1. Individuell und doch Standard

Auch wenn jedes Gebäude sehr individuell erscheint, lassen sich aus den Grundrissen und Anforderungen (z.B. Gebäudetechnik und deren Auswirkungen auf das Tragwerk) an die Gebäude dieser Kategorie sehr viele Parallelen bzw. Gemeinsamkeiten ableiten, so dass eine Standardisierung und damit Optimierung möglich ist.

Am hier vorgestellten Projekt «BOBK7, Berlin» sollen mögliche Ansätze zur Standardisierung exemplarisch aufgezeigt werden. Die weiteren daraus resultierenden Aufgabenstellungen und zugehörige mögliche Lösungsansätze werden beispielhaft erläutert.

Neben der Betrachtung der Deckenelemente soll in diesem Artikel der Fokus auf eine schnelle Montage gelegt werden. Elemente, die bauseits mittels einfachen, lagesuchende Steckverbindungen fixiert werden, sollen dies ermöglichen. Diese Verbindungen sind zudem wieder vollständig rückbaubar. Die hier vorgestellte Art der Deckenelemente und das Prinzip der Verbindungen lassen sich für viele Projekte mit geringen Anpassungen adaptieren und standardisieren.

2. Projektvorstellung – Beschreibung der Grundrisse und der Anforderungen aus der Gebäudetechnik

Das hier vorgestellte Gebäude gliedert sich in zwei Baukörper – Vorder- und Hinterhaus. Im Vorderhaus ist ein zentrales Treppenhaus mit Fahrstuhlschacht integriert. Der Gebäudekern ist aus Stahlbeton und übernimmt den maßgeblichen Anteil der Gebäudeaussteifung. Das Hinterhaus schließt auf der Rückseite des Vorderhauses an den Gebäudekern an.



Abbildung 1: Animation Projekt «BOBK7» (Quelle: HPP Architekten, www.hpp.com)

Das Vorderhaus besteht neben dem Treppenhauskern aus zwei nahezu symmetrischen Deckenfeldern, die durch einen Mittel- bzw. Erschließungsgang («Catwalk») getrennt sind. Dieser Mittelgangbereich wird seitlich durch Stützen im Raster von 5,4m flankiert. Diese Stützen tragen die Unterzüge, auf denen die Decken aufgelagert sind. Das Vorderhaus ist seitlich jeweils grenzständig (Bebauung einer Baulücke), weshalb die gebäudeabschließenden Wände in Stahlbeton ausgeführt werden mussten.

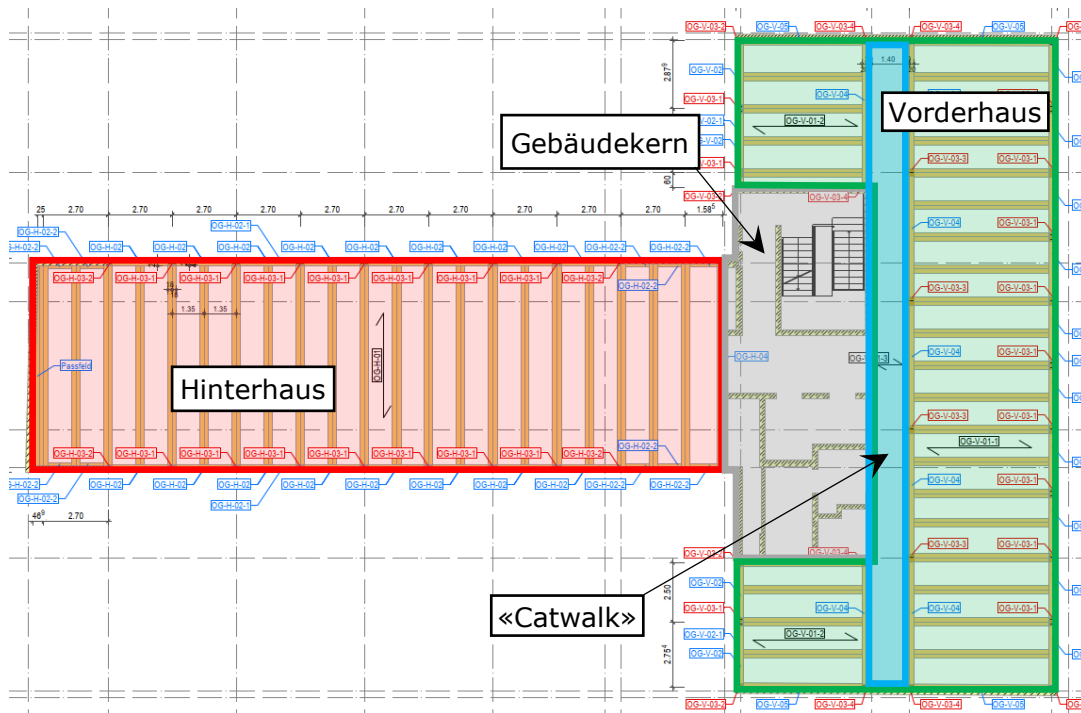


Abbildung 2: Einteilung der Grundrisse

Das Hinterhaus schließt auf der Rückseite senkrecht an das Vorderhaus an. Die Decken spannen hier mit einer Spannweite von 8,6 m über die gesamte Breite dieses Gebäudeabschnitts. Die rückseitige Wand musste aufgrund der Brandschutzanforderungen ebenfalls in Stahlbeton ausgeführt werden (Forderung nach nicht brennbaren Baustoffen).

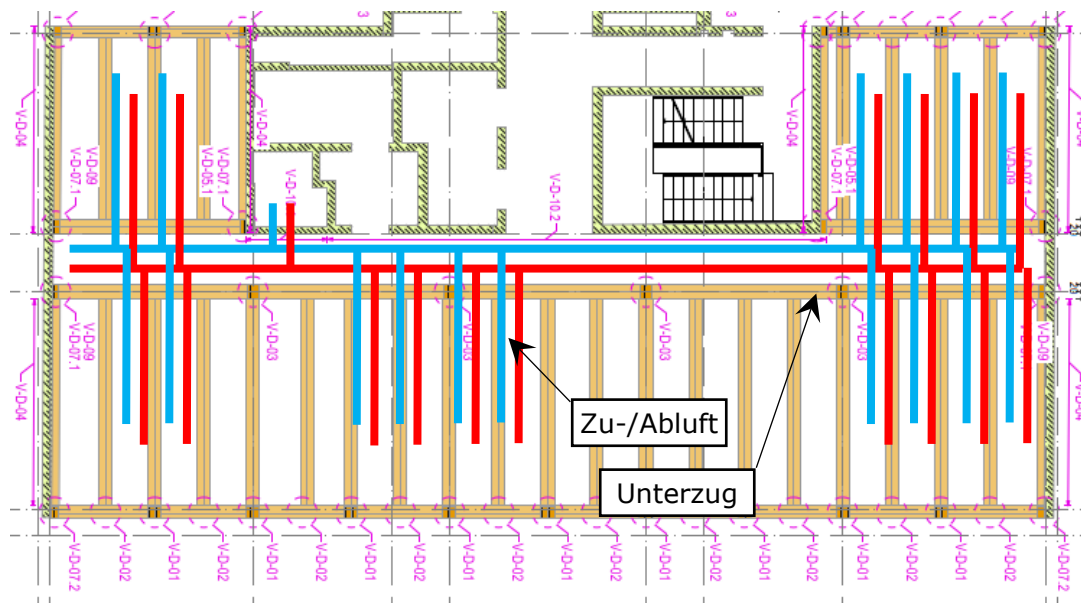


Abbildung 3: Ausfädelung der Gebäudetechnik vom Mittel-/Erschließungsgang in die Gefache

In den Außenachsen stehen umlaufend, im Raster von 2,7 m die lastabtragenden Stützen (sofern nicht Grundstücksgrenze).

Die Hauptstränge der Gebäudetechnik münden aus dem Stahlbetonkern in den Mittelgangsbereich und werden im Bereich des Vorderhauses unter der Decke des Mittelganges verzogen. Von hier zweigen die Leitungen in die Deckenfelder, zwischen die Deckenbalken ab und kreuzen dabei die Unterzugebene.

Im Bereich des Hinterhauses müssen die Hauptleitungen unterhalb der Deckenbalken angeordnet werden. Um die Arbeitsplätze zu erreichen, zweigen die Leitungen vertikal nach oben in die Ebene der Deckenbalken ab und können so wieder im weiteren Verlauf quer zwischen den Deckenbalken verzogen werden.

3. Vorgaben für die Tragwerksplanung

Neben dem Stützenraster für Außen- und Mittelachse ergeben sich aus den Grundrissen sowie aus den Vorgaben der Gebäudetechnik folgende Anforderungen:

- Die Unterzüge in den Außenachsen sollten möglichst in der Deckenebene liegen.
- Die Unterkante der Unterzüge in den Mittelachsen sollten nicht tiefer als der notwendigen Koffer für Gebäudetechnik liegen.
- Die Leitungen für Lüftung, Heizen/Kühlen, Elektro und Sprinklertechnik müssen die Unterzugebene der Mittelachse kreuzen, um diese zwischen den Deckenbalken verziehen zu können.
- Die Decken müssen den geforderten Schallschutzanforderungen genügen.
- Alle tragenden Bauteile müssen einen ausreichenden Brandwiderstand von 90 Minuten (R90) aufweisen.
- Die vertikale und horizontale Lastabtragung muss sichergestellt sein.
- Die horizontalen Einwirkungen aus der Aussteifung müssen in den Stahlbeton eingeleitet werden.

Im Vergleich mit weiteren, ähnlichen Projekten, können die genannten Vorgaben unabhängig vom Projekt, zu den in den folgenden Abschnitten wiederkehrenden Aufgaben zusammengefasst werden. Die Ausarbeitung der zugehörigen Lösungsansätze erfolgte unter der Berücksichtigung folgender, ergänzender Anforderungen:

- Mineralische Baustoffe soweit möglich reduzieren und durch alternative, nachhaltigere Materialien ersetzen.
- Materialien und Bauteile möglichst effizient und ressourcensparend wählen und einsetzen.
- Einfache und schnelle Fügeprozesse auf der Baustelle.
- Zerstörungsfrei Rückbaubarkeit (C2C).

3.1. Detailentwicklung zur Problematik der Lastdurchleitung bei Stützen-Riegel-Knoten von Skelettstrukturen

Durchlaufende Riegel mehrgeschossiger Strukturen führen im Bereich der Geschosskopplung bei der Lastdurchleitung von Stütze zu Stütze zu Querpressungs- und Verformungsproblemen. Diese können vermieden werden, indem die Lasten über Hilfskonstruktionen (z.B. Stahlrohre) durch die Riegel durchgeführt werden. Hieraus resultieren wiederum Querschnittsschwächung mit zum Teil aufwendigen Bearbeitungen. Für das Durchleiten der Last werden zudem Zusatzelemente (Stahlteile) im Riegel erforderlich (Kosten, Montageaufwand, usw.).

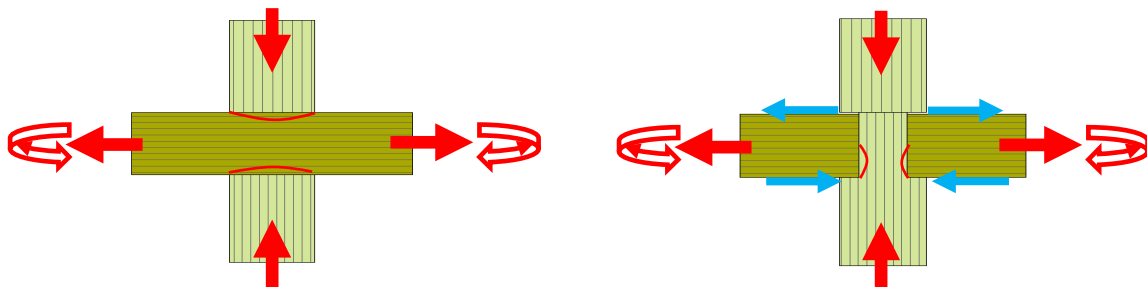


Abbildung 4: Varianten Anschlussdetails Riegel-Stütze
links: Riegel durchlaufend mit unterbrochenen Stützen
rechts: Riegel gestoßen und Stütze durchlaufend

Die Betrachtung unterschiedlicher Ausführungsvarianten solcher Knoten hat gezeigt, dass durchlaufende Riegel keine nennenswerten Vorteile gegenüber Riegeln als Einfeldträger mit sich bringen (meist wird der Schubspannungsnachweis maßgebend für Bemessung). Werden die Riegel als Einfeldträger ausgeführt, reduziert sich die Schubbeanspruchung und die Stützlasten können über Pressung parallel zur Faser übertragen werden. Dabei können die Stützen mit reduziertem Querschnitt unter Ansatz der vollen Druckfestigkeit in Faserrichtung durch die Decken- bzw. Riegelebene geführt werden. Aus der Reduktion des Stützenquerschnitts im Lastdurchleitungsbereich resultieren bei der Stütze «freie» Flächen, auf denen die Unterzüge gelagert werden können.

Für die Kopplung potenzieller Gurtkräfte (sofern der Riegel Teil des Aussteifungssystems ist) werden zusätzliche durchlaufende oder gekoppelte Riegel benötigt.

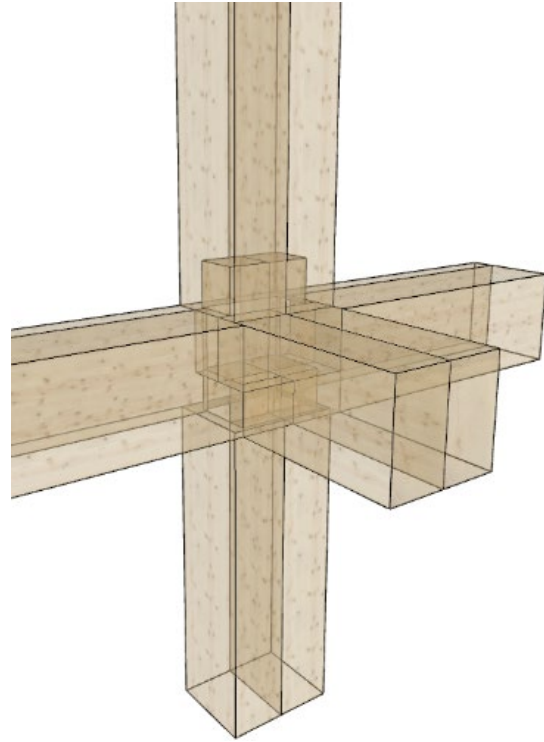


Abbildung 5: Knoten Stützen-Riegel, Außenachse

3.2. Leitungsführung Gebäude-/Haustechnik – Kreuzen der Unterzugebene

In den meisten Fällen werden die Leitungen für Lüftung, Heizen und Kühlen, Elektrik und Sprinklerung (sofern gefordert) an der Unterseite der Decken montiert. Bei Flachdecken führt dies dazu, dass die Decken in den meisten Fällen vollflächig abgehängt werden.

Bei Balkendecken lassen sich die Zuleitungen zu den Verbrauchern bzw. zu den Aus-/Einlässen in den Gefachen zwischen den Deckenbalken platzieren. Auch Deckenpaneele mit entsprechenden Funktionen bzgl. Lüftung, Heizen oder Kühlen oder auch nur zur akustischen Verbesserung lassen sich zwischen den Deckenbalken optisch ansprechend anbringen und in das Gesamtbild integrieren.

Das Ausleiten der Versorgungsleitungen aus dem Bereich des Erschließungs- und Mittelganges in die Deckenfelder erfolgt in der Ebene der Deckenbalken. Hierzu müssen die Hauptunterzüge gekreuzt werden. Durchbrüche in der erforderlichen Anzahl und Größe sind bei den sich aus den geforderten Randbedingungen ergebenden Dimensionen der Unterzüge nicht realisierbar. Verschiebt man die Unterzüge nach unten, führt dies zu einer deutlichen Reduktion der Durchgangshöhe, was seitens der Entwurfsverfasser zwingend zu vermeiden war.

Eine Art Fachwerkträger liefert eine ausreichende Tragfähigkeit und Steifigkeit, so dass das rechnerische Schwing- und Verformungsverhalten des Decken-Unterzug-System allen Anforderungen genügt. Die Gefache können dabei geschlossen oder für die Durchleitung von Leitungen geöffnet werden.

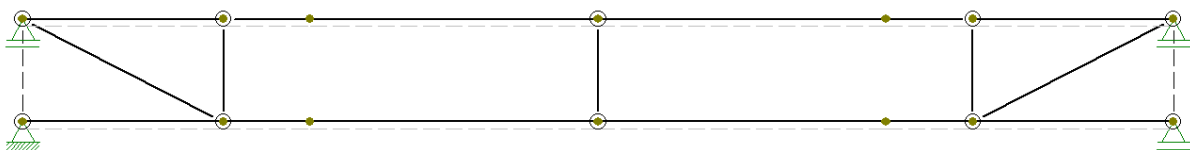


Abbildung 6: Statisches System «Fachwerkträger» der Mittelachse

Während der Montage kann für das Einlegen der Deckenelemente der Obergurt entnommen, da dieser ausschließlich über Kontakt angeschlossen ist. Nach Montage der Deckenelemente wird der Obergurt wieder eingelegt und verspannt. Dies erfolgt bereits durch das Eigengewicht der Deckenelemente. Aus deren Masse resultieren ausreichende Druckkräfte im Obergurt, so dass dieser über die Kontaktflächen in seiner Lage verspannt und gesichert ist.



Abbildung 7: «Fachwerkträger» in der Vorfertigung mit möglichen freien (rote) Flächen für Gebäudetechnik (Quelle: SIEVEKE GmbH)

3.3. Detailierung von Wand- und Deckensystemen unter Berücksichtigung von Vorfertigungsgrad, Statik, Bauphysik und Logistik

Wandelemente

Holzrahmenbauelemente beinhalten eine Dämmung und bieten in der Regel ausreichend Platz, um Stützen für die Lasten in den Außenachsen aufzunehmen. Auch für die Aufnahme eventuell notwendiger Installationen gibt es ausreichende Möglichkeiten.

Im Idealfall sind die Hauptstützen der Außenwände bereits in den Wandelemente integriert. Baufortschritt, Feuchtigkeit auf der Baustelle, Ausrichten bei der Montage usw. sind Faktoren, die dadurch positiv beeinflusst werden. Im hier gezeigten Projekt war zum Zeitpunkt der Auftragserteilung der Planungsprozess bereits zu weit fortgeschritten, um dies im Zuge der weiteren Tragwerksplanung entsprechend zu realisieren.

Deckenelemente

Um die schallschutztechnischen Anforderungen zu erfüllen, müssen Decken in «konventioneller» Holzbauweise (Rippendecken, Massivholzdecken und Kastendecken) immer mit Schüttungen (meist gebunden) ausgeführt werden. Aus diesem Grund fiel die Wahl hier auf eine Holz-Beton-Verbunddecke (HBV). Eine Schüttung ist «tote Masse», welche meist oberseitig auf die Rohdecke aufgebracht wird. Im Gegensatz hierzu wird bei einer HBV-Decke die aus bauphysikalischen Gründen zwingend erforderliche Masse zum Lastabtrag mitgenutzt. Die allgemeinen Vorteile von HBV-Decken gegenüber «konventionellen» Holzdecken wurden bereits in diversen Veröffentlichungen zum Thema Holz-Beton-Verbund erläutert und werden hier daher nicht weiter thematisiert.

HBV-Decken gibt es in verschiedenen Varianten. Sie unterscheiden sich maßgeblich in folgenden Ausführungsvarianten:

- Holz: Balkendecken, Kasten, PI-Elemente, Brettstapel oder Brettsperrholz
- Beton: Fertigteilplatten, Ortbeton oder werksseitig betoniert
- Schubverbinder: Kerven, Schrauben oder sonstige Verbinder
- Schubverbund: werksseitig oder auf der Baustelle

Die größte Varianz bietet bei der Betrachtung der am Markt verfügbaren HBV-System die Ausführung mit Schrauben in Kombination mit dem FT-Verbinder (FT = Fertigteil).

4. FT-Verbinder in Kombination mit Schrauben WÜRTH ASSY plus VG Ø10mm

Der FT-Verbinder kann in Verbindung mit Vollgewindeschrauben Würth ASSY plus VGØ10mm in allen Kombinationen als Schubverbinder für HBV-Decken eingesetzt werden. Ortbeton als auch Beton-Fertigteilplatten können mit Massivholzdecken, Pi-Elementen, Kastenelementen oder Rippendecken kombiniert werden. Zudem kann eine Balkenlage auch mit Filigranplatten kombiniert werden (siehe Abb. 8, rechts). Dabei kann der Verbund jeweils werksseitig oder auf der Baustelle hergestellt werden. Auch die Kombination mit einer Betonkerntemperierung (siehe Abb. 9, links) sowie die Vormontage von Haustechnik-Elementen ist realisierbar (siehe Abb. 9, rechts).

Lastabtragende Randunterzüge können inkl. Durchbrüchen (für die TGA) und weiterer Bearbeitungen bereits werkseitig am Deckenelement vormontiert werden. Zusätzliche Anschlussarbeiten oder eine weitere Bearbeitung sind bauseits nicht mehr erforderlich.

Maßgeblicher Vorteil dieses Schubverbinders gegenüber allen anderen auf dem Markt verfügbaren Systemen ist, dass die Betonplatte unabhängig von der Holzkonstruktion vorgefertigt werden kann. Aufwändige Schalkkörper und der Schutz des Holzes vor Feuchtigkeit und Verschmutzung sind nicht erforderlich, da die Betonplatte erst nach ihrer Fertigung «trocken» auf der Holzkonstruktion montiert wird.

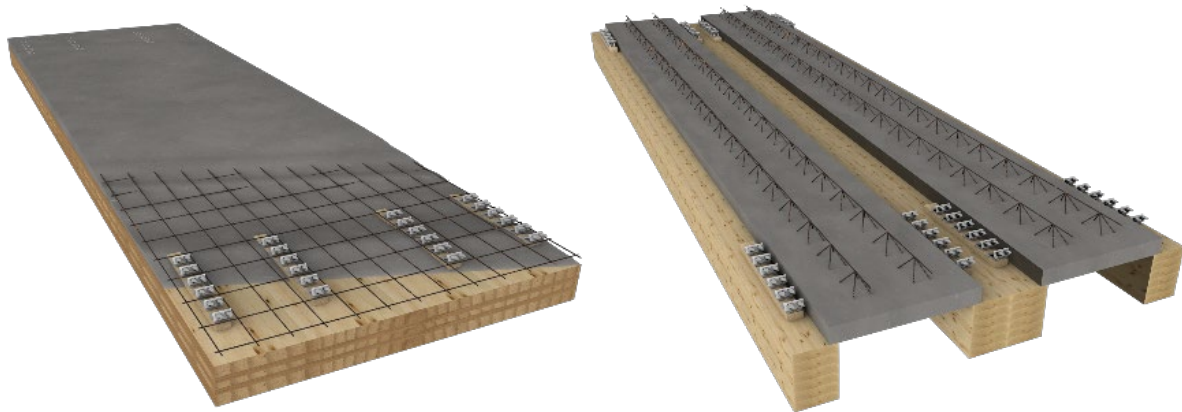


Abbildung 8: Beispiele für den Einsatz von FT-Verbinder
links: Nassbeton oder Fertigteil auf Massivholzdecke
rechts: Filigranplatte auf Deckenbalken in Kombination mit Ortbeton

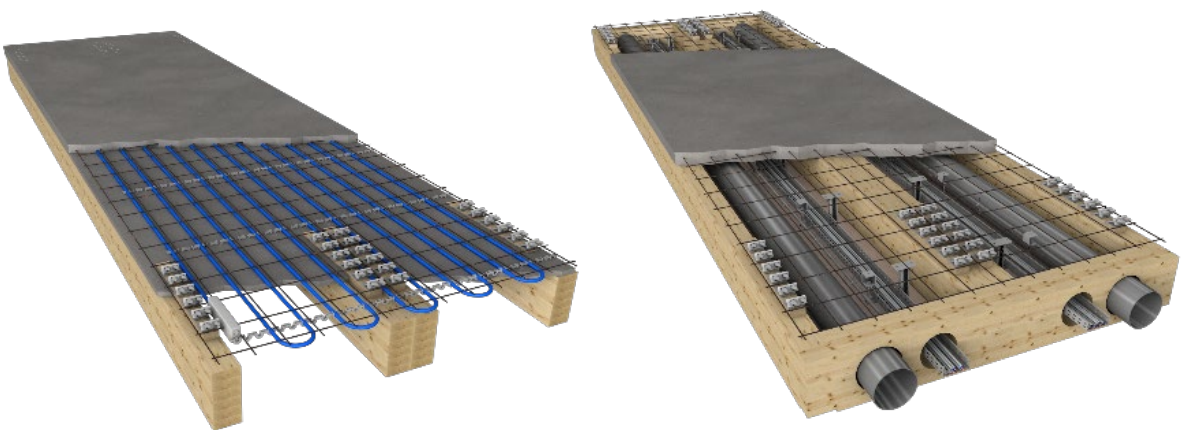


Abbildung 9: Beispiele für den Einsatz von FT-Verbindern
links: Fertigteilplatte mit BKT auf Deckenbalken
rechts: Fertigteilplatte auf Deckenbalken mit vormontierten Haustechnikkomponenten und Randunterzügen aus Holz

In dem hier vorgestellten Projekt wurden diese Möglichkeiten ausgenutzt. Betonplatte und Rahmen der Deckenelemente wurden unabhängig voneinander vorgefertigt. Im Anschluss erfolgte werkseitig die Montage der Betonplatte auf dem Holzrahmen, d.h. der Verbund wurde «trocken» hergestellt. Die komplett vorgefertigten Deckenelemente wurden dann gelagert, verladen und just-in-time zur Baustelle transportiert.



Abbildung 10: links: Fertigung Beton-Fertigteilplatten (Einbau FT-Verbinder und Bewehrung im Schalbett)
rechts: Fertigung der Decken-Holzrahmen
(Quelle: OBERNDORFER Hybrid Systems GmbH)



Abbildung 11: Zusammenführen von Beton-Fertigteilplatte und Decken-Holzrahmen
links: vorgefertigter Holzrahmen
rechts: vorgefertigte Betonplatte mit einbetonierten FT-Verbindern
(Quelle: OBERNDORFER Hybrid Systems GmbH)



Abbildung 12: Fügen der Beton-Fertigteilplatte auf den Decken-Holzrahmen
links: Einbringen der Schrauben
rechts: Dokumentation der Schraubvorgänge zur Qualitätssicherung
(Quelle: OBERNDORFER Hybrid Systems GmbH)



Abbildung 13: Transport der fertigen Deckenelemente zur Baustelle

links: Verladen der Deckenelemente

rechts: «just-in-time»-Lieferung der Deckenelemente auf die Baustelle

(Quelle: OBERNDORFER Hybrid Systems GmbH)

Das so vorgefertigte Deckenelement enthält alle erforderlichen Elemente für dessen Montage sowie alle Anschlüsse bzw. alle lastabtragenden Komponenten. Bauseits mussten weder zusätzliche Verbindungsmittel eingebracht noch mussten Anschlüsse irgendeiner Art hergestellt werden. Mit dem Einlegen der Deckenelemente vor Ort wurden über Kontakt alle Verbindungen hergestellt.

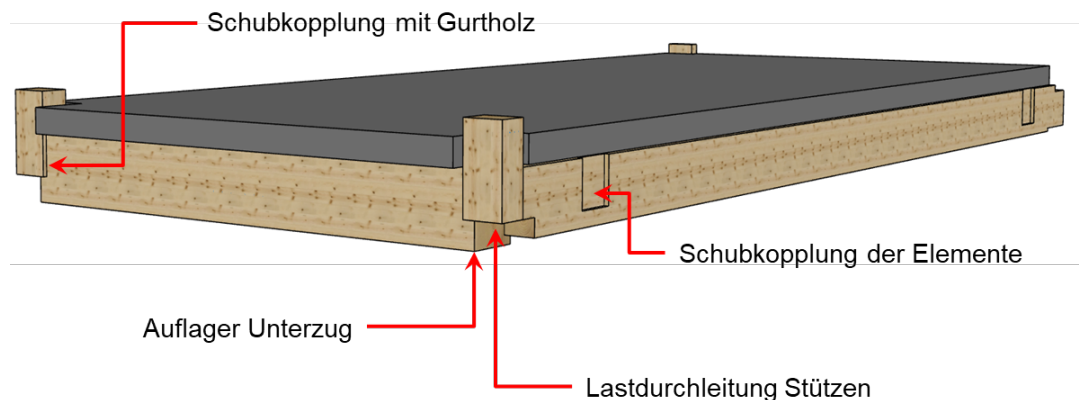


Abbildung 14: Vorgefertigtes Deckenelement inkl. alle Verschraubungen und Bearbeitungen

Die für die Scheibenausbildung erforderliche Schubkopplung bzw. die Ausleitung der Schubkräfte erfolgt ebenfalls über vormontierte FT-Verbinder. Über diese Verschraubung werden die Schubkräfte aus der Betonplatte in den Holzrahmen des Deckenelements eingeleitet. Mittels Kontaktanschlüssen werden diese Kräfte entweder in die Nachbarelemente oder in Gurthölzer bzw. in das Haupttragwerk eingeleitet. Zusätzliche aufwändige Maßnahmen, wie ein Verguss der Elementstöße zur Schubkopplung der Elemente oder auch das Koppeln der Elemente mit zusätzlichen Stahlteilen (Spannschlösser, Zugplatten, o.ä.) bzw. mit frei liegenden Bewehrungsseisen können vollständig entfallen.

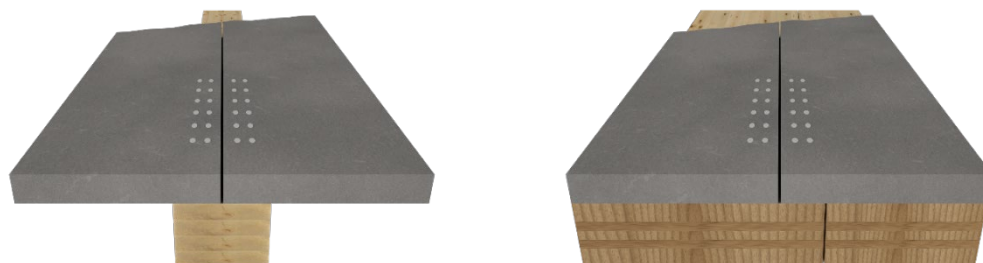


Abbildung 15: Beispiel für Fugenausbildung zur Schubkopplung der Elemente

links: Kopplung auf Deckenbalken

rechts: Kopplung bei Massivholz-Elementen

5. Zusammenfassung

Durch den Einsatz des FT-Verbinders in Kombination mit Vollgewindeschrauben Würth ASSY plus VGØ10mm können Deckenelemente mit großen Spannweiten vollständig vorgefertigt werden. Betonplatten und Holzunterkonstruktionen (hier Holzrahmen) können dabei getrennt produziert und im Anschluss werkseitig, «trocken» verschraubt werden. Die so entstehenden Deckenelemente können zudem bereits werkseitig mit zusätzlichen Komponenten wie BKT und/oder TGA-Elementen ausgerüstet werden. Somit kann auch ein Teil die Installationsarbeit für die Gebäudetechnik bereits mit Anlieferung und Montage der Deckenelemente auf der Baustelle umgesetzt sein. Weitere tragende Komponenten wie Randunterzüge und lastdurchleitende Vertikalelemente können im Deckenelement bereits integriert sein. Dabei sind alle Elemente (außer die Betonplatte) aus Holz. Durch eine entsprechende Detaillierung sind bei der Montage zudem wenige bis keine weiteren verbindenden Elemente nötig (keine Schrauben oder sonstige Verbindungsmittel). Die Montage besteht somit nur aus dem Einlegen der Deckenelemente auf der Baustelle – weitere Anschlussarbeiten sind nicht mehr erforderlich.

Durch den nachträglichen, trockenen Verbund können alle Verbindungen zwischen Beton und Holz zu einem späteren Zeitpunkt wieder gelöst werden. Somit ist ein zerstörungsfreier Rückbau jederzeit wieder möglich.

Zirkuläre Verbindungselemente für hybride Konstruktionen

Sascha Schaaf
Peikko Deutschland GmbH
Waldeck, Deutschland



Marvin Vollbracht
Peikko Deutschland GmbH
Waldeck, Deutschland



Zirkuläre Verbindungselemente für hybride Konstruktionen

1. Einleitung

1.1. Ressourcennutzung

Die Bauwirtschaft ist für einen großen Teil der Ressourcennutzung verantwortlich. Nachdem die Ressourcen wie Holz, Erze und Gesteinskörnungen gewonnen wurden, erfolgt die Herstellung von Bauprodukten. Dazu zählen beispielsweise Holzwerkstoffplatten, Baustähle sowie Beton und Mörtel. Die Bauprodukte werden in Gebäuden aller Art eingeplant und verbaut. Je nach vorhandener Flexibilität des hergestellten Gebäudes ist eine Nutzungszeit von 20-50 Jahren zu erwarten. Danach erfolgen der Rückbau und Abriss der vorhandenen Gebäude, um meist neuen Strukturen mit einer neuen Nutzung den notwendigen Raum zu bieten. Häufig haben sich die Nutzungsanforderungen geändert oder die Architektur entspricht nicht mehr dem Geschmack der Zeit. Neue Anforderungen an die energetische Qualität und die Bauphysik sowie den Brandschutz sind als Gründe für den Abriss von Gebäuden bekannt. Die einst aufwändig hergestellten Baustoffe müssen entsorgt werden und stellen sich dabei häufig als problematische Altlasten heraus.

1.2. Kreislaufwirtschaft

Einmal genutzte Baustoffe als Ressource zu verlieren, stellt in der heutigen Zeit der Verknappung von Rohstoffen eine Herausforderung dar. Zusätzlich werden die einst implementierten Energiegehalte für die Herstellung der Baustoffe und Elemente quasi ausgelöst und verschwendet. Des Weiteren müssen neue Energiemengen erzeugt werden, um die vorhandenen Baustoffe wieder in ihre Bestandteile zu zerlegen. Letztendlich müssen die zurückgebauten, zerlegten und entsorgten Materialien wieder neu hergestellt und bearbeitet werden. Dazu werden neue Ressourcen und erhebliche Energiemengen benötigt, die zu einem großen Anteil noch nicht regenerativ herzustellen sind.

Die Idee der Kreislaufwirtschaft ist es, vorhandene Bauteile aus Holz, Stahl oder Beton wiederzuverwenden und einer neuen Nutzung zuzuführen.



Abbildung 1: Kreislaufwirtschaft

1.3. Verbindungen

Großflächige oder stabförmige Bauteile kann man sich bereits heute als wiederverwendbar vorstellen. Ein vorgefertigtes Deckenelement aus Holz könnte beispielsweise in einer neuen Geschosdecke mit der gleichen oder einer geringeren Stützweite eine zweite Verwendung finden. Wie sieht es aber mit den Verbindungen aus? Die einzelnen Elemente werden mittels Schrauben zusammengefügt. Hier ist ein Lösen der Verbindung denkbar, soweit die Zugänglichkeit zum Schraubenkopf gegeben ist. Direkte Verschraubungen mit

dem Werkstoff Holz haben jedoch nach dem Lösen den Nachteil, dass sie bei einer Wiederverwendung an Tragfähigkeit verlieren oder für den neuen Gebrauch nicht ohne Weiteres eingesetzt werden können. Noch schwieriger wird es, wenn verschiedene Materialien miteinander verbunden werden. Hier seien die Anbindung von Holzbauteilen an Betonelemente wie Stützen und Fundamente genannt. Verbindungsmittel die einmal im Beton verankert sind, können nur schwer wieder zurückgebaut werden, ohne die umliegende Bauteilstruktur zu beschädigen. Auch neuere Bauweisen, wie die Holz-Beton-Verbundtechnologie, stellen uns vor Probleme, wenn wir die einzelnen Elemente sortenrein voneinander trennen wollen.

2. Entwicklungen

2.1. Peikko PUUCO® Timber Connections für hybride Konstruktionen

Peikko entwickelte in den letzten Jahrzehnten innovative Verbindungen für den Stahlbeton- und Stahlbetonfertigteilbau. Seit etwa 30 Jahren widmet sich Peikko ebenso dem Verbundbau, der insbesondere durch die Kombination einzelner Materialien wie Stahl, Holz und Beton überzeugt. Dabei stehen Vorteile wie Ressourcenschonung und Effizienz sowie Suffizienz an oberster Stelle.

Peikko möchte den Wandel der Zeit, hin zu mehr Nachhaltigkeit, prägend mitgestalten. Aus diesem Grunde wurde die PUUCO® Produktfamilie entwickelt. Die zugehörigen Verbindungsmittel zeichnen sich durch eine einfache Montage, große Beanspruchbarkeiten und durch die Möglichkeit der Lösbarkeit aus.



Abbildung 2: Peikko PUUCO®: Lösbare und rückbaubare Verbindungsmittel

2.2. Peikko ROOCO® Column Shoe

Der Stützenschuh verbindet beispielsweise eine Stütze aus Holz mit einem Fundament aus Beton. Im Bauzustand kann die Stütze ohne Hilfsabstützungen montiert werden.

Die Verbindung besteht aus Ankerbolzen, die sowohl im Beton nach DIN EN 1992 als auch im Holz nach DIN EN 1995 verankert werden. Zwischen den Bauteilen bildet der Stützenschuh, dass bauaufsichtlich zugelassene Bindeglied, welches die Einwirkungen durch die Bauteilfuge leitet.

Durch die Verschraubung ist ein nachträgliches Lösen problemlos möglich.



Abbildung 3: Peikko ROOCO® Stützenschuh

2.3. Peikko RAMCO® Corbel

Dieser Balkenschuh kann eine Holz-Holz-Verbindung, eine Holz-Beton-Verbindung oder eine Holz-Stahl-Verbindung herstellen.

Die Anbindung zum Holzbauteil wird nach DIN EN 1995, als Stabdübel-Schlitzblech-Verbindung, realisiert. Das Stahlaufleger wird nach seiner bauaufsichtlichen Zulassung dimensioniert.

Der Träger kann nachträglich von der Auflagerkonsole entfernt werden. Auch die Konsolknappe ist durch das Lösen von zwei Schrauben rückbaubar.

Insbesondere für die Auflagerung des Peikko DELTABEAM zeichnet sich diese Lösung aus.



Abbildung 4: Peikko RAMCO® Auflagerkonsole

2.4. Peikko NILCO® Wood-Concrete Composite Slab Connector

Bei der Verwendung eines Holz-Beton-Verbundbauteils ist es notwendig, die beiden Querschnittsteile schubfest miteinander zu verbinden. Die Einbauteile werden durch ein zugehöriges Setzwerkzeug in das Holz eingepresst.

Die Verbindung wird über zwei Parameter definiert, der Tragfähigkeit und den Verschiebungsmodul, was eine projektspezifische Bemessung erlaubt. Die Möglichkeit des nachträglichen Abhebens der Betonplatte, ist infolge der eindimensionalen Stiftrichtung im Holz, wahrscheinlich. Weitere Versuche dazu sind erforderlich.

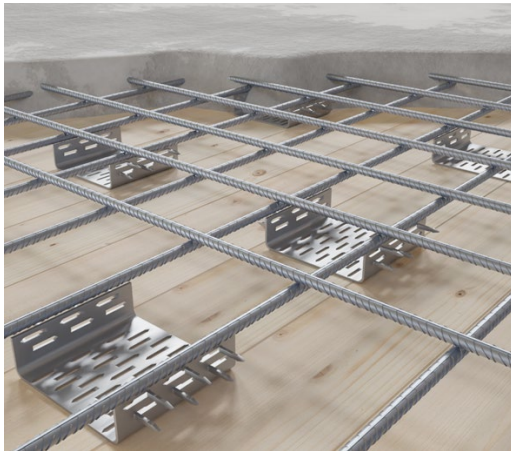


Abbildung 5: Peikko NILCO® Schubverbinder

2.5. Peikko DELTABEAM® Composite Beam

Der Verbundbau, insbesondere auch die Verbindung zwischen Stahl-Beton-Verbund und Holz-Beton-Verbund, weist wesentliche Vorteile bei seiner Anwendung auf. Tragfähigkeit, Leichtigkeit, Ressourcenschonung und vieles mehr sind die Vorzüge dieser Bauweise. Allerdings ist die Trennung der Verbundfuge in der Regel eine große Herausforderung, weshalb Kompromisse erforderlich werden.

Aus ausgeführten Projekten ist folgende Lösung entstanden:

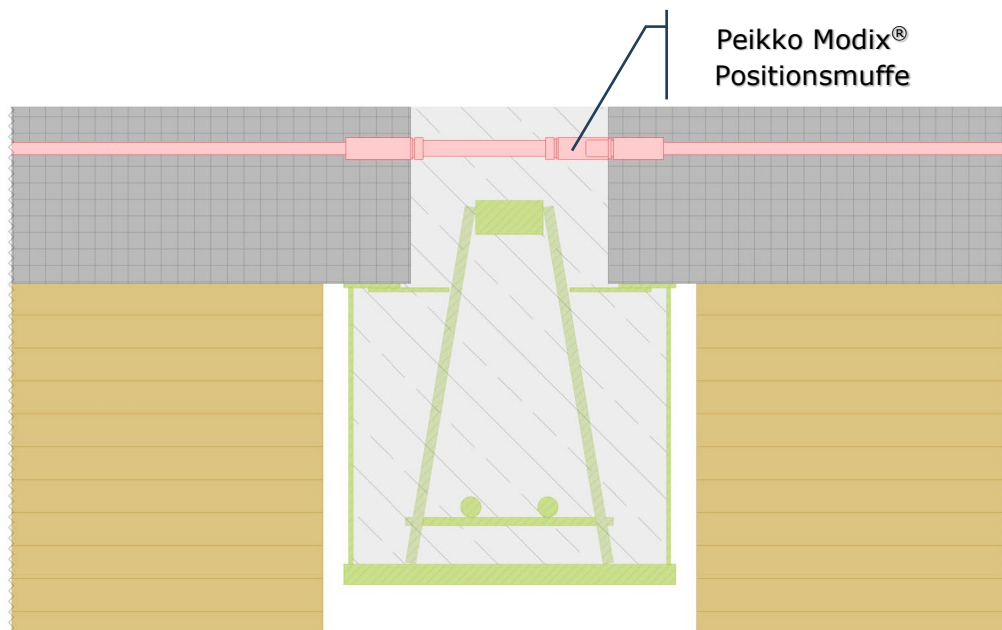


Abbildung 6: Peikko DELTABEAM® und Holz-Beton-Verbunddecke, rückbaubar

Der Weg zu einer Kreislaufwirtschaft im Bauwesen wird durch uns alle bestimmt. Die Hersteller von Bauprodukten, die Bauherren sowie die Planer als auch die Ausführenden müssen Hand in Hand entwickeln, ausprobieren und umsetzen. Nur so wird es uns gelingen die Bauwirtschaft nachhaltiger zu gestalten.



Holz-Beton-Verbunddecken – Forschung und Entwicklung an der ETH

Prof. Dr. Andrea Frangi
ETH Zürich
Institut für Baustatik und Konstruktion
Zürich, Schweiz



Holz-Beton-Verbunddecken – Forschung und Entwicklung an der ETH

1. Einleitung

Die Suche nach einer effizienten und wirtschaftlichen Sanierungs- und Verstärkungsmethode von bestehenden alten und oft historischen wertvollen Holzbalkendecken hat in den letzten 40 Jahren zur erfolgreichen Entwicklung der Holz-Beton-Verbundbauweise geführt. Holz-Beton-Verbunddecken weisen im Vergleich zu den reinen Holzdecken nicht nur eine wesentlich erhöhte Tragfähigkeit und Steifigkeit, sondern auch verbesserte Eigenschaften in Bezug auf Schallschutz und Brandschutz auf. Somit stellen Holz-Beton-Verbunddecken eine attraktive Lösung für leistungsfähige Systeme dar und finden starke Anwendung in modernen mehrgeschossigen Holzbauten.

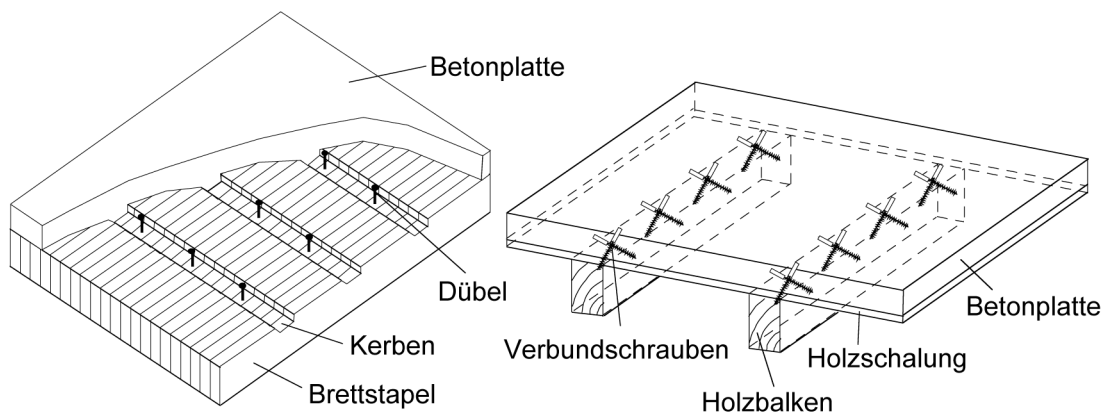


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau von Holz-Beton-Verbunddecken mit flächigen Massivholzplatten wie z.B. Brettstapel (links) bzw. mit linearen Holzbalken (rechts)

Holz-Beton-Verbunddecken bestehen aus Holzelementen (lineare Holzbalken oder flächige Massivholzplatten wie z.B. Brettstapel), welche durch mechanische Verbindungsmittel mit einer darüber liegenden Betonplatte verbunden sind und stellen einen Sonderfall der nachgiebig verbundenen Biegeträger im Holzbau dar. Der Verbindung zwischen Beton und Holz kommt somit im Hinblick auf die Tragwirkung von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen eine entscheidende Bedeutung zu, so dass verschiedene Verbundsysteme entwickelt und ihr Trag- und Verformungsverhalten experimentell und numerisch untersucht wurden. An der ETH Zürich wurden in den letzten 25 Jahren mit verschiedenen Wirtschaftspartnern mehrere Forschungsprojekte durchgeführt, die nachfolgend kurz vorgestellt werden.

2. Bemessungsgrundlagen für den Brandfall

Das erste Forschungsprojekt beschäftigte sich mit der Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken für den Brandfall [1-2]. Das Tragverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken im Brandfall kann im Wesentlichen auf das thermische Verhalten der Holzteile und der Verbundfuge zurückgeführt werden. Von der Vielzahl der Verbindungen zwischen Beton und Holz wurden zwei Verbundsysteme auf Brandeinwirkung untersucht: die Schubübertragung erfolgt durch ins Holz gefräste Kerven (vgl. Abbildung 1 links) oder durch ins Holz geschraubte Verbundschräuben (vgl. Abbildung 1 rechts). Zur Verbesserung der Kenntnisse über die Temperatureinwirkung auf den Verbund zwischen Beton und Holz wurden mehrere Auszieh- bzw. Scherversuche unter ISO-Normbrandeinwirkung durchgeführt. Es zeigte sich, dass das Tragverhalten der Verbundfuge mit Verbundschräuben primär von der Holztemperatur im Bereich der Verbindung abhängt. Mit zunehmender Holztemperatur nahm die Steifigkeit und Festigkeit der Verbundfuge stark ab. Das globale Tragverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken wurde mit belasteten Deckenversuchen untersucht. Alle

Brandversuche wurden an der Empa in Dübendorf durchgeführt. Die Auszieh- bzw. Scherversuche wurden auf dem 1.2m langen und 1.0m breiten Ofen, die Deckenversuche auf dem 4.85m langen und 3.0m breiten Ofen durchgeführt. Als Referenzversuche wurden auch mehrere Versuche bei Normaltemperatur durchgeführt.

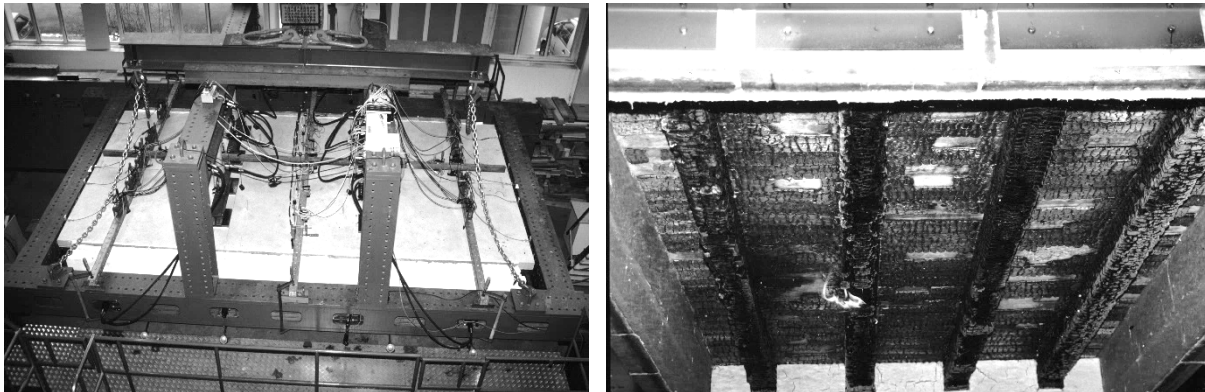


Abbildung 2: Brandversuch mit einer belasteten Holz-Beton-Verbunddecke mit ins Holz gefrästen Kernen: Übersicht der Versuchseinrichtung (links) bzw. Untersicht der Decke beim Versagen nach 63 Minuten ISO-Normbrandeinwirkung (rechts)

Unter Berücksichtigung der Resultate der durchgeführten umfangreichen experimentellen und numerischen Untersuchungen wurde eine vereinfachte Berechnungsmethode zur Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken im Brandfall entwickelt, die sich an der vereinfachten Bemessungsmethode mit ideellem Restquerschnitt für Holzbauteile im Brandfall gemäss Norm SIA 265 bzw. EN 1995-1-2 orientiert. Die Berechnung der massgebenden Schnittgrössen im Brandfall darf analog zur Berechnung bei Normaltemperatur am ideellen Restquerschnitt durchgeführt werden. Die temperaturbedingte Steifigkeitsabnahme für die Verbundfuge mit Verbundschrauben wird vereinfacht durch Abminderung des Verschiebungsmoduls berücksichtigt. Die Tabelle 1 gibt den Abminderungsfaktor $k_{mod,fi}$ in Abhängigkeit der seitlichen Holzüberdeckung der Verbundschrauben sowie der Brandzeit an.

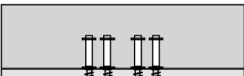
Tabelle 1: Modifikationsfaktor $k_{mod,fi}$ zur Berücksichtigung der temperaturbedingten Abnahme des Verschiebungsmoduls pro Schraubenpaar für die Verbundfuge mit Verbundschrauben in Abhängigkeit der seitlichen Holzüberdeckung x in mm und der Brandzeit t in Minuten

Modifikationsfaktor $k_{mod,fi}$	gültig für	
$k_{mod,fi} = 0$	$x \leq 0.6 \cdot t$	
$k_{mod,fi} = \frac{0.2 \cdot x - 0.12 \cdot t}{0.2 \cdot t + 3}$	$0.6 \cdot t \leq x \leq 0.8 \cdot t + 3$	
$k_{mod,fi} = \frac{0.8 \cdot x - 0.6 \cdot t + 1.8}{0.2 \cdot t + 21}$	$0.8 \cdot t + 3 \leq x \leq t + 24$	
$k_{mod,fi} = 1.0$	$x \geq t + 24$	

Die temperaturbedingte Festigkeitsabnahme der Verbundfuge mit Verbundschrauben darf mit dem Abminderungsfaktor $k_{mod,fi}$ gemäss Tabelle 2 in Abhängigkeit der seitlichen Holzüberdeckung der Verbundschrauben sowie der Brandzeit berücksichtigt werden. Der Einfluss des Wärmestroms von unten auf die Steifigkeit und die Festigkeit der Verbundfuge darf vernachlässigt werden, wenn die untere Holzüberdeckung x_u mindestens 20 mm grösser als die massgebende seitliche Holzüberdeckung ist. Die im Rahmen des Forschungsprojektes entwickelten Grundlagen für die experimentell abgesicherte Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken für den Brandfall werden in der Schweiz seit vielen Jahren mit der Lignum Dokumentation Brandschutz angewendet und werden für die laufende Revision von EN 1995-1-2 berücksichtigt.

Tabelle 2: Modifikationsfaktor $k_{\text{mod},fi}$ zur Berücksichtigung der temperaturbedingten Abnahme des Tragwiderstandes pro Schraubenpaar für die Verbundfuge mit Verbundschrauben in Abhängigkeit der seitlichen Holzüberdeckung x in mm und der Brandzeit t in Minuten

Modifikationsfaktor $k_{\text{mod,fi}}$	gültig für
$k_{\text{mod,fi}} = 0$	$x \leq 0.6 \cdot t$
$k_{\text{mod,fi}} = \frac{0.44 \cdot x - 0.264 \cdot t}{0.2 \cdot t + 5}$	$0.6 \cdot t \leq x \leq 0.8 \cdot t + 5$
$k_{\text{mod,fi}} = \frac{0.56 \cdot x - 0.36 \cdot t + 7.32}{0.2 \cdot t + 23}$	$0.8 \cdot t + 5 \leq x \leq t + 28$
$k_{\text{mod,fi}} = 1.0$	$x \geq t + 28$

3. Holz-Beton-Verbunddecken mit Baubuche

Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes «Ressource Holz» (NFP 66) wurde ein umfassendes Forschungsprojekt zum Thema Tragwerke aus Buchenholz durchgeführt. Im Vordergrund des Projektes stand Buchenfurnierschichtholz (Baubuche). Furnierschichtholz weist einen höheren Homogenisierungseffekt (weniger Strukturstörungen) im Vergleich zu Vollholz und Brettschichtholz auf und besitzt somit eine höhere Zuverlässigkeit der mechanischen Materialeigenschaften. Mit der Einführung von Querlagen lässt sich zudem auch die Formstabilität deutlich verbessern. Im Rahmen der Doktorarbeit von Lorenzo Boccadoro wurde eine innovative Holz-Beton-Verbunddecke mit Baubuche entwickelt [3-4], die im ETH House of Natural Resources (www.honr.ethz.ch) erstmals umgesetzt wurde. Die Verbunddecke besteht aus 40-60mm dicken Buchenfurnierschichtholzplatten und einer 100-140mm dicken Betonschicht. Die Buchenfurnierschichtholzplatten dienen zunächst als Schalung, dann als Tragelement im Verbund mit dem Beton und schliesslich bilden sie eine behagliche Deckenuntersicht. Zudem erhöht sich die Wirtschaftlichkeit der neuen Verbunddecke gegenüber herkömmlichen Holz-Beton-Verbunddecken mit Brettstapel bzw. Stahlbetonflachdecken dank der hohen mechanischen Materialeigenschaften der Buchenplatten und der damit möglichen Reduktion der Dicke des Holzquerschnittes.

Das Tragverhalten der Verbunddecke wurde mit umfassenden numerischen und experimentellen Untersuchungen (Push-out Versuche und Biegeversuche) analysiert. Die Push-out Versuche zeigten hohe Traglasten und Steifigkeiten. Die Verbundwirkung kann als starr klassifiziert werden. Zudem bei den Prüfkörpern mit Stahlfaserbeton und bei denen, wo die Kerne eine reduzierte Breite aufwies, wurde ein duktileres Verhalten auf Traglastniveau im Bruchzustand beobachtet, das auf das Druckversagen des Vorholzes parallel zur Faserrichtung zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 3).

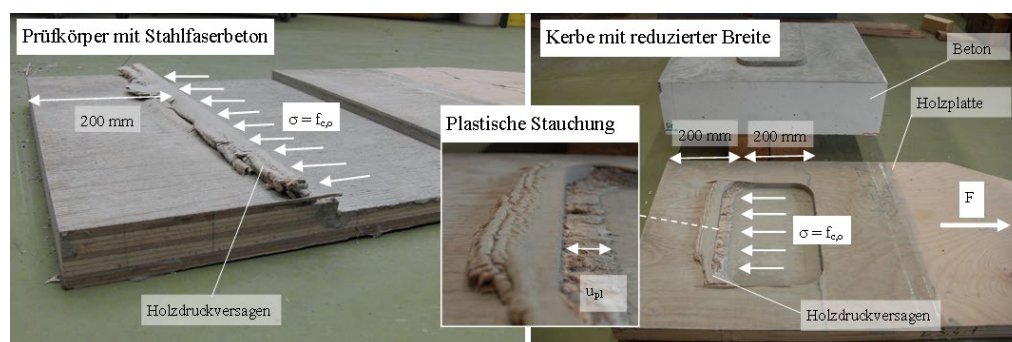


Abbildung 3: Prüfkörper mit duktilem Druckversagen des Vorholzes der Buchenplatte parallel zur Faserrichtung

Die durchgeführten Biegeversuche zeigten das grosse Potential und das günstige Tragverhalten der entwickelten Holz-Beton-Verbunddecke aus Buchenholz (vgl. Abbildung 4). Mit dem entwickelten Bemessungsmodell kann die Holz-Beton-Verbunddecke so bemessen, dass ein Zugversagen der Buchenplatte auftritt, nachdem die Bruchlast der Kerven erreicht

wird und sich die Kerven duktil verformt haben. Die Decke zeigt somit auf Gebrauchsniveau ein linear-elastisches und anschliessend ein nichtlineares duktilen Last-Verformungsverhalten bis zum Bruch der Holzplatte.

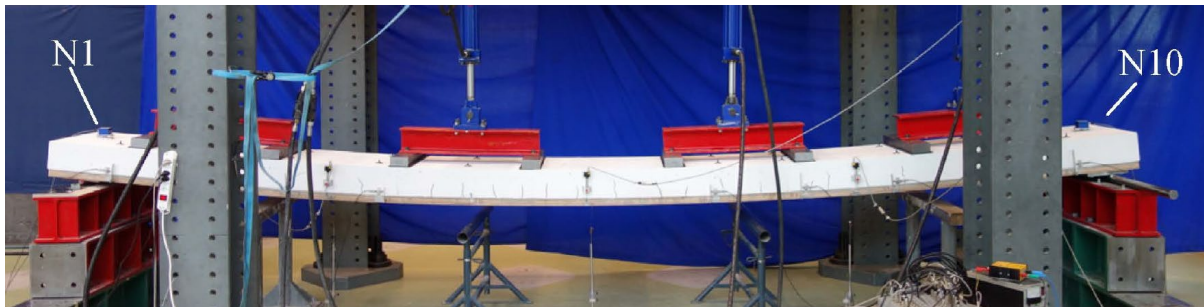


Abbildung 4: Biegeversuch mit einem Holz-Beton-Verbunddeckenelement aus Buchenholz

Die Ausführung der entwickelten Verbunddecke im ETH House of Natural Resources zeigte jedoch, dass das System im Bauzustand nicht genügend steif und somit eng gespriesst werden soll. Zudem ist die Flexibilität des Systems im Vergleich zu Stahlbetonflächendecken noch eingeschränkt, da die Kräfte (wie bei allen Holz-Beton-Verbunddecken) nur in einer Richtung abgetragen werden können. Somit erfordern diese Decken linienartige Auflager (Wände oder Unterzüge). Insbesondere in Fassadenbereichen sind solche aber aus architektonischen Gründen heutzutage meist unerwünscht.

Im Rahmen eines Innosuisse (ehemals Kommission für Technologie und Innovation KTI) Projektes mit Implenia Schweiz AG und WaltGalmarini AG wurde die Holz-Beton-Verbunddecke mit Buchenplatten weiterentwickelt [5-6]. Um die Steifigkeit der Holzplatten im Bauzustand erhöhen zu können, wird die Plattenstärke von 40 auf 60mm erhöht. Des Weiteren sollen zusätzliche Obergurte aus Buchenholz mittels Stahlrohren mit der unteren Buchenplatte verbunden werden und vorgefertigte Schalungselemente bilden. Dabei werden die Rohre mit einem Vergussmörtel auf Epoxidharzbasis mit der unteren Buchenplatte verbunden, um eine hohe Steifigkeit zu erzielen. Zwischen Holz und Beton können beliebige Füllmaterialien (z.B. Mineralwolle, Kies, usw.) verbaut werden, um unterschiedliche Deckenanforderungen zu erfüllen wie z.B. Schallschutz. Mit einer geeigneten Querverbindung der Buchenplatten wird zudem eine zweiachsige Tragwirkung ermöglicht. Das System ist aber auch anwendbar für Baustellen, wo eine Vorfabrikation der Deckenelemente bevorzugt wird. In diesem Fall verzichtet man auf die Obergurte aus Buchenholz und die Stahlrohre werden voll im Betonquerschnitt eingebunden. Auf der Baustelle werden dann lediglich die Querverbindungen angeschlossen und der Betonquerschnitt in diesen Bereichen vervollständigt. Die Abbildung 5 zeigt die Leitidee der Holz-Beton-Verbunddecke mit Buchenplatten und Stahlrohren für die Verbindung zwischen Beton und Holz.

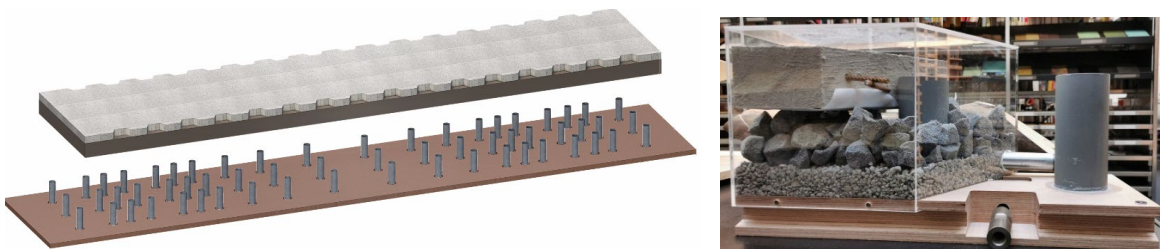


Abbildung 5: Holz-Beton-Verbunddecke mit Buchenplatten und Stahlrohren für die Verbindung zwischen Beton und Holz

Das lokale Tragverhalten der Stahlrohrverbindung wurde anhand eines umfangreichen Serie von Push-out Versuchen untersucht (vgl. Abbildung 6 links). Die Ergebnisse zeigten, dass eine ausreichende Steifigkeit nur erreicht werden kann, wenn ein Vergussystem in der Verbindung der Stahlrohre mit der Holzschicht verwendet wird. In den Push-out Versuchen wurde ein duktiler Versagensmodus beobachtet, der auf inelastische Druckverformungen im Holz und eine Umverteilung der inneren Spannungen im Beton zurückzuführen ist. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde das Tragverhalten der neuartigen Holz-Beton-Verbunddecke mit einachsigen 4-Punkt Biegeversuchen untersucht. Dabei zeigte sich, dass das globale Tragverhalten primär durch das Verbindungsverhalten bestimmt wird. Ein duktiler Versagensmodus in den Verbindungen führte zu einem bemerkenswert duktilen Tragverhalten der Holz-Beton-Verbunddecke. In einem umfangreichen Grossversuch wurde anschliessend das biaxiale Tragverhalten der Holz-Beton-Verbunddecke untersucht (vgl. Abbildung 6 rechts). Um statische und dynamische Tests am selben Prüfkörper unter verschiedenen Auflagerbedingungen durchführen zu können, wurde ein spezieller modularer Versuchsaufbau entwickelt. Eine wesentliche Erhöhung der Steifigkeit und der Eigenfrequenz bei zweiachsiger gegenüber einachsiger Tragwirkung wurde beobachtet. Zwei Berechnungsmodelle wurden entwickelt, deren Resultate gut mit den Beobachtungen aus den Experimenten übereinstimmen.

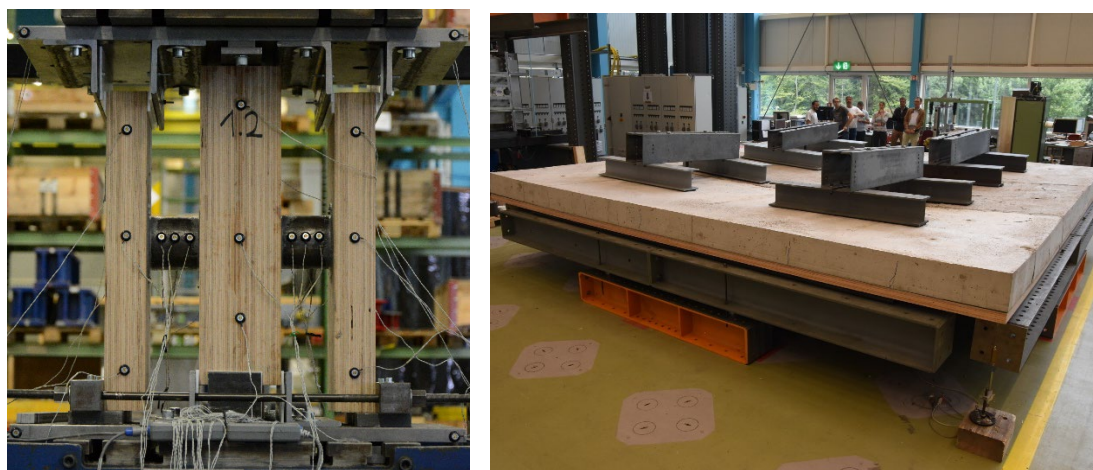


Abbildung 6: Holz-Beton-Verbunddecke mit Buchenplatten und Stahlrohren: Push-out Versuch (links) und Grossversuch an einem belasteten zweiachsigen tragenden Deckenelement (rechts)

Die umfassenden durchgeführten experimentellen und numerischen Untersuchungen zeigen das grosse Potential der zweiachsigen tragenden Holz-Beton-Verbunddecke mit Buchenplatten und Stahlrohren auf. Die entwickelten Berechnungsmodelle erlauben eine zuverlässige Prognose des Tragverhaltens und eine einfache, praxistaugliche Bemessung der Holz-Beton-Verbunddecke. Implanitia und WaltGalmarini planen, das neue Deckensystem in den Holzhochhäusern Pi in Zug und Rocket in Winterthur einzusetzen.

4. Holz-Beton-Verbunddecken mit Mikrokerven

Im Rahmen eines Innosuisse (ehemals KTI)-Projektes wurde mit Sidler Holz AG und Timber Structures 3.0 an einem flächigen Holz-Beton-Verbundsystem mit Brettstapelelementen geforscht. Für den Verbund zwischen Beton und Brettstapel werden bisher konventionell Kerven in Kombination mit Schrauben eingesetzt. Die entwickelte neue Lösung ist eine Mikroverzahnung, die formschlüssig Beton und Holz über eine grosse Fläche verbindet. Der flächige Verbund sorgt für eine kontinuierliche Übertragung der Schubkräfte. Somit treten keine lokal konzentrierten Kräfte mehr in der Verbundfuge auf, die zur Anwendung der Schrauben führen. Die neuartige Verbindung wurde in einer ersten Phase mit Push-Out Versuchen untersucht. Getestet wurden als Hauptparameter die Geometrie der Kerven, die Vorbehandlung der Holzoberfläche vor dem Betonieren, die Holzart (Fichte, Esche und Buche) sowie das Verdichten des Betons. Da das Kervensystem auch für biaxial tragende Decken verwendet werden kann, wurden die Kerven auch mit Belastung senkrecht zur

Faserrichtung untersucht. Mit den Push-Out Versuchen konnte anhand der besten Kombination aus Tragfähigkeit, Steifigkeit und Duktilität die optimale Kervengeometrie bestimmt werden (vgl. Abbildung 7).

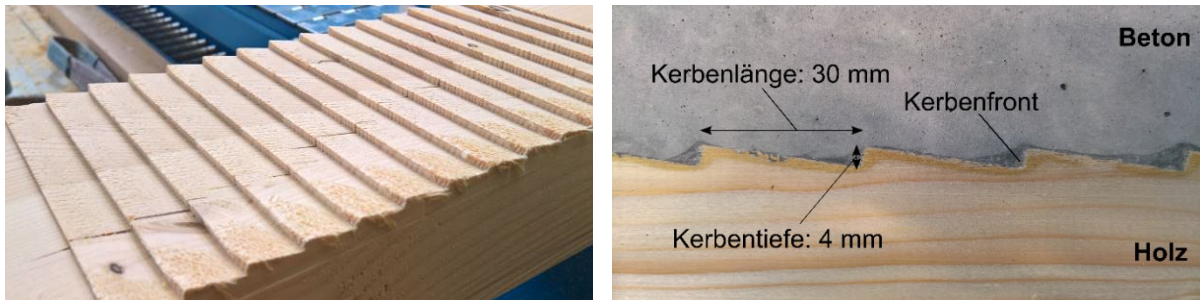


Abbildung 7: Mikrokernel, gefräst (links) und im fertigen Verbund (rechts)

Die bestimmte optimale Kervengeometrie wurde in einer zweiten Phase mit 4-Punkt-Biegeversuchen getestet (vgl. Abbildung 8). Die Länge der Versuchskörper von 4m wurde so gewählt, dass die Mikrokernel bis zum Versagen getestet werden konnten (kein Versagen der Brettstapelelemente auf Biegezug). Die Versuchskörper wiesen ein sehr steifes, linear-elastisches Tragverhalten bis zum Versagen der Verbundfuge. Die beobachteten Versagensarten in den Mikrokerneln waren sowohl in den lokalen Scherversuchen als auch in den globalen Biegeversuchen eine Kombination aus mehrheitlich abgesicherten Betonkerneln und stellenweise abgesicherten Holzkerneln. Der Versuchskörper mit den zusätzlich eingebauten Schrauben zeigte ein sehr ähnliches Tragverhalten wie diejenigen mit nur Mikrokerneln. Die Schrauben können erwartungsgemäss weder die Steifigkeit noch die Tragfähigkeit des Systems erhöhen. Als weiteren Anwendungsbereich für Holz-Beton-Verbunddecken wurden auch Zweifeldträger getestet. Die Versuche zeigten, dass die Mikrokerneln auch in gerissenem Beton funktionieren. Um das langfristige Tragverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken mit Mikrokerneln zu untersuchen, laufen seit fast vier Jahren Versuche mit sieben Prüfkörpern mit unterschiedlichen Konfigurationen (Lastniveau, Befeuchtung, Spannweite) bei Sidler Holz in Oberlunkhofen.

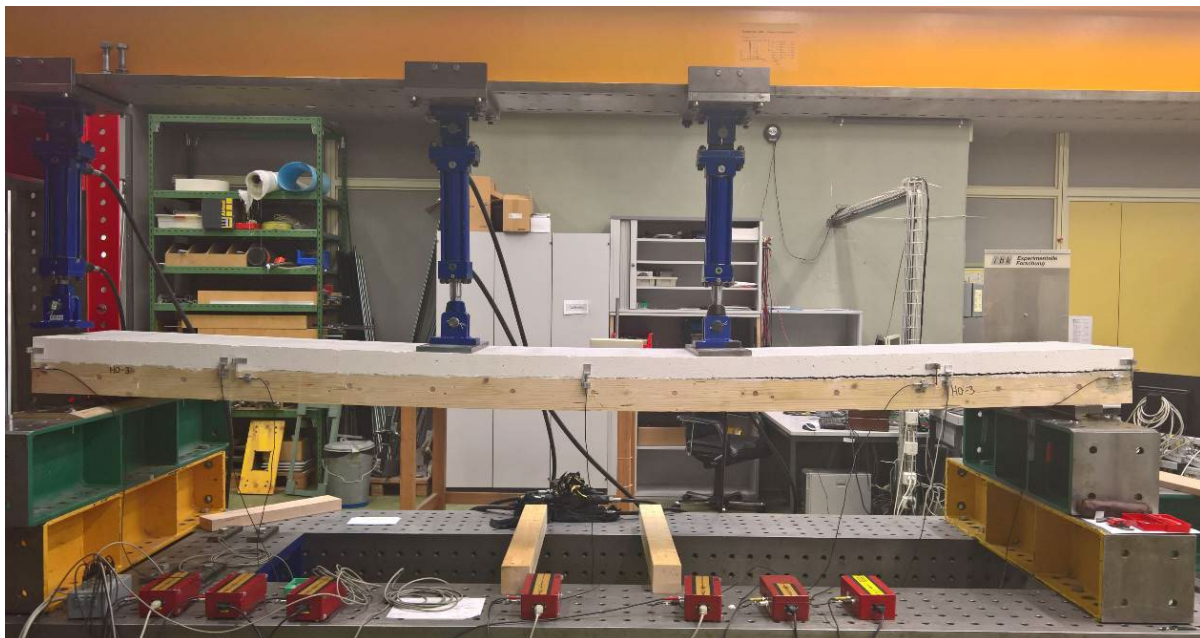


Abbildung 8: Vier-Punkt Biegeversuch mit Holz-Beton-Verbunddeckenelementen mit Mikrokerneln

Die Forschungsarbeit konnte zeigen, dass Mikrokerven als Verbundmittel für Holz-Beton-Verbunddecken ein sehr steifes, annähernd starres Verbundverhalten und ausreichende Tragfähigkeit bezüglich Schubübertragung in der Verbundfuge für die Anwendung in Wohn- und Bürogebäuden für Spannweiten bis 10m aufweisen. Die Wirkungsweise von Mikrokerven ist vergleichbar mit jener von verklebten Verbindungen. Das neue Verbindungssystem mit Mikrokerven für Holz-Beton-Verbunddecken wurde auf dem Schweizer Markt unter dem Namen Sidler SHARK® eingeführt. In der Zwischenzeit wurden mehrere Bauten mit dieser Technologie realisiert. Katharina Müller, die das Forschungsprojekt führte und darüber doktorierte, wirkt mit ihrer Firma Lignolution als Ansprechpartnerin für die Umsetzung der neuen Technologie in der Praxis.

5. Verklebte Holz-Beton-Verbunddecken

Im Rahmen eines Innosuisse-Projektes (Projekt-Nr. 37233.1 IP-ENG) wurde mit Empa, Sika Technology AG und Fagus Suisse SA an verklebten Holz-Beton- und Holz-Polymerbeton-Verbunddecken mit Buchen-Stabschichtholz geforscht. Mit umfassenden experimentellen Untersuchungen an kleinen Probekörpern konnte eine geeignete Klebstofflösung für eine nass-in-nass Anwendung entwickelt werden. Des Weiteren wurden im Forschungsprojekt zwei neu entwickelte Polymerbeton-Alternativen zusätzlich zum Standard Beton untersucht. Die neu entwickelten Systeme geklebter Holz-Beton-Verbund (HBV) und Holz-Polymerbeton-Verbund (HPBV) wurden danach auf Bauteilskala experimentell als 5 m-spannende Prüfkörper unter Vierpunkt-Biegung untersucht (vgl. Abbildung 9).



Abbildung 9: Vier-Punkt Biegeversuch mit verklebten Holz-Beton-Verbunddeckenelementen

Die Untersuchungen zum Tragverhalten der drei neuartigen verklebten HBV und HPBV Systeme mit Stabschichtholz aus Buchenholz konnten zeigen, dass das γ -Verfahren nach Anhang B des Eurocode 5 (EN 1995-1-1) mit $\gamma=1$ ein geeignetes Bemessungsmodell für die kurzzeitigen Last-Verformungsbeziehungen darstellt (Zeitpunkt $t=0$). Numerische Methoden werden ebenfalls empfohlen. Bemessungswerte für den Grenzzustand der Trag-sicherheit können aus den jeweiligen Produktdatenblätter der Teilkomponenten entnommen werden. Für die Klebefugen sollte verifiziert werden, dass die Bemessungsschubspannungen ca. 1 N/mm^2 nicht überschreiten.

Mit den neu entwickelten Systemen können schlanke Querschnitte für Holz-Beton-Verbunddecken im Hochbau entworfen werden. Weitere Anforderungen wie z.B. Schallschutz sollten jedoch berücksichtigt werden und können zu grösseren Querschnitten führen.

Um das langfristige Tragverhalten von verklebten Holz-Beton-Verbunddecken zu untersuchen, laufen Versuche mit Prüfkörpern mit unterschiedlichen Konfigurationen. Die entwickelten verklebten Systeme sind versatil in der Anwendung und eignen sich z.B. auch für andere Formen von verklebten Holz-Beton-Verbunddecken wie vorfabrizierte Deckenelemente, Rippendeckenelemente und mit der Verwendung von Buchen-Stabsperrholz für Decken mit biaxialer Tragwirkung.

6. Zusammenfassung

An der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit Wirtschaftspartnern konnten in den letzten 30 Jahren mehrere Forschungsprojekte zum Thema Holz-Beton-Verbunddecken durchgeführt werden. Die Forschungsprojekte führten zur Entwicklung und Umsetzung von neuen Lösungen für leistungsfähige Holz-Beton Verbund-Deckensysteme für moderne mehrgeschossige Bauten.

7. Literatur

- [1] Frangi A., Brandverhalten von Holz-Beton-Verbunddecken, Dissertation, ETH Zürich, 2001.
- [2] Frangi A., Knobloch M., Fontana M., Fire design of timber-concrete composite slabs with screwed connection, *Journal of Structural Engineering (ASCE)* 2010; 136: 219–228. DOI: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000101.
- [3] Boccadoro L., Timber-concrete composite slabs made of beech laminated veneer lumber with notched connection, Dissertation, ETH Zürich, 2016.
- [4] Boccadoro L., Zweidler S., Steiger R., Frangi A., Calculation model to assess the structural behavior of LVL-concrete composite members with ductile notched connection, *Engineering Structures* 2017; 153: 106–117. DOI: 10.1016/j.engstruct.2017.10.024.
- [5] Kreis B., Two-Way Spanning Timber-Concrete Composite Flat Slabs Made of Beech Laminated Veneer Lumber with Steel Tube Connection, Dissertation, ETH Zürich, 2020.
- [6] Kreis B., Kübler W., Frangi A., Development and investigation of an innovative, lightweight, two-way spanning timber-concrete composite slab, *Engineering Structures* 2023; 286: 116087. DOI: 10.1016/j.engstruct.2023.11608.
- [7] Müller K., Timber-Concrete Composite Slabs with Micro-Notches, Dissertation, ETH Zürich, 2020.
- [8] Müller K., Frangi A., Micro-notches as a novel connection system for timber-concrete composite slabs, *Engineering Structures*, 2021; 245: 112688. DOI: 10.1016/j.engstruct.2021.112688.
- [9] Grönquist P., Tragverhalten von verklebten Holz-Beton- und Holz-Polymerbeton-Verbunddecken mit Buchen-Stabschichtholz, Tagungsband Von der Forschung zur Praxis - Sicher mit Holz, Swiss Wood Innovation Network, 2022.

IHF-Prolog V

Politik und Holz

Holz-Governance in Europa und darüber hinaus

Wood Governance across Europe and beyond

Georg Rappold
Ministry of Agriculture, Forestry, Regions and Water Management
Vienna, Austria



Wood Governance in Europe and beyond

1. Introduction

Over the last years, attention and public awareness on the potential of wood, wood-based products and the wood-based value chain has significantly increased. As a renewable resource wood can contribute to climate change mitigation and the creation of sustainable economies and societies and has become a key factor in the transformation towards a CO₂-neutral and circular bioeconomy.

An increasing number of countries, regions and cities in Europe are increasingly investing in the support of sustainable wood use to store carbon and replace fossil-based fuels.

The Austrian Forest Fund [1] with a volume of 450 million Euro, is set up to promote among other measure the growth of climate-friendly forests and to encourage the use of sustainably harvested wood as an active means in preserving the environment. Within the Austrian Forest Fund, the Austrian Wood Initiative «Creating a sustainable future with wood» [2] encompasses an extensive set of measures along the full value chain targeting the material and energetic use of wood. Particular focus is put on enhancing Austria's international role and reputation as a forest and wood country as well as on promoting better political-legal, financial, structural and socio-economic framework conditions to increase the contribution of wood in terms of the bioeconomy and climate protection.

Despite a growing number of initiatives on European and national level on strengthening this essential role of wood, exchange on best practices, expertise and coordination among administration, industry and research is lacking. A coordinated multilevel pan-European dialogue integrating public and private stakeholders can support the development of effective policy solutions.

2. Supporting the wood-based value chain and creation of value

Coordinated policy efforts and effective policy solutions on a pan-European level are needed, as the wood-based value chain and associated sectors are facing increasing challenges related to climate change and socio-economic developments at national, European and global level.

Promoting the wood sector supports the creation of regional jobs and local value creation while substituting fossil fuels and materials with a high carbon footprint.

Policy solutions need to build on an integrated approach including actions along the entire value-chain including funding of research, education and training, encouraging climate-fit sustainable forest management and providing concrete measures for the innovative material and energetic use of wood.

2.1. The importance of Forestry and Wood Industry in Austria and Europe

In Austria, the forest-based sector provides significant income and employment, especially in rural areas, thereby contributing to the regional development of the country.

The Austrian forestry and wood sector creates more than 300,000 jobs and generates a gross value added of around 20 billion euros. In other words, every 13th euro of Austria's economic output is already attributable to the value chain and every 14th job is linked to it. This is a huge economic factor in Austria and also makes a significant contribution to improving the quality of life in the regions.

The recently published study «Economic Impact of the Forestry and Wood Industry in Europe» [3] covering the EU27 including Norway, Switzerland and the United Kingdom

also highlights that the importance of the sector for creating value added, purchasing power and employment is vastly underestimated. The study calculated a total gross value added of the European forestry and timber industries amounting to 1.1 billion euros. In fact, the wood value chain extends across an extensive network from raw material processing, higher- grade, and high- quality intermediate and end products. As cross-sectoral industry, it contributes to many different sectors across the economy. As such, it secures around 17.5 million jobs across Europe, which amounts to 1 in 16 jobs being directly or indirectly generated by the forestry and wood industry.

In order to safeguard this important contribution of the sector to economic development, collaboration and exchange between pan-European countries and representatives from the industry, research and society is essential.

2.2. International Cooperation in the Framework of the Austrian Wood Initiative

Austria is actively involved in global and European policy development thereby contributing to international commitments with regards to climate, protection and sustainable use of natural resources (UN Framework Convention on Climate Change, Sustainable Development Goals, UN Forest Forum, Convention on Biological Diversity, FAO Committee on Forestry, Forest Europe etc.). By actively engaging, Austria is positioning itself as a forest and wood country on international and European level. In particular, these efforts aim at strengthening wood-based pathways in support of climate change efforts and a bioeconomy within these fora.

In addition, important EU initiatives such as the ambitious New European Bauhaus, which integrates art, environment, ecosystems and healthy living should not be lost. Wood construction and the Wood4Bauhaus initiative play an important role and should be further used as catalyst for the use of wood.

Finally, the Austrian Wood Initiative includes a dedicated action on «Governance» which targets the inclusion of Austrian stakeholders and policy makers into these efforts. The project «Wood For Globe» [4] brings together efforts towards a global wood policy platform to support the use of sustainable wood for a carbon-neutral bioeconomy worldwide.

3. Creation of a pan-European Wood Policy Platform (woodPoP)

Against this background, The «European Wood Policy Platform» (woodPoP) has been initiated by Austria and Finland. As countries with a long tradition in using wood as a construction material as well as wood-related policy development, they have joined forces to upscale wood related activities at the European and global level.

woodPoP provides a dedicated forum for multilateral policy, knowledge and experience exchange between public and private actors from the wood sector at national and regional level to share best practices and opportunities of coordinated approaches in developing policy solutions to enhance the sustainable production and consumption of wood and its contribution to an innovative, circular bioeconomy.



Illustration 1: Goals of the European Wood Policy Platform (woodPoP)

On 1 December 2022, the first High Level Meeting of the European Wood Policy Platform (HLM) took place in Innsbruck, Austria where the «woodPoP CALL on upscaling wood policy cooperation in Europe» was endorsed [5].

Participants of the platform:

- Government officials and representatives from the Pan-European region working with wood policy and wood-related matters;
- Representatives of wood-related international, regional, stakeholder and research organisations;
- Experts in the respective field and technical subject matters;
- Interested participants, including from other regions, can join as observers upon expression of interest.

The initiative is currently uniting more than 100 governmental representatives from 27 Pan-European countries as well as around 150 different experts from stakeholder organisations, research and industry.

Since 2022, the platform has not only grown in numbers, but also gained valuable commitments due to the country-driven nature. As an important reference document, at the Second High Level Meeting in Helsinki/hybrid, the over 80 participants from 19 countries agreed on Guidelines [6] as a clear and transparent working environment for the platform.

4. Technical Working Groups

The above mentioned Guidelines have established a clear meeting structure:

- The High Level Meeting as the main decision making body
- The Expert Group Meeting as the main forum of exchange, and brings discussions together on an operational level
- And the Technical Working Groups, which focus on specific subject matters.

The Second High Level Meeting encouraged the development of policy solutions, measures and recommendations to strengthen the wood-based circular bioeconomy. Five Technical Working Groups are now fully operational:

- Governance led by Austria,
- Building co-led by Finland and Germany,
- Innovation and Research led by Switzerland,
- Education and Vocational Training led by Slovenia as well as
- Communication and Information led by the Czech Republic.

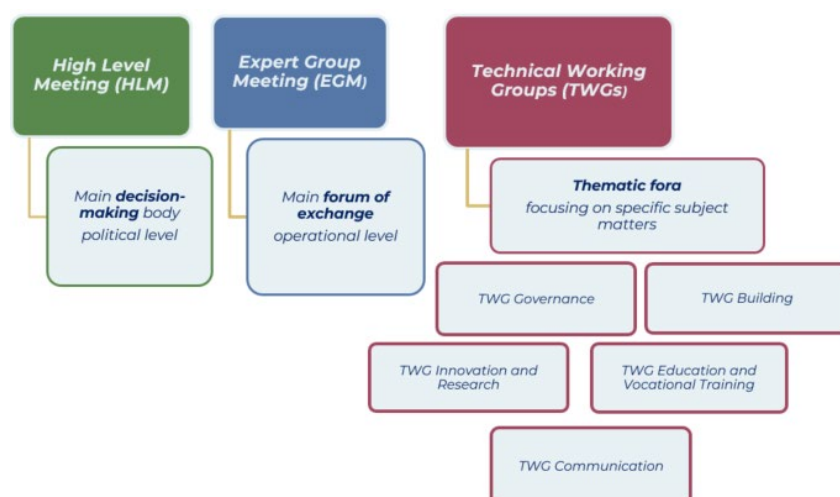


Illustration 2: Meeting Structure of the European Wood Policy Platform (woodPoP)

Within these Technical Working Groups, priority topics have been identified as action areas and targeted initiatives will be developed over the coming months.

5. Wood For Globe

Moving towards a sustainable low-carbon bioeconomy has emerged a global goal. The forest sector is in a unique position to contribute significantly to the achievement of this goal.

The project «Wood For Globe» [4] brings together efforts towards a global wood policy platform to support the use of sustainable wood for a carbon-neutral bioeconomy worldwide.

The project is aligned with Sustainable Wood for a Sustainable World (SW4SW), a Joint Initiative of the Collaborative Partnership on Forests (CPF). The newly launched project is led by the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) in collaboration with the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the Centre for Bioeconomy of the University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU). It is funded through the Austrian Forest Fund.

It takes stock of technical and scientific knowledge, policies and initiatives globally. The project mobilises scientific expertise as a basis for policy making and interacts with society on this basis. Finally, it supports the exchange of knowledge, expertise and good practices worldwide through the organisation of regional and global policy exchanges.

6. Outlook and priorities going forward

There is a wealth of initiatives to support the sustainable use of wood and the wood-based value chain. Building on these synergies, woodPoP as a cross-sectorial platform has huge potential to support the transition towards a carbon neutral circular bioeconomy and bio-based solutions.

Going forward, it will be important to build a stronger case on how wood-based solutions can contribute to decouple economic growth from emissions. In this regard, the important role of the wood industry and forest owners, and the need for support across the entire value chain to continue to assure the supply of sustainable wood in the light of increased demand. Effective roll-out of innovations accompanied by long-term policy and legislative frameworks are central in view of facilitating a transition towards a wood-based bioeconomy. Furthermore, the attractiveness of the sector for youth remains an area for action as well as increasing offers for educational training and skills development within the sector.

Successful national best practice on wood construction can help gain public attention and raise awareness. Best-practices from other regions and international experiences should also be integrated in these outreach efforts.

Possibilities for connecting, exchanging and collaborating such as the International Wood Construction Forum are crucial for shaping wood policies in a more structured way and overall strengthening wood governance.

In 2024, the above mentioned Wood For Globe project will organise a global wood policy dialogue bringing together knowledge and experiences from various regions on up-scaling the contribution of sustainable wood-based materials to a carbon-neutral bioeconomy.

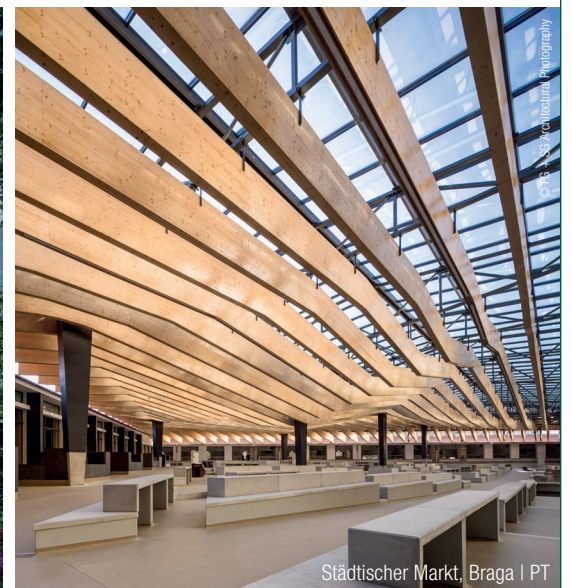
woodPop gives policy-makers, experts and stakeholders a unique opportunity to exchange, elaborate, multiply and further develop wood-related policies. As a cross-sectorial initiative, it creates a new momentum for the sustainable and innovative use of wood.

7. References

- [1] Austrian Forest Fund
<https://info.bml.gv.at/en/topics/forests/forest-fund/10-measures-for-austrias-forests.html>
- [2] Austrian Wood Initiative
https://info.bml.gv.at/dam/jcr:0224d736-2660-4345-b2a7-160f17427dfa/BML_Wald-fonds_Publikation_A4_64stg_EN_18_BF.pdf

- [3] Econmove, Economica (2023) The economic impact of the forestry and wood industry in Europe in terms of bioeconomy, Vienna.
https://www.forstholzpapier.at/images/fhp_0623_studie_EN_web.pdf
- [4] Wood For Globe
<https://www.iufro.org/science/partnership-projects/wood-for-globe/>
- [5] woodPoP Kick-off in Innsbruck, Austria
<https://info.bml.gv.at/en/topics/forests/eu-and-international-affairs/woodpop-kick-off-in-innsbruck-austria.html>
- [6] woodPoP High Level Meeting boosts the dialogue on the renewable resource wood, woodPoP guidelines
<https://info.bml.gv.at/en/topics/forests/forest-fund/woodpop-high-level-meeting-boosts-the-dialogue-on-the-renewable-resource-wood.html>

Sponsoren und Aussteller



Komplettanbieter für Massivholzprodukte und innovative Baulösungen

Mit unseren Massivholzprodukten und innovativen Baulösungen werden weltweit Gebäude unterschiedlichster Verwendung durch Kunden und Partnerbetriebe errichtet. Modernste CNC-Technologie ermöglicht jegliche Bearbeitung unserer massiven Holzbauprodukte. Die kompetente binderholz Technikabteilung unterstützt Sie bei der Erarbeitung verschiedenster Gebäudekonzepte und der technischen Planung. Für durchdachte Massivholzbau Lösungen beraten Sie unsere Ingenieure mit fundiertem Fachwissen.

Sägeprodukte | Holzbauprodukte: Brettspertholz BBS, Brettschichtholz, Massivholzplatten, Konstruktionsvollholz | DIY-Produkte | Pressspanpaletten und -klötze | Biobrennstoffe | Pferdestreu

Maßhaltig und nachhaltig

EGGER EcoBox

Lieferbar ab Mai 2024

Bis
zu **38%**
weniger Holzverbrauch

Gewichtersparnis

150 kg/m³



Die ressourcenschonende Stütze für den modernen Holzbau

Die **EGGER EcoBox** zeichnet sich durch einen effizienten und damit ressourcenschonenden Materialeinsatz aus. Im Vergleich zu Massivholz wird durch den effizienten Materialverbund der **EcoBox** der Holzverbrauch gesenkt. Zusätzlich wird Gewicht in der Anwendung eingespart.

Diese Punkte sind essenziell wichtig für moderne und hochautomatisierte Produktionen im Holzbau und die moderne Alternative zu Massivholzstützen in Holzrahmenbauwänden.



Mehr Informationen zu unserer **EcoBox**
finden Sie auf unserer Website.

Einfach QR Code scannen oder direkt über
die URL einsteigen: to.egger.link/ecobox

E EGGER

MEHR AUS HOLZ.

Die Software für den Holzbau.

Durchgängige Holzbauplanung auf der Basis von AutoCAD® und Revit® vom Entwurf über die Maschine bis hin zur Montage – konsequent 3D und BIM-konform.

Flexible offsite construction software.

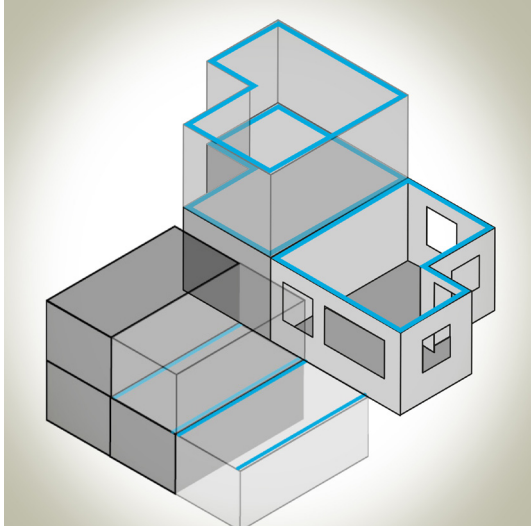
Consistent timber construction planning based on AutoCAD® and Revit® from design to manufacturing to assembly – consistently 3D and BIM compliant.

Mit unseren innovativen Lösungen hsbDesign, hsbMake und hsbShare unterstützen wir seit mehr als 30 Jahren erfolgreich Unternehmen in den Bereichen Zimmerei & Holzbau, Holzrahmenbau, Fertighausbau, BSP, Ingenieurholzbau sowie Modulbau.

Mit hsbDesign erstellen Sie basierend auf einem Architekturmodell die umfassende Holzbauplanung und Arbeitsvorbereitung – durchgängig und ohne Informationsverlust. Das Produktionsleitsystem (MES) hsbMake ermöglicht Ihnen einen digitalen und somit papierlosen Produktionsprozess. Aufträge werden automatisiert durch das individualisierte System gesteuert, jeder Arbeitsplatz erhält zur richtigen Zeit die richtigen Informationen im richtigen Format. Anschließend teilen Sie Ihre Projekte mit allen Projektbeteiligten über unsere cloud-basierte Lösung hsbShare.

With our innovative solutions, hsbDesign, hsbMake, and hsbShare, we have successfully supported companies in carpentry, timber construction, metal & timber frame construction, prefabricated house construction, CLT, timber engineering and modular construction for 30+ years.

With hsbDesign, you can create comprehensive timber construction planning and work preparation based on an architectural model – consistently and without loss of information. The manufacturing execution system (MES) hsbMake enables you to create a digital and thus paperless production process. The individualized system automatically controls orders; each workstation receives the right information in the right format at the right time. You then share your projects with all project participants via our cloud-based solution, hsbShare.



ISOCELL

WWW.ISOCELL.COM

ISOCELL GmbH & Co KG
Gewerbestraße 9
5202 Neumarkt am Wallersee
Tel: +43 6216 4108-0 | office@isocell.at

MODULBAU: PERFEKT ENTKOPPELT

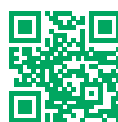
SCHALL- & SCHWINGUNGS-ISOLIERUNG

Im modernen Holzbau ist hoher Wohnkomfort problemlos umsetzbar. Die physikalischen Eigenschaften von Holz, insbesondere dessen Schallleitfähigkeit erfordern allerdings auch geeignete Maßnahmen, um Schwingungs- und Schallübertragung zu minimieren. Gerade an Knoten-

punkten, an denen unterschiedliche Materialien aufeinandertreffen, kann eine erhöhte Übertragung von Schall beobachtet werden. Hierzu werden die einzelnen Wohneinheiten getrennt, indem man Streifen aus **vibrafoam/vibradyn** zunächst auf der Holzdecke platziert und anschließend die Wände auf die Lagerhölzer stellt.

VORTEILE

- Verbesserter Schallschutz im Holzbau
- Sehr hohe Dämpfungseigenschaften
- Maximale Leistung durch Optimierung auf Belastung
- Niedrige Eigenfrequenz in breitem Lastbereich
- Definierte Stauchung



Produkt-INFO

Berechnung mit komfortabler APP

Auf Wunsch erstellen wir Ihre Berechnung bzw. ermöglichen eine selbständige Kalkulation (Softwarezugang auf Anfrage).

BAUTECHNIK-HOTLINE:
+43 6216 4108-0



REFERENZPROJEKT



Architektur: HVW Architektur ZT GmbH



klimaaktiv Objekt des Monats 08/2023*

„Mit 928 Punkten erreicht das Gebäude den klimaaktiv GOLD Standard“

Bauvorhaben: Weissache (2020)
Tirol / Österreich
Ausführung: Schafferer Holzbau GmbH (Zimmerei)

*quelle klimaaktiv: <https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeude-in-oesterreich/objekt-des-monats-08-2023.html> Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

WWW.ISOCELL.COM



CO₂
Speicher



Produktlösungen für gesundes Bauen und serielle Sanierung

Profitieren Sie von
kurzen Bauzeiten
dank **schlanker**
Konstruktionen und
hoher Vorfertigungs-
möglichkeit und
setzen Sie mit
fermacell® Standards
für **effizientes,**
nachhaltiges Bauen.



© 2023 James Hardie Europe GmbH. TM und [®] bezeichnen registrierte und eingetragene Marken der James Hardie Technology Limited und James Hardie Europe GmbH. Das Speichern von CO₂ bezieht sich auf den gesamten Produktlebenszyklus der fermacell® Gipsfaserplatten und Fußbodenelemente.



15 Jahre
Garantie





INNOVATIVER HOLZBAU MIT SYSTEM

Nachhaltig hochwertig

Knauf bietet ganzheitliche, perfekt aufeinander abgestimmte Lösungen für den Holzbau, die höchste Anforderungen an Schall-, Brand- und Wärmeschutz in Boden, Wand, Decke und Dach erfüllen.

Auf unserem Ausstellungsstand beraten Sie unsere Experten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz umfassend zu neuen und bewährten System- und Dämm Lösungen von Knauf, Knauf Insulation und Knauf Elements. Dabei stehen folgende Themen im Fokus:

- › Außenwand-Systeme für den innovativen und auch mehrgeschossigen Holzbau
- › Holzbalkendecken mit außergewöhnlichem Schallschutz – auch im tieffrequenten Bereich
- › Wirtschaftliche und effiziente Dämmsysteme
- › Funktionsplatten von Knauf zur Gebäudeaussteifung
- › Vorgefertigte Elemente

www.knauf.com

knaufINSULATION

knauf

Beste Schutz

vor Bauschäden und Schimmel

NEU SOLITEX® ADHERO VISTO

Transparente Luftdichtungs- und Witterungsschutzbahn

Markierungen auf der Decke bleiben sichtbar

Vollflächig wasserfester Kleber

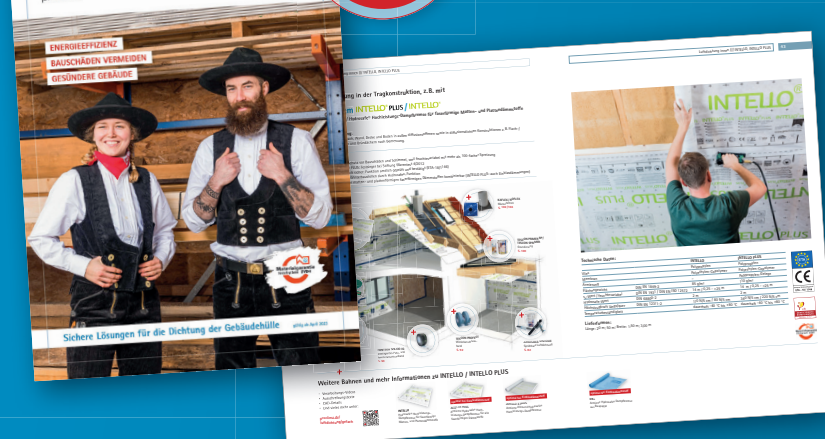
Frei bewitterbar und rutschfest

Komplettes Bauzeitenschutz-Konzept

pro clima **WISSEN kompakt**

NEU

Neues Planungshandbuch kostenfrei
anfordern unter proclima.de



Fokus

HASSLACHER
NORICA TIMBER

From **wood** to **wonders**.

Qualität & Innovation

**BESUCHT
UNS**
Stand KF102

HBLA
Pitzelstätten
Klagenfurt | AT



hasslacher.com

HASSLACHER Gruppe
T +43 4769 22 49-0
info@hasslacher.com

THE CONTEST TO BUILD BIGGER

MORE THAN BIGGER

MEGA

Design your future, win **the challenge of Building the (IM)POSSIBLE**. Check out how to participate and sign up.

buildtheimpossible.rothoblaas.com/en

 **rothoblaas**

Build the
(IM)POSSIBLE



Rothoblaas' International Design Contest



NATÜRLICH SANIEREN!

NATÜRLICH MIT DEM STEICO BAUSYSTEM!

Gut fürs Weltklima. Gut fürs Raumklima.

Serielle Sanierung mit dem STEICO Bausystem

Das STEICO Bausystem ist die ökologische All-in-One Lösung für die serielle Sanierung. Perfekt aufeinander abgestimmte Tragwerkskomponenten und Holzfaser-Dämmstoffe sind die Basis für besonders energieeffiziente, präzise und wirtschaftliche Elemente. STEICO Holzfaser-Dämmstoffe und Konstruktionsprodukte verwandeln Altbauten in Kohlenstoffsinken und tragen gleichzeitig zu einem wohngesunden Raumklima bei.

Förderfähig und effizient im STEICO Bausystem

Fassaden- und Dachelemente aus dem STEICO Bausystem sind selbstverständlich konform zur deutschen „Bundesförderung Serielles Sanieren“.

Sie möchten mehr wissen? Kontaktieren Sie uns per E-Mail: elementfertigung@steico.com



FORUM
HOLZBAU
PREMIUM
PARTNER

Besuchen Sie uns am
STEICO Infostand auf
dem IHF 2023 oder
auf steico.com

STEICO
Das Naturbausystem

Außergewöhnliche Handwerksqualität
ohne Kompromisse
seit 31 Jahren

Genaue
Verbindung

EASY BOARD

3-Schichtplatte, Nut & Feder + Fasse

Bohren

Bürsten



NOVATOP 



best wood **CLT BOX – DECKE FS**

- » für den **mehrgeschossigen Holzbau**
- » **erhöhter Schallschutz** auch im tieffrequenten Bereich
- » **Brandschutz bis F90/REI90**
- » **große Spannweiten** möglich
- » **Ressourcenschonend:** bis zu 40 % Materialeinsparung

best wood **INGENIEURBÜRO**

- » unterstützt Sie bei der Planung und erstellt für Sie Brandschutz-, Schallschutz- und Statiknachweise



Hier gehts direkt zur
CLT BOX – DECKE FS

best wood[®]
SCHNEIDER

www.schneider-holz.com

Der Glattziegel für flachgeneigte Dächer ab 10°!

Ergoldsbacher Level RS

Der Ergoldsbacher Level RS ist bereits der dritte Spezialist für flachgeneigte Dächer. Auffallend ist seine klare, kantige Form mit geradem Abschluss. Bedeutend ist seine tiefe Ringverfaltung mit 3-fachem Kopf- und Seitenfalz. Durch diese formtechnische Besonderheit wird das Wasser auf der Ziegeloberfläche perfekt abgeleitet. So bleibt selbst bei flachen Dachneigungen (im Halbverband verlegt: Regeldachneigung 16°, Minstdachneigung 10°) die Unterkonstruktion trocken. Der neue Ergoldsbacher Level RS ist die echte Lösung: ein regensicherer Dachziegel, der kein wasserdichtes Unterdach braucht!



WE ACCELERATE SUSTAINABLE TIMBER CONSTRUCTION

CONTACT US



**Entdecken Sie unsere
ersten biobasierten Klebstoffe
für den tragenden Holzbau!**



HOLZBAU- SCHRAUBEN

Ein starkes System



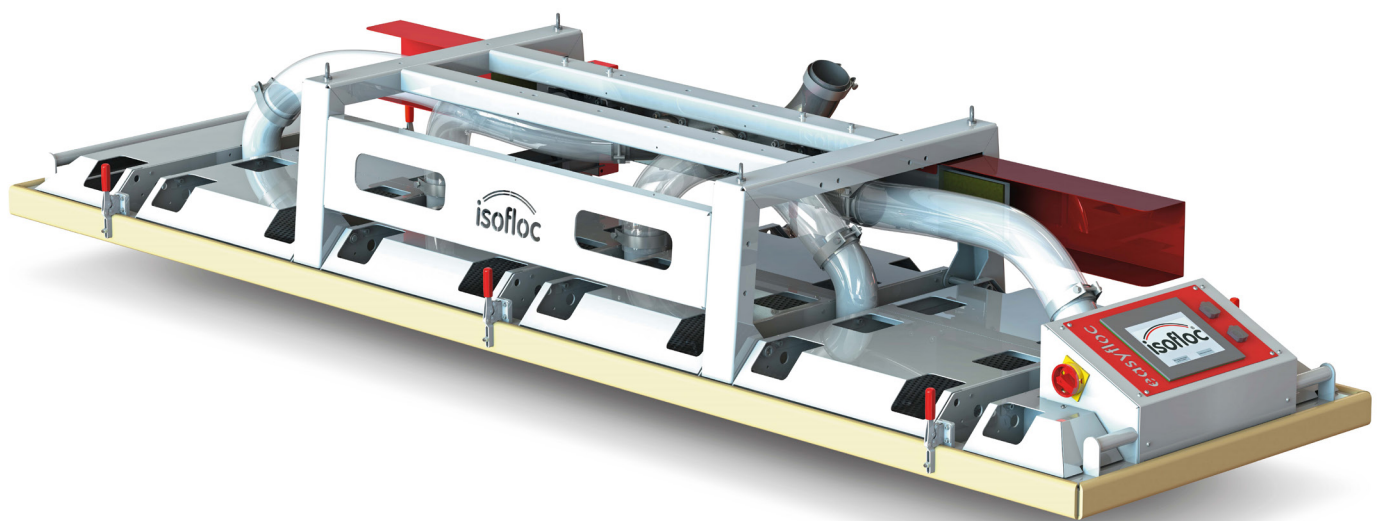
Software, Holzbauschrauben, Bits & Schrauber aus einer Hand.

Mit einer leistungsstarken Systemkette aus Software, Schrauben, Bits und Nuron Schraubern können sich Holzbauplanerinnen und Zimmerer auf Hilti verlassen. Eine einfach und intuitiv zu bedienende Software unterstützt die schnelle Erstellung wirtschaftlicher Konstruktionen.

ETA zertifizierte Holzbauschrauben mit hoher Qualität, sehr guten Lastwerten und geringen Randabständen helfen dem Anwender schnelle und sichere Schraubverbindungen her. Bits und Nuron Schrauber ermöglichen ein produktives Arbeiten.

isofloc®

Einfach perfekt dämmen.



Das Original ist zurück: schneller, günstiger, besser

Dank der neusten Generation unserer Einblasplatte easyfloc lassen sich vorgefertigte Holzbauelemente jetzt noch effizienter dämmen.





KLH®

ASCENT

WORLD'S TALLEST
MASS TIMBER HYBRID BUILDING

VISIT US
AT
BOOTH
TF120

 C.D. Smith Construction

- PIONEER IN THE PRODUCTION OF CLT
- OVER 20 YEARS OF EXPERIENCE
- 40,000+ PROJECTS GLOBALLY
- EXPERTISE IN INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT
- WIDE RANGE OF SOFTWARE SOLUTIONS
- SOLUTION-ORIENTED PROJECT PARTNER



Declare.



KLH MASSIVHOLZ GMBH

Tel +43 (0)3588 8835 | office@klh.at | www.klh.at

Steigtalstrasse
Wohnbau

WHERE
IDEAS
CAN
GROW.

Zukunft ist jetzt!

Für Ihre Projektideen und deren Umsetzung haben wir die Lösungen.

Nachhaltig, flexibel, standardisiert, kombinierbar, montagefertig.

Immer MASSIV – und das mit Leidenschaft. Weil für uns Partnerschaften zu einem Bauprojekt einfach dazu gehören!

MMK
Hybrid
Solutions



WHERE
IDEAS
CAN
GROW.

M  **M**
MAYR MELNHOF HOLZ



**Unsere Lösungen für
Ihre Herausforderungen!**

MM crosslam Brettspertholz (BSP)	X-LAM CONCRETE® Holz-Beton-Verbundelement by MMK
MM masterline Brettschichtholz (BSH)	MM HBE Holzmassivbauelement

Montagefertig!



IHR SPEZIALIST FÜR CLT-PROJEKTE

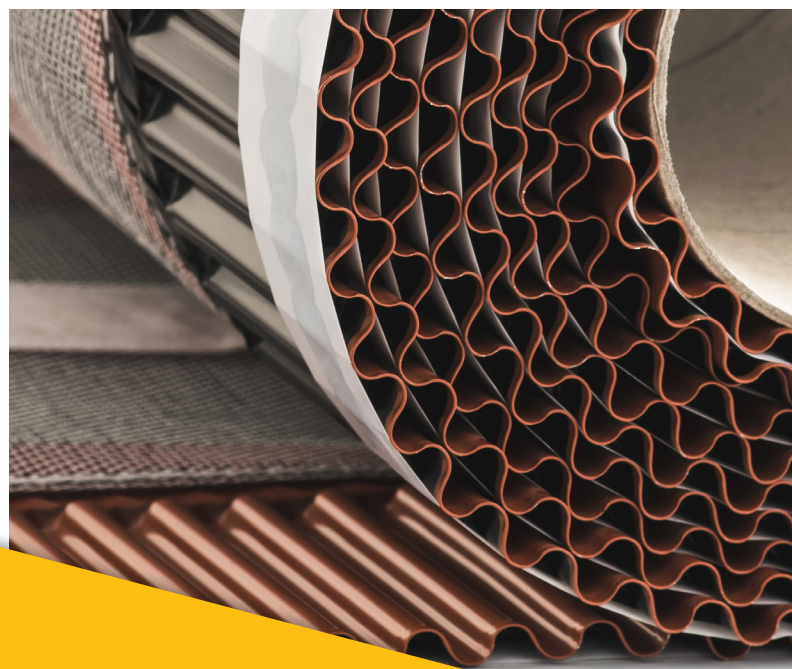


STABILITÄT UND FLEXIBILITÄT FÜR HOLZKONSTRUKTIONEN

CLT-VERBINDER | GEPI-CONNECT | SYLODYN | POWERCLAMP | BALKENZUG | WANDSTÜTZEN



Das Beste für **Dach und Wand!**





Neben der Ausführungsplanung und der Erstellung von Prototypen war Rubner verantwortlich für die technische Unterstützung der Montage und Koordination vor Ort.

Ein ikonisches Dach für den neuen Sydney Fish Market



Der neue Fischmarkt von Sydney verfügt über ein Dach aus Holz und Stahl und zählt zu einem der wichtigsten sozialen und touristischen Ziele der Stadt. Er ist ein Vorzeigeprojekt der Regierung von New South Wales für die Förderung des Tourismus und der Fischereiindustrie.

Für die Herstellung des ikonischen Daches, das über dem Fischmarkt schwebt und alle Elemente der Struktur verbindet, wurden etwa 1.600 m³ Fichten-Brettschichtholz, über 150 t Stahl und das gesamte Know-how von Rubner benötigt.

Mittels Spezialtransport per Schiff wurden maßgeschneiderte Elemente mit einer Länge von mehr als 30 m von Südtirol nach Sydney transportiert.

RUBNER



Besser im System: **ULTIMATE und Rigidur® Gipsfaserplatten – zwei starke Partner.**

Für optimal kombinierten Wärme-, Schall- und Brandschutz in schlanken Konstruktionen auch bei hohen mechanischen und optischen Anforderungen.





HECO®-Schrauben: Von Profis für Profis

Was verbinden Sie mit einem Unternehmen aus dem Schwarzwald?
Genau: Ideenreichtum, Fleiß und Qualitätsbewusstsein. Exakt die Eigenschaften,
die HECO-Schrauben ausmachen. Wir sind einer der führenden Hersteller von
Schrauben- und Befestigungssystemen für den konstruktiven Holz- und Innen-
ausbau, den Beton- und Metallbau sowie für Schwerlastbefestigungen in Europa.



NEU

Wetguard: Transparente Feuchteschutz- Membrane von SIGA

SIGA Wetguard ist die neue vollflächig selbstklebende Feuchteschutz-Membrane und kann bereits werkseitig, in der Vorfertigung, oder auf der Baustelle montiert werden.

SIGA Wetguard 200 SA schützt vorgefertigte Holzelemente zuverlässig vor Feuchtigkeit und Beschädigungen während Lagerung, Transport, Montage und der Bauphase und verhindert damit Feuchteschäden wie Verfärbungen im Sichtbereich oder Spannungen und Massungenauigkeiten durch Aufquellen der Elemente.

Über Wetguard

SIGA Wetguard ist diffusionsfähig und mit einer rutschfesten und wasserdichten Spezialbeschichtung ausgerüstet. Das robuste Vlies schützt vor mechanischer Beschädigung und der vollflächig aufgebrachte SIGA-Hochleistungslebstoff sorgt für sichere Haftung auf Holzoberflächen. Mit der transparenten Optik von SIGA Wetguard bleiben nicht nur

im Werk angebrachte Markierungen oder Durchdringungen sichtbar, sondern auch die charakteristische Oberflächenstruktur des Werkstoffes Holz.

Die Folie ist robust gegenüber mechanischer Belastung und auch bei Nässe rutschfest. Der formstabile Träger ermöglicht einfaches, schnelles und faltenfreies Verlegen und ist sofort dicht verklebt. SIGA Wetguard ist in drei Produktdimensionen (1560mm / 780mm / 390mm x 50m) erhältlich. Für spezielle Anwendungen können nach Kundenwunsch verschiedene Dimensionen und Ausführungen hergestellt werden.

SIGA Wetguard sorgt für maximale Sicherheit über den gesamten Bauablauf und erspart dem Handwerker zusätzliche Arbeitsschritte und Zeit. Damit ist sie die ideale Abdichtung während der Bauzeit, ob für einfache oder herausfordernde Holzbauprojekte.

SIHGA[®] LamellenFix

Geprüfte Befestigung von Holzlamellen an der Fassade



www.sihga.com



NEU

DIE VORTEILE:

- **verdeckte Montage** hinter der Lamelle
- effiziente Befestigung auf **jedem Untergrund**
- sorgt für den **konstruktiven Holzschutz**
- **montagefreundlich** durch Vorfertigung und Toleranzaufnahme
- in **fünf Richtungen** statisch belastbar
- hergestellt aus **Aluminium, schwarz eloxiert**
- einfach **demontierbar**



TAKE THE BEST

SIHGA GmbH | Gewerbepark Kleinreith 4 | 4694 Ohlsdorf bei Gmunden | Austria



**KLIMANEUTRALES
UNTERNEHMEN**
certified by Fokus Zukunft
Klimaneutral durch Kompensation
mit Klimaschutzzertifikaten





Bauvorhaben sicher, stabil und effizient verwirklichen

Simpson Strong-Tie, weltweit führender Anbieter von Holzverbindern, mechanischen und chemischen Dübeln sowie Schrauben – Produkte für Konstruktionen auf höchstem technischen Niveau. Ob Neubau, Sanierung oder Erweiterung, unsere Systeme tragen stets zur nachhaltigen Nutzung der Ressource Holz bei.

Entdecken Sie unsere Lösungen unter **strongtie.de** oder rufen Sie uns an: +49 6032 8680-0.





Sie wünschen,
Wir bauen.

TechnoWood AG
der Maschinenbauer für's Holz

Unsere Lösungen:

- **TW-Concept Line**

Die Fertigungslinie

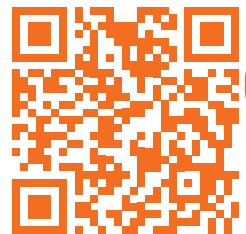
- **TWOODS Line**

Das Vollholzsystem

- **TW-Agil**

Das Abbundcenter

techno
wood swiss art of wood machining



Hier erfahren Sie
mehr über die
TW-Lösungen.

NEU – jetzt downloaden!

Eine Serie klimapositiver Informationen*

*bis Ende 2023



Besuchen
Sie uns:
**OG1
TF 118**

Detailinfos für das nächste Projekt:

Flachdächer, Gebäudesanierung, Bauphysik, Konstruieren,
Holzbau, Innenausbau, Verarbeitung ...



www.Westfraser.com | www.SterlingOSB.de

 [westfraser_d.a.ch](https://www.instagram.com/westfraser_d.a.ch)

Tel: 00800 OSBANRUF* (00800 67226783) kostenfrei D/A/CH





DÄMMPLATTEN MIT DEN BESTEN ZUTATEN



Holz in Bestform



AUSGEZEICHNET ...

...für
hervorragenden
Schallschutz



Prämiert mit dem Innovationspreis
Architektur + Bauwesen:

Die ONE-BLOCK Wohnungstrennwand
mit einem hervorragenden Luftschall-
Dämmwert von $R_w = 66$ dB. Es handelt
sich dabei um eine massive, rückbau-
bare, 265 mm dünne Schallschutz-
Sichtwand aus **MAGNUMBOARD®** OSB
mit biegeweichem, freischwingendem
Kern aus PhoneStar Schalldämm-
platten.

SWISS KRONO
MAGNUMBOARD® OSB

Das massive Holzbausystem

swisskrono.com/de

Made in 
Germany

Lectures

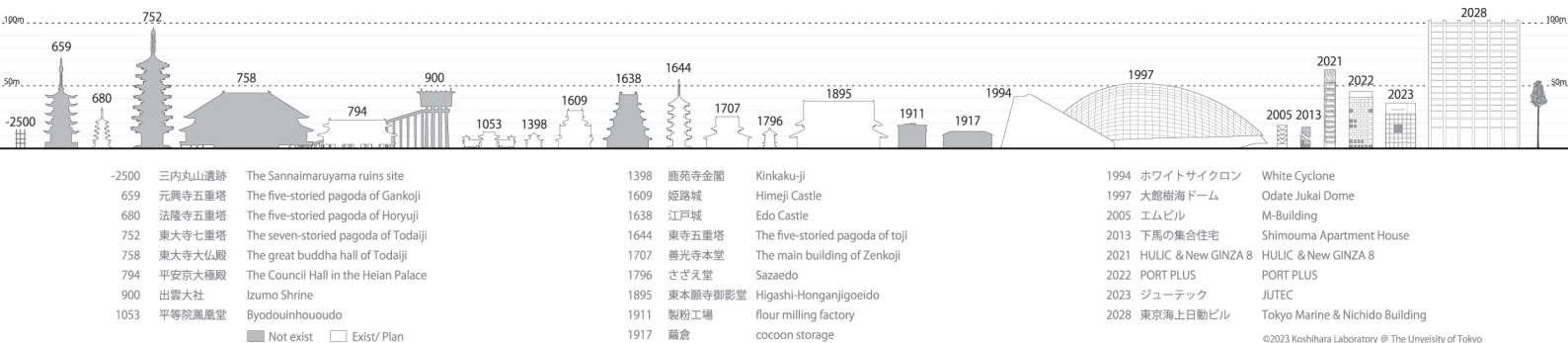
29.11.2023, 13:15/16:15 V. Wood and politics
European and global perspectives on wood governance – woodPoP
Dr. Takahiro Tsuchimoto, Building Research Institute, Tsukuba

30.11.2023, 11:30 TIMBER STRUCTURES
Gifu Media Cosmos – Realization of a roof landscape made of domes
Prof. Mitsuhiro Kanada, Tokyo University of the Arts, Arup, Tokyo

30.11.2023, 17:20 WOOD CONSTRUCTION DEVELOPMENT
*Adhesive technology for components of timber construction in Japan,
- Industrial production and Quality control -*
Dr. Takahiro Tsuchimoto, Building Research Institute, Tsukuba

01.12.2023, 11:10 Block C
Mid- and high-rise timber buildings in Japan
Prof. Dr. Mikio Koshihara, The University of Tokyo, Tokyo

01.12.2023, 12:50 EPILOG
*Timber construction in Japan
- About flexible floor plans and the way from temple building to urban multi-storey buildings*
Prof. Em. Dr. Seiichi Fukao, Tokyo Metropolitan University, Tokyo



一般財団法人日本建築センター
The Building Center of Japan

<https://www.bcj.or.jp/en/>

Participants

AZUSA SEKKEI Co., Ltd. / Center for Better Living / Daiwa House Industry Co., Ltd.
MITSUBISHI ESTATE CO., LTD. / Mitsubishi Jisho Design Inc. / Obayashi Corporation
Sekisui House, Ltd. / SUMITOMO FORESTRY CO., LTD. / YAMASHITA SEKKEI INC.

Rationalisieren ohne Automatisieren

FÜR HOLZBAUPROFIS

Dach | Wand | Decke

TOP 1
ELEMENTIERUNG

tectofix robust & wartungsfrei

tectofix

VOM HOLZBAUER.
FÜR HOLZBAUER.

Filme auf
www.tectofix.de



ZEITEINSPARUNG

40% durch Vorfertigung



35 JAHRE ERFAHRUNG

Montagefreundliche Elementstöße



PRAXISNAH

dank einfacher Bedienbarkeit



PLATZSPAREND

zum Parken zusammenschieben



BG BAU EMPFIEHLT

Vorfertigung für mehr Sicherheit

Leichte Bedienung der Anlage



Wohnhaus: Sichtdachstuhl mit Querbaukehle



KiTa Stromboli: Alle Wand- und Dachelemente wurden auf **tectofix** von Geiger Holzbau, Westhausen-Lippach, vorgefertigt. Keine Δ - Die Dachlandschaft passt perfekt durch vollflächige Elementierung. Tel. 07363/9655-0, E-Mail info@geiger-holz.de



Wände im Objektbau beliebig hoch, z.B. 6,50m
produzierbar - keine Tischbegrenzung

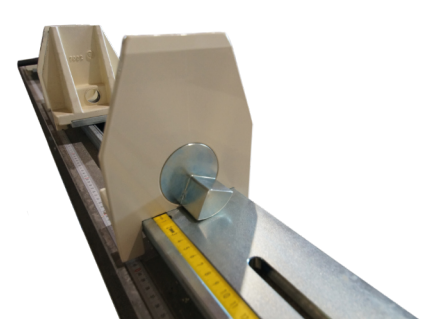
Ergonomie durch begehbaren Tisch und
optimale Arbeitshöhe



Wandspannsystem - Alle Anschläge
beliebig im Unterflansch einhängbar



Ein genialer Dreh ist der schwenkende
Kervensschlag





dynea®

prefere®
by dynea

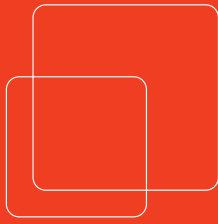
Komplette
Lösungen für
konstruktive
Holzverklebung.
Vollsortiment
nach EN, DIN,
JAS, ASTM

Dynea -
Partner in allen
Fragen der
Holzverleimung

Norway / Europe
Dynea AS
Svelleveien 33
N-2001 Lillestrøm
Tel: +47 63 89 71 00
Tel: +47 951 46 741
dynea@dynea.com

Österreich / Deutschland:
Dynea AustrA GmbH
Hafsenstrasse 77
A-3500 Krems
Tel: +43 664 811 5340
Tel: +49 174 3965223
dynea@dynea.com

www.dynea.com



**NACHHALTIG
MIT JEDER FASER**
DAS NEUE
GUTEX WERK
ESCHBACH
IM BREISGAU



WIR WACHSEN WEITER

Der Werkstoff der Zukunft, aus dem Werk der Zukunft: Mit dem neuen Standort in Eschbach im Breisgau erweitert GUTEX seine Produktionskapazitäten deutlich. In der hochmodernen Anlage werden ab 2024 unsere ökologischen Holzdämmstoffe gefertigt, in einer Anzahl und Qualität, die alle Anforderungen unserer Kunden erfüllen. www.gutex.de

LIGNOPRO®

Vom Produkt zur Lösung.

Koch & Schulte hat mit LIGNOPRO® eine Produktreihe entwickelt, die individuelle Beschichtungslösungen für typische Anwendungsszenarien industrieller Anwender bietet.

Basierend auf unseren langfristig bewährten Holzbeschichtungen, steht LIGNOPRO® für individuell auf die anwendungsspezifischen Anforderungen angepasste Formulierungen. Neben den hervorragenden primären Holzschutzeigenschaften, sind die Produkte auch auf die optimale Maschinengängigkeit abgestimmt.

Mit unseren innovativen und maßgeschneiderten Produkten konnten wir bereits viele bekannte Hersteller überzeugen

Adding value to your wood!

Kontakt:

Adam Maciejewski
Vertriebsleiter | Head of Sales

+49 171 23 72 832
a.maciejewski@kochundschulte.de



Alles in einem Element:



Statik - tragend



Schallschutz



Feuerwiderstand 90 min



Raumakustik



Ästhetik



Wärmeschutz



Ökologie



Top-Beratung

Interessiert?

Kontaktieren Sie unser
Beratungsteam:

+41 71 353 04 10
beratung@lignatur.ch



Erfahren Sie mehr unter:

www.lignatur.ch

Premium Holzbauprodukte

**Genau das, was Sie brauchen –
genau dann, wann Sie es brauchen:**

Das gibt's bei uns, Holzwerke Pfarrkirchen. Mit über 115 Mitarbeitern, einer Jahresproduktionskapazität von 175.000 m³ sowie über 40-jähriger Erfahrung in der Keilzinkentechnik gehören wir zu den führenden Herstellern in der Holzverarbeitenden Industrie.

Unsere langjährigen Kunden – Bau- und Zimmereiunternehmen, der Holzfachhandel sowie Fertighaus-Spezialisten – können sich auf unsere hochwertigen Holzbauprodukte, eine ausgefeilte Lagerlogistik und eine fortschrittliche Hightech-Werkсанlage verlassen. Hinzu kommt die Möglichkeit, Kleinchargen, Sonderabmessungen, Bestellungen nach Liste sowie spezielle Kundenanforderungen flexibel und innerhalb kurzer Lieferfristen zu realisieren – selbstverständlich in höchster Qualität.

KVH® (Konstruktionsvollholz), Balkenschichtholz, Duobalken, Triobalken, Brettschichtholz oder Sonderprodukte –
Sie entscheiden, wir liefern.



Rain or shine, Sylva™ has your project covered.

Customise with Sylva™ by Stora Enso: the pre-fabricated, scalable building kits for multi-story residential buildings, schools, warehouses, office buildings and mixed-use spaces.

Sylva shortens construction times and delivers cost predictability with pre-designed building concepts, comprehensive services, mass-customised wood products and fully automated coatings. Discover how the streamlined, simplified and long-lasting building solution can help your next project.



Read more about Sylva
storaenso.com/Sylva

Specify Sylva™ pre-coated. Easy-to-build

Sylva™
by Stora Enso



**LÄSST NICHTS
ANBRENNEN**

**PYROLAN
BRAND-
SCHUTZ**



In unseren Adern fließt Farbe.

INTERNATIONALES HOLZBAU-FORUM | INNSBRUCK | 29.11. – 1.12.2023 | STAND DG001

Genau richtig, falls es mal heiß hergeht: die wasserbasierten Pyrolan Brandschutzbeschichtungen schützen Holz und alle Holzwerkstoffe im Innenbereich optimal gemäß der Europäischen Norm EN 13501-1. Einfach in der Anwendung, lassen sie sich über Kesseldruckimprägnierung, Roll- oder Spritzverfahren auftragen – sogar nachträglich auf der Baustelle. In vielen lasierenden sowie deckenden Farben abtönbar, sorgen sie dabei für schwer entflammbare, natürlich wirkende Oberflächen.

T. +43 5242 6922-300 | VERKAUF@ADLER-LACKE.COM | ADLER-LACKE.COM

SONDERLÖSUNGEN FÜR CLTPLUS

THEURL produziert CLTPLUS und BSH mit Abbundleistung zuverlässig und in höchster Qualität. Die modernen Holzbauprojekte für den Objektbau, wie beispielsweise Kindergärten, Schulen und dem privaten Wohnbau erfordern nicht nur eine hohe Produktqualität, sondern auch eine ständige Weiterentwicklung der werksseitigen Produktveredelung. Neben der Abbundbearbeitung bietet THEURL auch zahlreiche Sonderlösungen an.



BESUCHE UNS AUF
UNSERER WEBSITE



DER CLTPLUS FAKTOR



Die Verwendung einer selbstklebenden Membrane, die einen effektiven Bauzeitschutz gewährleistet.



Die X-fix Verbindung sorgt für einen perfekten Halt ohne Metall.



Die Geschosse lassen sich unkompliziert mit der einbaufertigen Treppe aus CLTPLUS oder aus BSH Keilen verbinden.



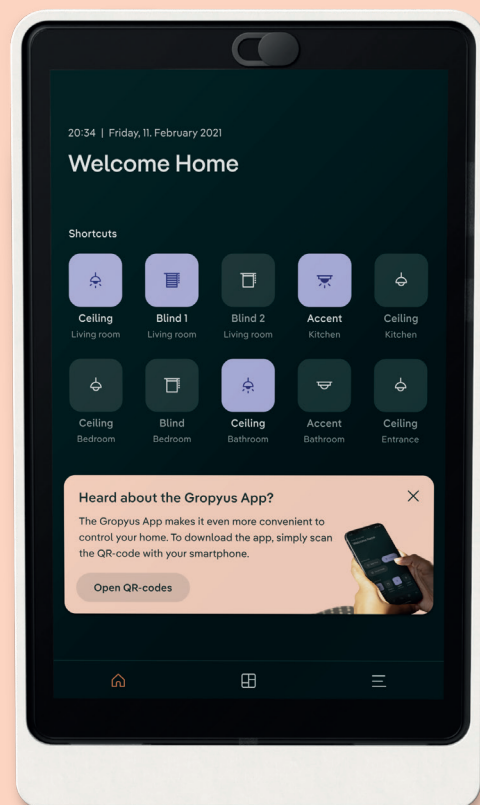
Rippendecken ermöglichen große Spannweiten bei gleichzeitig ressourcenschonendem Materialeinsatz.



Große Stützenraster und flexible Geschossdecken mit TS3 für eine möglichst flexible Raumnutzung.



Digitale Serviceleistungen mit TIM, LRO und vier CAD-Programmen.

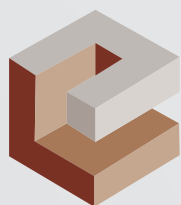


GROPYUS combines
sustainability and technology
to build affordable homes.

Creating sustainable living for everyone.

gropyus.com





LEIDORF

HOLZBAU



EIN VOLLES BRETT AN LEISTUNGEN



CLT

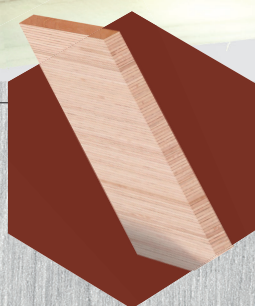
CLT BESCHAFFUNG
MIT KURZER LIEFERZEIT

HOLZBAU PLANUNG

HIGH-TECH ROBOTER ABBUND

EINBAU VON
FENSTERN, GIPSKARTONPLATTEN,
DÄMMUNG, ... IM WERK

LIEFERUNG MIT EIGENEN LKW'S
AUF DIE BAUSTELLE



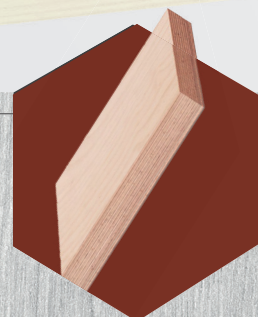
KERTO

WIR SIND PREMIUM-HÄNDLER
FÜR ÖSTERREICH UND
SÜDDEUTSCHLAND

LAGERFORMAT: 2,5 X 13,5 M

ABBUND AUCH GROSSFORMATIGER
PLATTEN

> 3.600 M² KERTO | LVL LAGERND



BAUBUCHE

WIR BEARBEITEN UND
LIEFERN BAUBUCHE
FÜR IHR PROJEKT

INTERESSIERT?

UNVERBINDLICH ANFRAGEN:



office@leidorf.com



+43 7723 43 01 7

www.leidorf.com

NEU

mafell
creating excellence

mit:



Vielseitig, präzise, intuitiv einfach.

Die Oberfräse LO 55

Die neue LO 55 sichert dir unvergleichliche Fräserlebnisse. Dank werkzeugloser Fräuserspannung, neu entwickelter Frästiefeneinstellung mit permanenter Höhenklemmung und vielen weiteren Features kannst du dich voll und ganz auf dein Handwerk konzentrieren. Mit Leichtigkeit, Effizienz und Präzision wird jeder Fräsvorgang ohne lange Rüstzeit zum Kinderspiel.



Weitere Informationen unter:

www.mafell.de/lo55



BUILT WITH

Kerto® LVL

Metsä Wood Deutschland GmbH
Louis Krages Str. 30
28237 Bremen
<https://www.metsagroup.com/de/metsawood/>

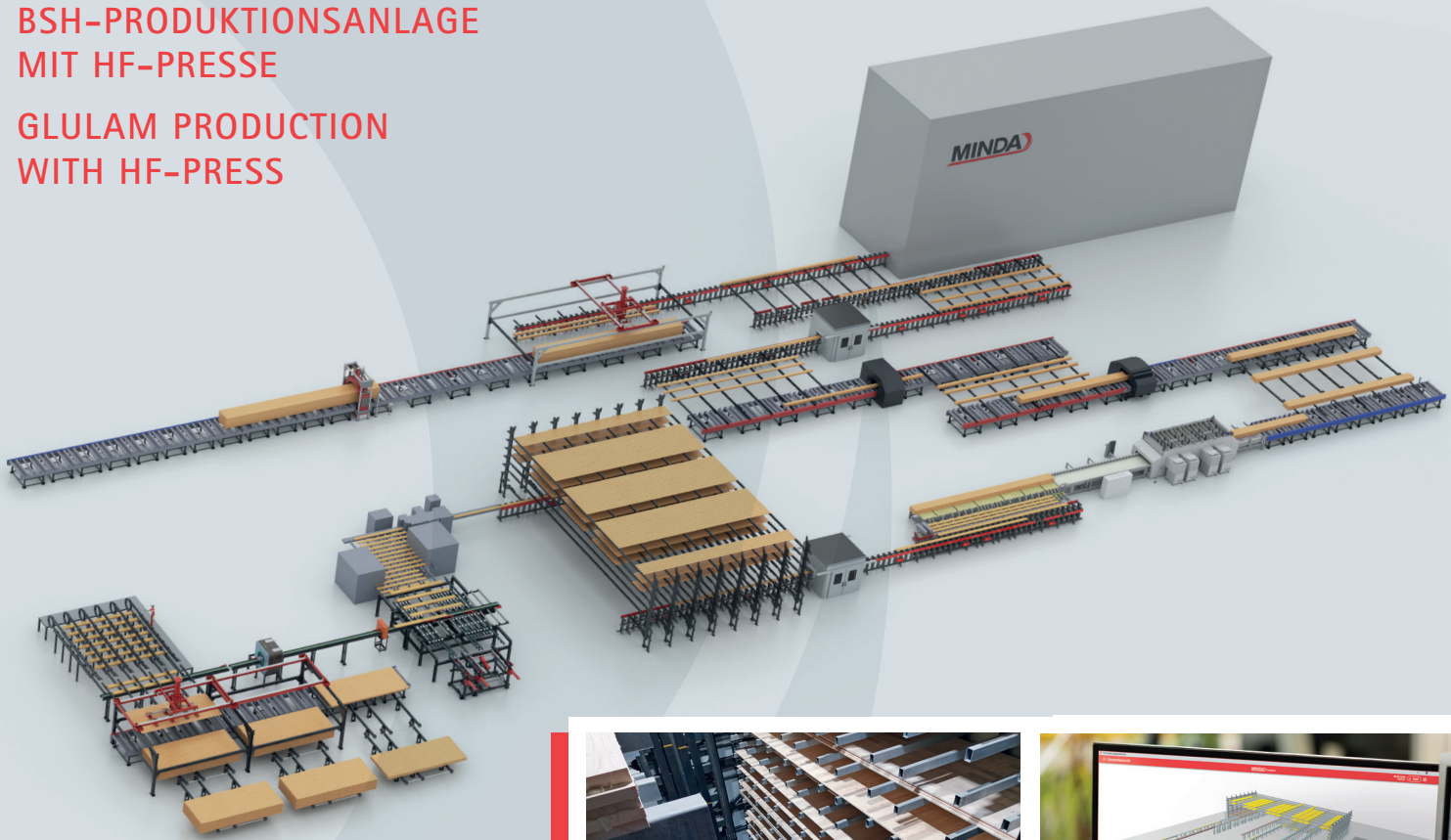
Moritz Burk
Sales Manager Kerto® LVL Offsite
+49 173 858 7253
moritz.burk@metsagroup.com



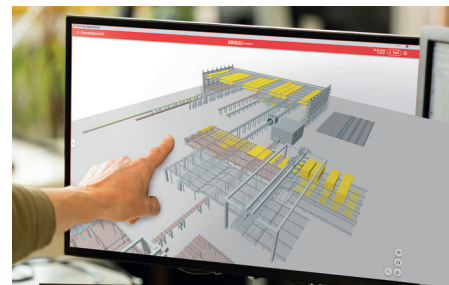
KOMPLETTANLAGEN FÜR DIE MASSIVHOLZINDUSTRIE COMPLETE LINES FOR ENGINEERED WOOD PRODUCTS

BSH-PRODUKTIONSANLAGE
MIT HF-PRESSE

GLULAM PRODUCTION
WITH HF-PRESS



Flexibles und platzsparendes Hochregallager
Flexible and efficient high-bay warehouse



Fertigungsleittechnik: Bedienoberfläche FlowMate
Production control technology: user interface FlowMate



Pressenlängen/Press Length:
3200, 4200, 7000 und 10.500 mm



Energieeffiziente HF-Generatoren
Energy efficient HF-Generators

OBEL-P

Mehr Informationen/
More information:
www.obelp-automation.dk

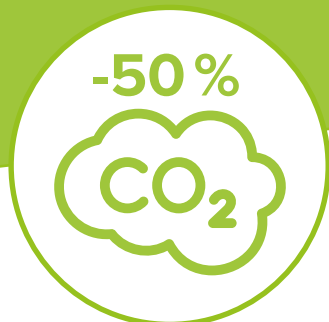


MINDA

Mehr Informationen/
More information:
www.minda.com



CO₂ reduzieren mit dem **GRÜNEN VERBUNDTRÄGER** und **PUUCO® HOLZVERBINDUNGEN**



DELTABEAM® Green im Holz-Beton-Verbund- und Holzbau



Aus über 90 % recycelten
Materialien



Materialeinsparung

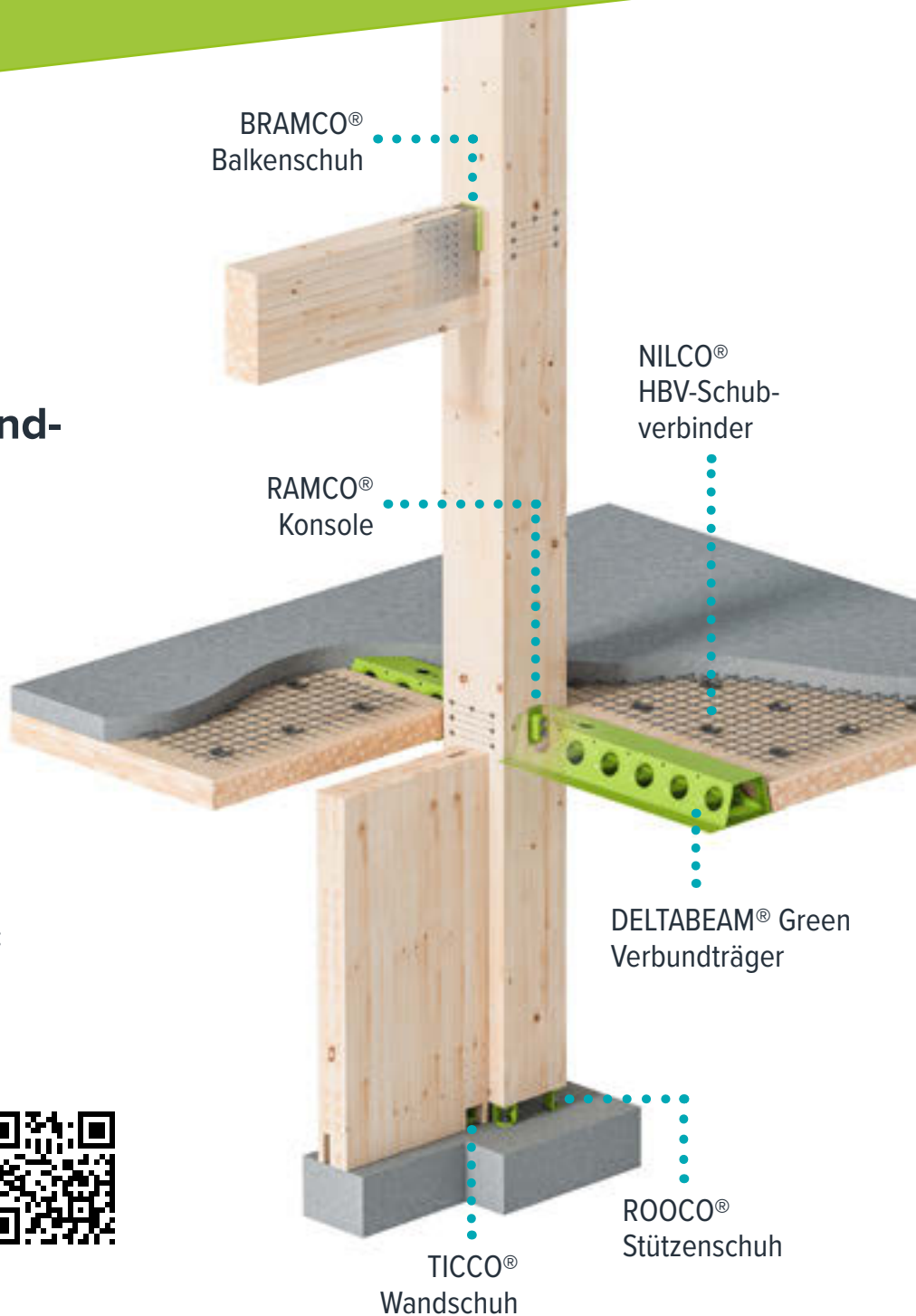
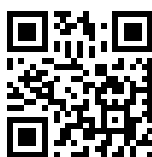


Erneuerbare Energien
in der Produktion



Green Building Kompatibilität:
EPD ► LEED / BREEAM

MEHR ERFAHREN

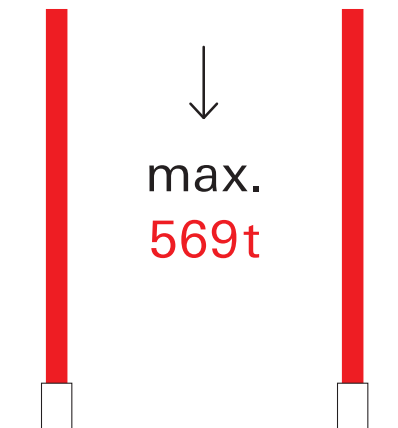


www.peikko.at/hybrid



BauBuche besitzt eine außergewöhnlich hohe Tragfähigkeit und ermöglicht schlankere Bauteile sowie größere Spannweiten im konstruktiven Holzbau.

Der Hochleistungsbaustoff **BauBuche** eignet sich hervorragend für die Anwendung als stabförmiges Bauteil sowie für Belastungen in Faserrichtung. Das macht **BauBuche** als Stütze und Zug-/Druckstrebe besonders geeignet.



↓
max.
569t

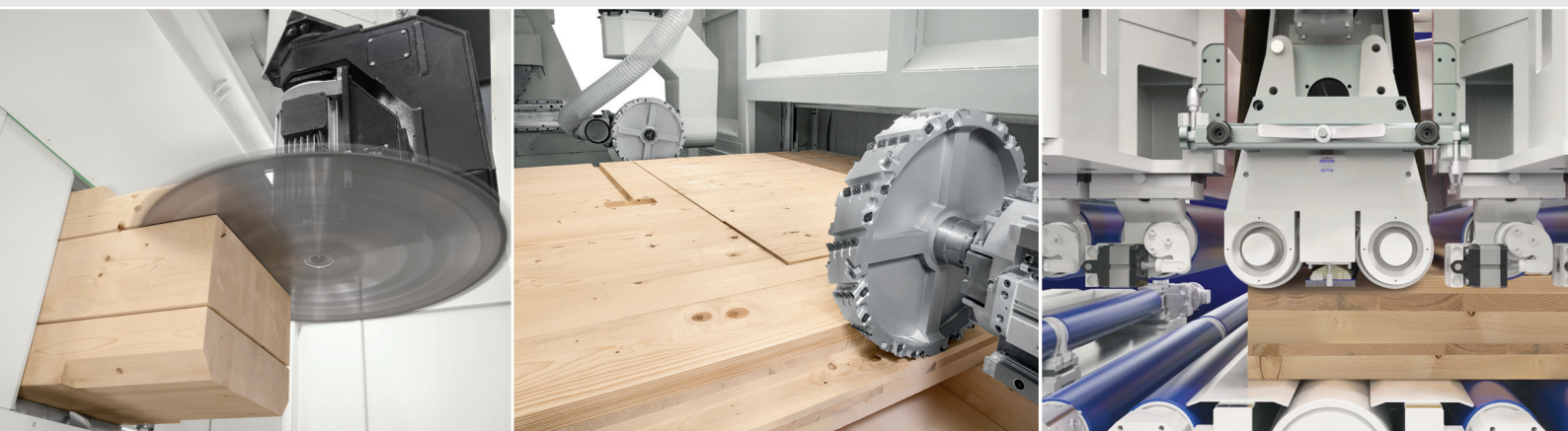
BauBuche GL75 Stütze 32/56

Druckfestigkeit in NK1: 59,4 – 70 N/mm²





TECHNOLOGISCHE INNOVATIONEN FÜR DEN HOLZBAU TIEF VERWURZELT IN UNSERER DNA



SYSTEME FÜR DEN HOLZBAU: KNOW-HOW UND INNOVATION

SCM ist seit 70 Jahren führend in der Industrie der Holzverarbeitungstechnologie. Zu verdanken ist dieser Erfolg der Bereitschaft, sich stets an neuen Technologien und Fortschritte anzupassen.

Aus dieser Kombination von Erfahrung und Fortschritt entstehen die **CNC-Abbundanlagen OIKOS und AREA Baureihen** und der **Breitbandkalibrier-Feinschliffautomat DMC SYSTEM XL**, die für die Herstellung von **Strukturbalken, BSP-Wandelementen, Decken, Holzrahmenwänden, Dachstühlen und Dämmplatten** bestimmt sind.

Der Ansatz von SCM in der Holzbauindustrie besteht darin, hochtechnologische Lösungen in Übereinstimmung mit den spezifischen Anforderungen der Kunden und den Trends der Branche zu entwerfen und herzustellen.

100% Made in Italy-Technologie, die auf den Werten von Know-How und Innovation basiert.

**FORUM
HOLZBAU
INTERNATIONAL**
29. Nov. | 1. Dez. 2023

SCM Deutschland
Seilerstrasse 2, 72622 Nürtingen
Tel. 07022-92540
info@scmgroup.de / www.scmgroup.de
www.scmwood.com

ERFAHREN SIE MEHR



scm
woodworking technology

is more

UNSER SORTIMENT

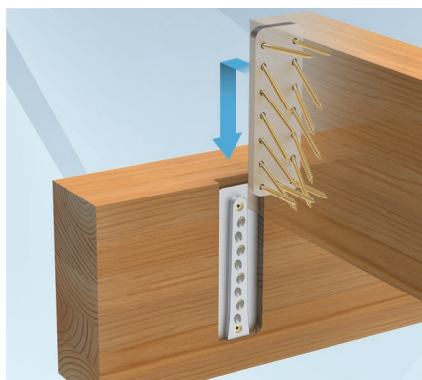
Einzigartige Lösungen



SONUS

Weltneuheit – Wenn Schallschutz, dann richtig! Dieser Winkel revolutioniert die Verbindungstechnik im Holzbau in Punkto Schallschutz.

- Optimaler Schallschutz
- Hohe Tragfähigkeit
- Geprüftes System
- Einfache Montage
- Top Schallentkopplung

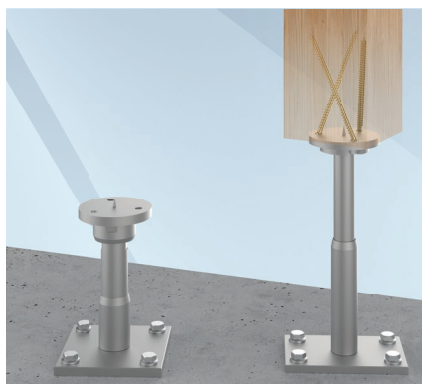


HOLZVERBINDER

Die ausgereiften und bewährten SHERPA Holzverbinder ermöglichen eine effiziente & wettbewerbsfähige Planung sowie Ausführung anspruchsvoller Aufgabenstellungen im gesamten Bauwesen.

SHERPA-Brandschutzlösungen bis R120

Seit 8. Februar 2022 können alle Planer und ausführende Betriebe im Holzbau von den Neuerungen der ETA-12/0067 profitieren.



POWER BASE

Durch die ausgewogene Kombination unserer Stützenfüße aus der Kopfplatte, der Verschlussarten, den Höhenverstellungsbereichen und den daraus resultierten Tragfähigkeitswerten können aus unserer Sicht alle praxisüblichen Stützenanschlüsse mit lediglich sieben Power Base Typen ausgeführt werden.



UN

UNBO

Vertrieb FORUM **HOLZBAU**
Bahnhofplatz 1, 2502 Biel/Bienne, Schweiz
T +41 32 32720 00
info@forum-holzbau.com
www.forum-holzbau.com

ISBN 978-3-906226-58-6