

FORUM HOLZBAU

DEUTSCHLAND
BERLIN

5. Deutscher Holzbau Kongress (DHK)

Mercure Hotel MOA, Deutschland

11./12. Juni 2024

Bauen mit Holz im urbanen Raum

BFH BIEL
TH ROSENHEIM
NI AALTO HELSINKI
TU MUNCHEN
BC PRINCE GEORGE
TU WIEN
TU BERLIN

Inhalt

Bau | Wirtschaft | Markt

Stand der ESG-Transformation und die Auswirkungen auf die Immobilienwirtschaft	11
<i>Christiane Conrads, PricewaterhouseCoopers, Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Frankfurt am Main, Deutschland</i>	

Block A1

Serielles Bauen, was heißt das?

Serielles Bauen und Architektur – ein Widerspruch?	21
<i>Prof. Eike Roswag-Klinge, Natural Building Lab, Technische Universität Berlin, Berlin, Deutschland</i>	

Realisierung: Die gebaute Wirklichkeit	27
<i>Frank Steffens, Brüninghoff Group, Heiden, Deutschland</i>	

Holzbau und Klimaschutz – Beitrag der Holzverwendung	35
<i>Dr. Sebastian Rüter, Thünen-Institut für Holzforschung, Hamburg, Deutschland</i>	

Block B1

Klimagerechtes Bauen – Bauen für die Zukunft

HORTUS – Bauen nach dem Standard von morgen	45
<i>Richard Jussel, Blumer-Lehmann, Gossau, Schweiz</i>	

Bauen – einfach und ressourcenneutral	59
<i>Martin Haas, haascookzemmrich STUDIO2050, Stuttgart, Deutschland</i>	

Modulbau: Systeme – Bauphysik – Vorfertigung

Baukultur mit System – Modular nachhaltig	69
<i>Kathrin Merz, Bauart Architekten und Planer, Modular, Bern/Neuchâtel/Zürich, Schweiz</i>	

Einfluss der Gebäudehöhe auf den Schallschutz im modularen Geschossbau – aktuelle Messungen vom Luisenblock West, Berlin	77
<i>Hendrik Reichelt, Kaufmann Bausysteme, Reuthe, Österreich</i>	

Das Modul als Bauteil im Holz-Hybrid-Geschossbau	89
<i>Tillmann Schütt, Gebr. Schütt, Landscheide-Flethsee, Deutschland</i>	

Aktuelles aus der REGION

GEMA – Hier spielt die Musik	99
<i>Roman Koditek, Zimmerei Sieveke, Lohne, Deutschland</i>	

Block A2

Brandschutztechnische Entwicklungen im mehrgeschossigen Holzbau

TIMPULS – Forschung für den mehrgeschossigen Holzbau	111
<i>Prof. Dr. Jochen Zehfuß, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, Deutschland</i>	

MHolzBauRL 2023 – Aktuelles zur Überarbeitung der Muster-Holzbaurichtlinie	125
<i>Prof. Dr. Björn Kampmeier, Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg, Deutschland Felix Steeger, Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg, Deutschland</i>	

HOBRATEC – Weiterentwicklung der Brandbekämpfungsmethoden für den mehrgeschossigen Holzbau	139
<i>Julius Lange, Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg, Deutschland Alexander Wellisch, Feuerwehr Hamburg, Hamburg, Deutschland Patrick Sudhoff, Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg, Deutschland</i>	

Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg – erweiterte Anwendungsmöglichkeiten des mehrgeschossigen Holzbaus in Baden-Württemberg	157
<i>Bernd Gammerl, Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen, Stuttgart, Deutschland</i>	

Block B2

Aufwertung durch Umnutzung und Verdichten

Aufstockung statt Abriss – ein Beitrag zum Klimaschutz durch Holzbau	171
<i>Prof. Dr. Annette Hafner, Michael Storck, Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Ressourceneffizientes Bauen, Bochum, Deutschland</i>	
Fischbeker Höfe – Revitalisierung einer Kaserne aus dem Jahr 1940	173
<i>Roman Lindenberg, ASSMANN Beraten + Planen, Hamburg, Deutschland</i>	
«FritzNeun» – Lücken füllen und Nachverdichten	181
<i>Prof. Tobias Götz, PIRMIN JUNG Deutschland, Remagen, Deutschland</i>	

Block A3

Wohn- und Bürobauten in neuen Dimensionen

Woodscrapper – Zirkuläre Hochhäuser aus Holz	201
<i>André Meyer, GLS Bank, Berlin, Deutschland Jörg Finkbeiner, Partner und Partner Architektur, Berlin, Deutschland Isabelle Wolpert, Partner und Partner Architektur, Berlin, Deutschland</i>	
Nürnberg UmweltBank	215
<i>Konrad Merz, merz kley partner, Dornbirn, Österreich</i>	
Zwhatt H1 – Hochhausbau mit Buchen-Stabschichtholz	223
<i>Ivan Brühwiler, B3 Kolb, Romanshorn, Schweiz</i>	
Ascent_Milwaukee	235
<i>Sebastian Popp, KLH USA, Portland, Amerika</i>	

Block B3

Einfach Bauen

Einfaches Bauen mit TRIQBRIQ	243
<i>Lewin Fricke, TRIQBRIQ, Stuttgart, Deutschland</i>	
Einfach Massiv – Monolithische Wandaufbauten in drei Forschungshäusern	249
<i>Andrea Kufner, B&O Bau Bayern, Regensburg, Deutschland Thorsten Kopp, B&O Bau Bayern, Bad Aibling, Deutschland</i>	
Einfach Bauen – Landwirtschaftliches Zentrum Salez	261
<i>Andy Senn, Andy Senn Architektur, St. Gallen, Schweiz</i>	

Zirkuläres Bauen

circularWOOD – Kreislaufgerecht Bauen mit Holz	277
<i>Dr. Sandra Schuster, Technische Universität München, München, Deutschland</i>	
Recycling-Projekt: Aufstockung Kelsterbach (50% Recyclinganteil)	283
<i>Robert Lotz, Nassauische Heimstätte Wohnstadt, Frankfurt am Main, Deutschland</i>	
Hasletre – ein anpassungsfähiges, demontierbares Bürogebäude in Holzbauweise in Oslo	295
<i>Moritz Groba, Oslo tre, Oslo, Norwegen</i>	

Moderatoren

Prof. Flaßnöcker Silke

Hochschule Wismar
Philipp-Müller-Strasse 14
23966 Wismar, Deutschland

+49 3841 753 73 72
silke.flassnoecker@hs-wismar.de

Prof. Germerott Uwe

Berner Fachhochschule
Solothurnstrasse 102
2504 Biel/Bienne, Schweiz

+41 32 344 03 50
uwe.germerott@bfh.ch

Hüls Ansgar

Landesbeirat Holz Berlin-Brandenburg e.V.
Dorotheenstrasse 35
10117 Berlin, Deutschland

+49 3379 3105 744
a.huels@huels-ingenieure.de

Lange Georg

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

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

Dr. Lippert Jörg

BBU Verband Berlin-Brandenburgischer
Wohnungsunternehmen
Lentzeallee 107
14195 Berlin, Deutschland

+49 3089 781 154
joerg.lippert@bbu.de

Dr. Ohnesorge Denny

Hauptverband der Deutschen Holz-
und Kunststoffindustrie (HDH)
c/o Haus des Holzes, Chausseestrasse 99
10115 Berlin, Deutschland

+49 3039 887 240
denny.ohnesorge@holzindustrie.de

Prof. Dr. Schmid Volker

Technische Universität Berlin
Strasse des 17. Juni 135
10623 Berlin, Deutschland

+49 3031 472 162
volker.schmid@tu-berlin.de

Prof. Dr. Schwarz Ulrich

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
Schicklerstrasse 5
16225 Eberswalde, Deutschland

+49 3334 657 374
ulrich.schwarz@hnee.de

Prof. Dr. Simon Antje

Fachhochschule Erfurt
Altonaer Strasse 25
99085 Erfurt, Deutschland

+49 3616 700 906
antje.simon@fh-erfurt.de

Prof. Winter Wolfgang

Technische Universität Wien
Karlsplatz 13
1040 Wien, Österreich

+43 1588 010
winter@iti.tuwien.ac.at

Referenten

Ahues Wiebke

LXSY Architekten
Lützowstrasse 102-104
10785 Berlin, Deutschland

+49 3023 599 55 40
ahues@lxsy.de

Bartol Sören

Parlamentarischer Staatssekretär für
Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
Platz der Republik 1
11011 Berlin, Deutschland

+49 30 22 70
mail@bundestag.de

Bornefeld Sibylle

Sauerbruch Hutton Gesellschaft
von Architekten mbH
Lehrter Strasse 57
10557 Berlin, Deutschland

+49 3039 782 10
sbo@sauerbruchhutton.com

Brühwiler Ivan

B3 Kolb AG
Hafenstrasse 62
8590 Romanshorn, Schweiz

+41 71 466 72 24
ivan.bruehwiler@b-3.ch

Conrads Christiane

PricewaterhouseCoopers GmbH
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft
Friedrich-Ebert-Anlage 35-37
60327 Frankfurt am Main, Deutschland
+49 6995 850
christiane.conrads@pwc.com

Finkbeiner Jörg

Partner und Partner Architekten
Reichenberger Strasse 124a
10999 Berlin, Deutschland
+49 3054 494 377
jf@partnerundpartner.com

Florian Fanni

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Burggrafenstrasse 6
10787 Berlin, Deutschland
+49 3026 012 454
fanni.florian@din.de

Fricke Lewin

TRIQBRIQ AG
Stuttgarter Strasse 115
70469 Stuttgart, Deutschland
+49 7112 528 15 90
l.fricke@triqbriq.de

Gammerl Bernd

Ministerium für Landesentwicklung
und Wohnen
Theodor-Heuss-Strasse 4
70174 Stuttgart, Deutschland
+49 7111 232 906
bernd.gammerl@mlw.bwl.de

Genilke Rainer

Ministerium für Infrastruktur und
Landesplanung des Landes Brandenburg
Henning-von-Tresckow-Strasse 2-8
14467 Potsdam, Deutschland

Prof. Götz Tobias

PIRMIN JUNG Deutschland GmbH
Am Güterbahnhof 16
53424 Remagen, Deutschland
+49 2642 905 910
tobias.goetz@pirminjung.de

Groba Moritz

Oslo tre
Tollbugata 6
0152 Oslo, Norwegen
+47 9429 34 14
moritz@oslotre.no

Haas Martin

haascookzemmrich STUDIO2050
Gymnasiumstrasse 52
70174 Stuttgart, Deutschland
+49 7112 221 51 75
pr@haascookzemmrich.com

Prof. Dr. Hafner Annette

Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstrasse 150
44801 Bochum, Deutschland
+49 2343 221 413
annette.hafner@rub.de

Jussel Richard

Blumer-Lehmann AG
Erlenhof
9200 Gossau, Schweiz
+41 71 388 58 61
richard.jussel@blumer-lehmann.com

Prof. Dr. Kampmeier Björn

Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstrasse 2
39114 Magdeburg, Deutschland
+49 3918 864 967
bjoern.kampmeier@hs-magdeburg.de

Kaufmann Christian

Kaufmann Bausysteme GmbH
Baieri 115
6870 Reuthe, Österreich
+43 5514 314 40 25
c.kaufmann@kaufmannbausysteme.at

Koditek Roman

Zimmerei Sieveke GmbH
Bakumer Strasse 24
49393 Lohne, Deutschland
+49 4442 928 215
koditek@sieveke.de

Kopp Thorsten

B&O Bau Bayern GmbH
Dietrich-Bonhoeffer-Strasse 14
83043 Bad Aibling, Deutschland
+49 8061 280 20
t.kopp@bo-gruppe.de

Kufner Andrea

B&O Bau Bayern GmbH
Dietrich-Bonhoeffer-Strasse 14
83043 Bad Aibling, Deutschland
+49 8061 280 20
a.kufner@bo-gruppe.de

Langen Martin

B+L Marktdaten GmbH
Markt 26
53111 Bonn, Deutschland
+49 2286 298 720
ml@BL2020.com

Lotz Robert

Nassauische Heimstätte Wohnungs-
und Entwicklungsgesellschaft mbH
Schaumainkai 47
60596 Frankfurt am Main, Deutschland
+49 6967 867 415 38
mail@robert-lotz.de

Merz Konrad

merz kley partner GmbH
Sägerstrasse 6
6850 Dornbirn, Österreich
+43 5572 360 31 11
k.merz@mkp-ing.com

Popp Sebastian

KLH US HOLDING CORP.
1155 SW MORRISON ST. (SUITE #200)
OR 97205 Portland, Amerika
+1 971 804 37 94
sebastian.popp@klhusa.com

Prof. Roswag-Klinge Eike

NATURAL BUILDING LAB
Strasse des 17. Juni 152
10623 Berlin, Deutschland
+49 3031 421 887
roswag-klinge@tu-berlin.de

Prof. Dr. Kruse Dirk

Dehne, Kruse Brandschutzingenieure GmbH & Co. KG
Gustav-Schwannecke-Strasse 13
38518 Gifhorn, Deutschland
+49 5312 615 79 04
kruse@kd-brandschutz.de

Lange Julius

Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstrasse 2
39114 Magdeburg, Deutschland
+49 3918 864 651
julius.lange@h2.de

Lindenberg Roman

Assmann Beraten + Planen GmbH
Vorsetzen 50
20459 Hamburg, Deutschland
+49 4051 497 154
roman.lindenberg@assmann.info

Merz Kathrin

Modulart/Bauart Architekten und Planer AG
Laupenstrasse 20
3008 Bern, Schweiz
+41 31 385 15 35
merz@bauart.ch

Meyer André

GLS Gemeinschaftsbank eG
Christstrasse 9
44774 Bochum, Deutschland
+49 3052 688 58 72
andre.meyer@gls.de

Reichelt Hendrik

Kaufmann Bausysteme GmbH
Baieren 115
6870 Reuthe, Österreich
+43 5514 314 40 14
h.reichelt@kaufmannbausysteme.at

Dr. Rüter Sebastian

Thünen-Institut für Holzforschung
Leuschnerstrasse 91c
21031 Hamburg, Deutschland
+49 4073 962 619
sebastian.rueter@thuenen.de

Dr. Schuster Sandra

Technische Universität München
Arcisstrasse 21
80333 München, Deutschland

+49 8928 925 493
sandra.schuster@tum.de

Schütt Tillmann

Gebr. Schütt KG
Am Bahnhof 20
25572 Landscheide-Flethsee, Deutschland

+49 4858 180 055
t.schuett@schuett-holzbau.de

Senn Andy

Andy Senn Architektur GmbH
Raiffeisenplatz 6
9000 St.Gallen, Schweiz

+41 71 272 80 20
senn@senn.sg

Steffens Frank

Brüninghoff Group
Industriestrasse 14
46359 Heiden, Deutschland

+49 2867 973 91 14
steffens@brueninghoff.de

Sturm Susanne

CKRS Architektengesellschaft mbH
Schwedter Strasse 34a
10435 Berlin, Deutschland

+49 3030 104 84 10
sturm@ckrs-architekten.de

Viehrig Fabian

GdW Bundesverband deutscher Wohnungs-
und Immobilienunternehmen e.V.
Klingelhöferstrasse 5
10785 Berlin, Deutschland

+49 3082 403 173
viehrig@gdw.de

Wellisch Alexander

Feuerwehr Hamburg
Westphalensweg 1
20099 Hamburg, Deutschland

+49 4042 85 10
alexander.wellisch@feuerwehr.hamburg.de

Prof. Dr. Zehfuß Jochen

Technische Universität Braunschweig
Beethovenstrasse 52
38106 Braunschweig, Deutschland

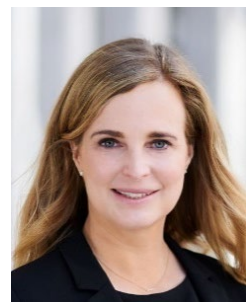
+49 5313 915 441
j.zehfuss@ibmb.tu-bs.de

Dienstag, 11. Juni 2024
Bau | Wirtschaft | Markt



Stand der ESG-Transformation und die Auswirkungen auf die Immobilienwirtschaft

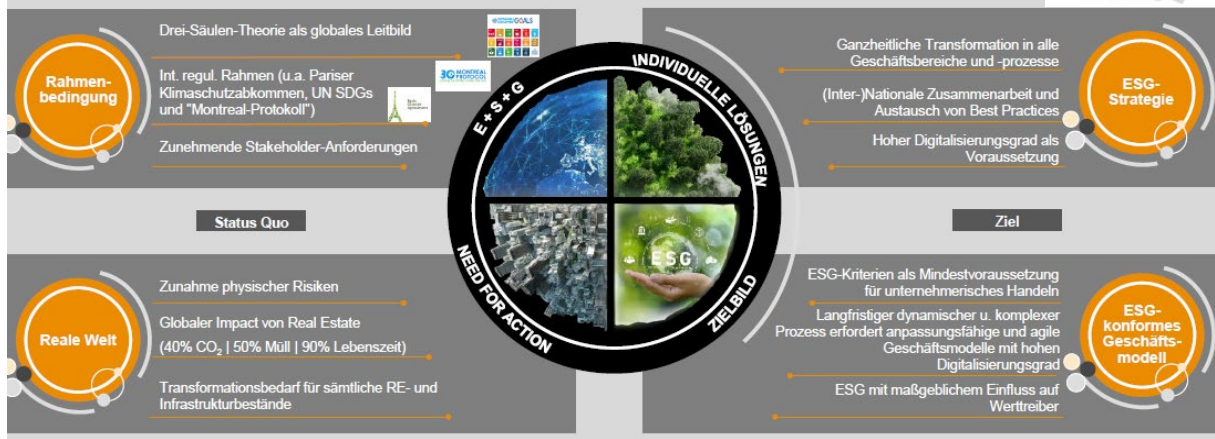
Christiane Conrads
PricewaterhouseCoopers GmbH
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft
Frankfurt am Main, Deutschland



Stand der ESG-Transformation und die Auswirkungen auf die Immobilienwirtschaft

1. Globale ESG-Transformation

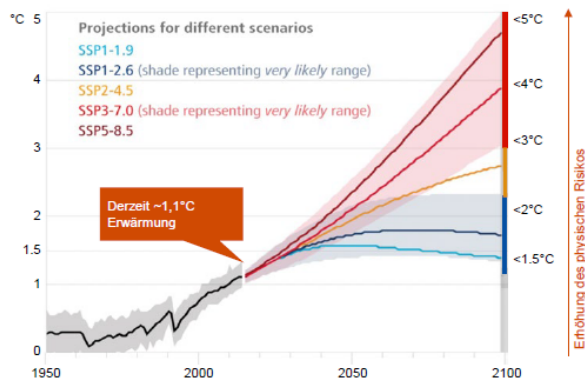
Hoher Impact von Real Assets führt zu erheblichem Handlungsbedarf.



2. Zunehmende physische Risiken erfordern Maßnahmen

Die hohen Auswirkungen physischer Risiken erfordern die Integration von Klimarisiko- und Vulnerabilitätsanalysen in langfristige Strategien.

Pfade der globalen Erwärmung gemäß der Klimaszenarien des IPCC ¹



Die derzeitigen politischen Rahmenbedingungen führen zu einem 2,7°C-Pfad, der mit dem SSP2-4.5-Szenario übereinstimmt.²

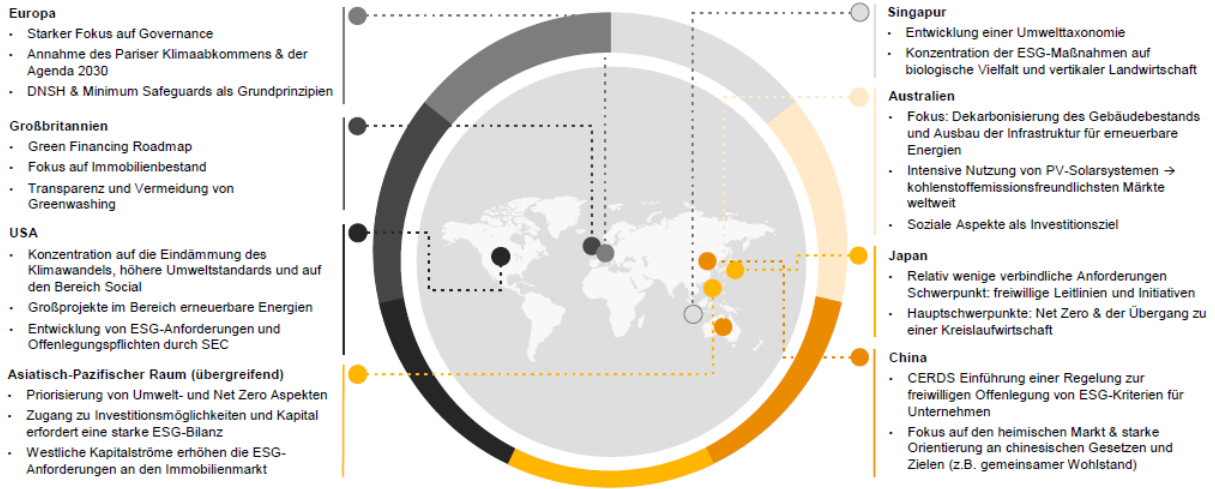
Um die gesamte Bandbreite der Szenarien abzudecken, empfehlen wir die Analyse des "Worst-Case-Szenarios" SSP5-8.5.



Quelle: IPCC; TU-Berlin; Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change; Potsdam Institute for Climate Impact Research

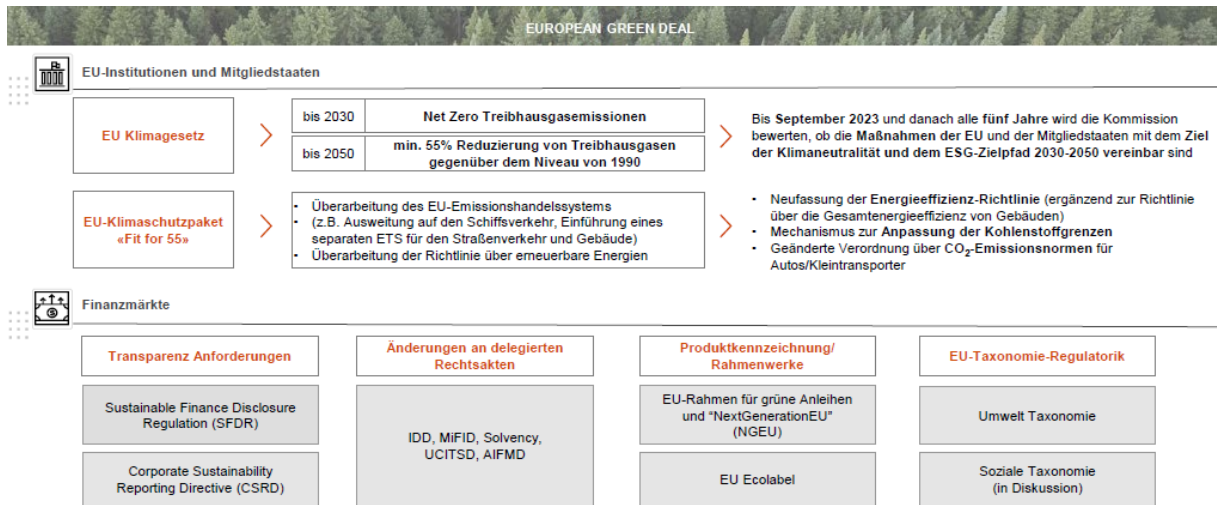
3. Globale regulatorische ESG-Trends

Aktuelle Umsetzung von Environmental-, Social- und Governmental-Konzepten im internationalen Kontext mit teils divergierendem Fokus.



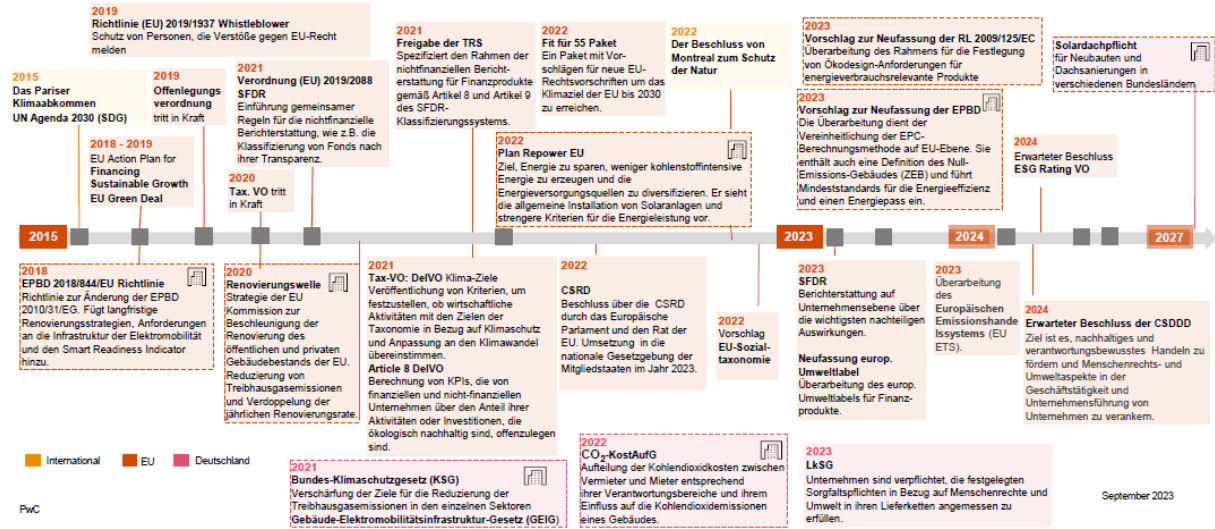
4. Finanzierung nachhaltigen Wachstums

Überblick der berücksichtigten Vorgaben EU-Gesetzgebung auf Ebene europäischer Institutionen und Mitgliedstaaten sowie der Finanzmärkte.



5. Wettlauf um neue Regulierungsstandards

Mehrere parallele und nicht harmonisierte Gesetzesvorhaben erhöhen die Komplexität.



6. Stand der EU-Taxonomie-Verordnung

Die Umsetzung europäischer Anforderungen der Taxonomie-Verordnung bringt noch viele Herausforderungen für die Immobilienwirtschaft mit sich.



Bildquelle: European Commission Webpage

7. ESG-Grundprinzipien als Kompass

Vier international anerkannte und richtungsweisende Prinzipien als Grundlage erfolgreicher ESG-Strategien.

Herausforderungen für Unternehmen

1. Fehlende Harmonisierung der verschiedenen Regelwerke
2. Verwendung unbestimmter Rechtsbegriffe
3. Dynamische Verweise



Bezüglich der Deutung unbestimmter Rechtsbegriffe kann auf die anerkannte juristische Auslegungsmethodik (mit dem Fokus etwa auf Wortlaut, Systematik, Historie und Telos) zurückgegriffen werden. Insbesondere mit Blick auf die teleologische Auslegung ist ein gutes Verständnis der ESG-Transformation erforderlich.

Die vier ESG-Grundprinzipien



Die vier Grundprinzipien lassen sich aus diversen Regelwerken Gerichtsurteilen und Verwaltungshandeln ableiten und finden zunehmend international Anerkennung. Ihre Anwendung empfiehlt sich bei sämtlichen Strategieprojekten und der Anpassung von Prozessen.

8. Studie «Mapping ESG»

Die Studie des ULI, PRI und INREV mit Unterstützung von PwC stellt wichtige Key-Findings für ESG-Strategien und Reporting dar.



Quelle: <https://knowledge.uli.org/-/media/files/research-reports/2023/mapping-esg-report---fnal.pdf?rev=3bef2a2aa5694aa89ced8589badbefe5>

9. Zunahme von Klima- und Umweltschutzklagen

Auch wenn Klimaklagen teils noch in erster Instanz abgewiesen werden, bestehen zunehmende Haftungsrisiken für die Immobilienwirtschaft.

Art der Prozesspartei (Antragsteller und Antragsgegner)

- Klageerhebung von Regierungen, Unternehmen, NGOs und Einzelpersonen
- Klage gegen Regierungen und Unternehmen

Motivation

- Schaffung eines Präzedenzfalls zur weiteren Eindämmung des Klimawandels
- Strategische Fälle, die darauf abzielen, klimapolitische Maßnahmen voranzutreiben, Verhaltensänderungen bei den Hauptakteuren zu bewirken, Bewusstsein zu schaffen und öffentliche Debatten zu fördern
- Verstoß gegen das Recht auf Leben

Kategorien für Klimaklagen



Fälle, die sich auf Grund- und Menschenrechte stützen



Innerstaatliche Durchsetzung von Klimaschutz-Zielen



Fossile Brennstoffe im Boden belassen



Haftung und Verantwortung von Unternehmen



Versäumnisse bei Anpassung und Auswirkungen von Anpassung



Klimainformationen und Greenwashing



Risiken für die Immobilienwirtschaft

- Der Gebäudesektor war europaweit für rund **40% des Energieverbrauchs** und etwa **36% der Treibhausgasemissionen** verantwortlich.
- Der Transport von Baumaterialien, Abbruchmaßnahmen und der Bau von Infrastrukturen sind nicht berücksichtigt. Daher könnte der **Anteil sogar über 50 % ausmachen**.
- Die Zahl der Klagen gegen sog. „Carbon-Majors“ nimmt zu.
- Die in vielen Verfahren angenommene „**Schutzpflicht**“ könnte auch für Unternehmensimmobilien gelten. CO₂-emittierende Unternehmen stellen eine Gefahrenquelle dar, indem sie die Wahrscheinlichkeit von Klimaschäden erhöhen.
- Wenn die derzeitigen Klagen gegen Energieunternehmen erfolgreich sind, ist davon auszugehen, dass sich **Klimaklagen** zukünftig auch auf Immobilienbestände beziehen werden.

10. Berücksichtigung von Biodiversität

Die Einbeziehung biodiversitätsfördernder Maßnahmen unterstützt eine ganzheitliche Strategiem Umsetzung in der Immobilienwirtschaft.

Integrierte Planung

- Berücksichtigung ökologischer Aspekte in Planung, Bau und Betrieb

Lebensraumförderung

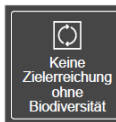
- Nutzung des Geländes zur Schaffung oder dem Erhalt von Lebensräumen

Umweltfreundliche Praktiken

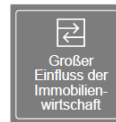
- Optimierung der Ressourceneinsätze (Wasser, Energie, Materialien)
- Nutzung alternativer Bewirtschaftungsideen (Wildwiesen / thermische Unkrautvernichtung)

Bewusstseinsbildung

- Aufklärung über die Bedeutung der Biodiversität



80% der Nachhaltigkeitsziele und das 1,5-Grad-Ziel mit voranschreitendem Biodiversitätsverlust nicht erreichbar



Direkter Treiber des Biodiversitätsverlustes durch hohe Flächennutzung und Ressourcenverbrauch



Unklarheit in Bezug auf EU-Taxonomie und Berichterstattungspflichten



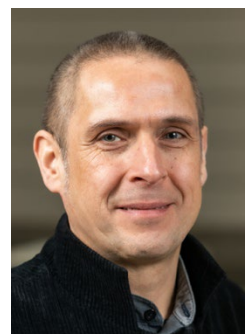
Begrenzung des Biodiversitätsverlustes in der Immobilienwirtschaft

Die Potentiale der Immobilienwirtschaft durch einfache Maßnahmen, wie die Entsiegelung von Flächen, Anlage von Sickermulden, Begrünung von Fassaden und Dächern sowie eine struktur- und artenreiche Grünflächengestaltung, zum Erhalt der Biodiversität und den Zielen der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt effektiv beizutragen sind hoch.

Block A1
Seriellles Bauen, was heißt das?

Serielles Bauen und Architektur – ein Widerspruch?

Prof. Eike Roswag-Klinge
Natural Building Lab, Technische Universität Berlin
Berlin, Deutschland



Serielles Bauen und Architektur – ein Widerspruch

1. Handlungskontext – wie viel Neubau benötigen wir noch?

Vor der Frage wie wir bauen muss in Zeiten der Klima- und Ressourcenkrise die Frage stehen ob wir noch neu bauen. Laut der *RESCUE Studie 2019* des Umweltbundesamtes (UBA) muss für ein ressourceneffizientes, klimaneutrales Leben in Deutschland die durchschnittliche Wohnfläche von aktuell nahezu 50m² auf unter 40m² pro Person gesenkt werden. Weiterhin muss die Inanspruchnahme von Rohstoffen um 60% reduziert werden. Da die Bevölkerung in Europa und Deutschland mittelfristig eher sinkt als wächst bedeutet dies einen theoretischen Leerstand von 20% bis 2045 in Deutschland. Der größte Teil der Arbeit liegt daher in der besseren Verteilung bzw. der Reorganisation des Wohnraumes und des Abbaus des Leerstandes. Aktuell stehen in Deutschland ca. 1,6 Mio. Wohneinheiten leer.

In den Metropolen sind die Leerstandsquoten jedoch sehr gering und kaum Mietwohnungen auf dem Markt, was insbesondere für untere und mittlere Einkommensgruppen zu massiven Problemen bei der Wohnraumsuche führt. Nur hier ist eine Realisierung von zusätzlichen Wohnungen vertretbar. Betrachtet man die Metropolenregion Berlin so findet man auf dem Gebiet von Berlin einen rasant wachsenden Leerstand im Bereich der Bürogebäude. Für die Gebiete in denen diese Gebäude stehen müssten Umwidmungen vorgenommen werden, um diese Flächen in zukünftige urbane Gebiete oder auch Mischgebiete für die Wohnnutzung umzuwandeln. Auch gibt es im Abstand von einer Stunde Städte wie Wittenberge oder Cottbus, die große Leerstände aufweisen, die über eine gemeinsame Regionalplanung, Verbesserung des öffentlichen Nahverkehrs etc. aktiviert werden sollten.

Die Transformation des Gebäudebestandes und der Städte muss zwingend mit der Wohnraumfrage verknüpft werden. Ein Wachsen auf der «grünen Wiese» wie in den 1970er Jahren ist auf keinen Fall vertretbar und im Gegenteil als klimaschädlich zu bewerten. Insbesondere in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts seriell errichtete Siedlungen, aber auch frühere Gebäudetypen haben noch ein großes Aufstockungs- und damit Nachverdichtungspotential ohne neue Flächen zu versiegeln und ressourcenintensive Gründungen bzw. Infrastrukturen neu zu bauen. Auch im Bestand der Einfamilienhausgebiete liegt ein immenses Potential an Intensivierung der bestehenden Nutzung und Verringerung der Wohnfläche pro Kopf. Hier müsste die energetische Frage mit der Ermöglichung von Einliegerwohnungen und neuen Wohnformen verknüpft werden. Die Bundesförderung für Eigenheime muss zwingend auf den Bestand und die Transformation ausgerichtet und beschränkt werden.

Betrachtet man andere Bedarfe wie Schulen, Büro- und Gewerbebauten und soziale Infrastruktur, so muss auch hier eine Anpassungsfähigkeit und Flexibilität mit geplant werden, um auf sich wandelnde Anforderungen reagieren zu können bzw. Bestandsgebäude nach zu nutzen und nicht abzubrechen.

Um dem Klimawandel zu begegnen müssen wir neben das Abrissmoratorium ein Neubaumoratorium stellen und alle Aufwendungen in den Bestand zu verlagern. Die unter 1% gesunkene Renovierungsrate muss auf 2–3% Transformationsrate angehoben werden. Wir müssen alle zur Verfügung stehenden Ressourcen in den Bestand legen und defacto mehr aber anders bauen als aktuell.

2. Serielles Bauen

Das serielle Bauen wird oft mit seriell errichteten Großsiedlungen der 1970er Jahre verbunden. Die meist als monoton begriffenen Siedlungen haben sehr oft keinen besonders guten Ruf da sie als reine Schlafstätte ohne die notwendige soziale Infrastruktur oder Mischungen wie in urbanen Gebieten realisiert wurden. Dies ist aber eher eine Frage der

gestalterischen und planerischen Qualität oder Ausstattung der Gebiete bzw. deren Lage und Erreichbarkeit als eine Frage der Bautechnik. So wurden auch wesentliche Gebäude im Hansaviertels in Berlin in den 50er und 60er Jahren seriell errichtet und erfreuen sich bis heute großer Beliebtheit. Auch die Gründerzeitbebauungen sind von höchster Standardisierung geprägt und als seriell errichtete Gebäude zu betrachten. Diese empfinden wir seit einigen Jahrzehnten als sehr angenehm, gleichwohl auch diese in der städtebaulichen Anlage und der Grundrissgestaltung als seriell und monoton zu bewerten sind. Hier finden wir aber heute die geschätzte urbane Mischung die den Großsiedlungen oftmals fehlt. So betrachtet ist das serielle Bauen nicht per se schlecht, es muss aber von hoher städtebaulicher Qualität und einer großen und auf vielen Ebenen hohen Varianz und Mischung geprägt sein.

3. 2D oder 3D Module – digitale Planungs- und Produktionsprozesse

Das Modulare Bauen ist im Vergleich zum seriellen Bauen eher eine Frage der Bautechnik. Module, also mehr oder weniger viele Bauteile gleicher Art prägen das Bauen seit jeher. So nutzte man schon in der Antike Säulen und deren Anordnungen sowie gleichgroße Steinquader, Ziegel- und Lehmsteine für das massive Bauen. Der Holzbau ist seit seiner frühesten Geschichte von Modulen bzw. gleichen Elementen geprägt. So ließen sich aus gleichen Zweigen und Ästen besser Hütten flechten als aus unterschiedlichen. Über den Fachwerkbau, Decken- und Dachkonstruktionen des Massivbaus bis zu heutigen, hochgradig vorgefertigten Holzbauweisen prägt das Modul und dessen serieller Anwendung und Fügung die Geschichte des Holzbaus.

Der Holzbau wurde schon im frühen 20. Jahrhundert zu Zeiten der Moderne in serieller Fertigung in Fabriken, quasi industrielle hergestellt. In der Nachkriegszeit haben leider billige Einfamilienhäuser von schlechter Qualität und ungesunden Baumaterialien das Bild des Holzbaus geprägt. Erst mit dem ökologischen Bauen der 80er Jahre und zunehmender Forschung im Holzbau erhöhen sich die Geschossigkeit und Qualität des Holzbaus und ändert sich auch dessen Wahrnehmung.

Digitale Planungs- und Produktionstechniken haben den Trend zum seriellen Bauen noch verstärkt. Der Anteil klassisch zimmermannsmäßiger Produktion von Holzbauten schwindet immer mehr, Abbundmaschinen und die zunehmend automatisierte Herstellung von Holztafeln prägen den Holzbau. Aktuell entstehende Werke setzen auf eine industrielle Produktion und einen immer weiter schwindenden Anteil an handwerklicher Einwirkung. So wird der Holzbau immer wirtschaftlicher und schneller in der Herstellung.

Das Fertigen von 3D Modulen oder Raumzellen, die weitere Gewerke in die Werkstatt verlegen ist aktuell auf dem Vormarsch. So werden z.B. Zimmermodule von Hotels komplett ausgebaut inkl. der Möbel auf die Baustelle geliefert, Raummodule von Schulen in der Werkstatt gefertigt und komplett auf die Baustelle gefahren und dort versetzt. Raumzellen, insbesondere im kleinteiligeren Bereich wie bei Hotels, schränken die langfristige Flexibilität von so errichteten Gebäuden ein. Auch werden Bauteile, z.B. bei Decken doppelt gebaut bzw. geteilt und können voraussichtlich nicht die höchste Materialeffizienz entwickeln. Diese Fragen werden sich aber erst in den kommenden Jahren final klären. Ein sehr relevantes Einsatzgebiet von 3D Modulen ist der Bereich komplett installierter Bäder, diese reduzieren die Bauzeit stark, zudem wird die Qualität der Ausführung im Werk sehr gesteigert.

4. Zusammenfassung

Wenn wir ein Bauen in planetaren Grenzen als oberstes Ziel haben wird der Neubau massiv zurückgedrängt werden müssen und nur die begründete Ausnahme sein dürfen. Vielmehr müssen die Ressourcen für die Transformation des Gebäudebestand aufgewendet werden. Neubaubedarfe die nicht im Bestand gedeckt werden können sollten im Bereich von Aufstockungen erfolgen, die Potentiale sind in diesem Bereich noch sehr groß, auch wenn sie mit mehr Aufwand in der Planung verbunden sind.

Das serielle und modulare Bauen mit Holzmodulen bietet in Verbindung mit einem zunehmend digitalisierten Planungsprozess z.B. für die serielle Sanierung, aber auch Aufstufungen große Potentiale. Standardisierte Größen spielen für die automatisierten Produktionstechniken eine untergeordnete Rolle. Wie groß der Anteil dann an 2D oder 3D Modulen sein wird ist von untergeordneter Bedeutung.

Relevant für das Bauen in planetaren Grenzen ist der Ausstieg aus dem mineralischen vom Zement geprägten Bauen und der Einstieg in das effiziente Bauen mit kreislauffähigen, nachwachsenden Rohstoffen. Im Bereich des Holzbaus und dem Bauen mit weiteren nachwachsenden Rohstoffen liegt ein großes Potential das wir aus Sicht der Forschung, Bau- und Planungspraxis aber auch der politischen Steuerung entschlossen auf den Weg bringen und für ein Bauen in planetaren Grenzen aktivieren sollten.

SERIELLES BAUEN WAS HEIßT DAS?

Realisierung: Die gebaute Wirklichkeit

Frank Steffens
Brüninghoff Group
Heiden, Germany



SERIELLES BAUEN WAS HEIßT DAS?

Realisierung: Die gebaute Wirklichkeit

1. Prozessqualität braucht serielles Planen und Bauen

Prozessqualität in Bauprojekten ist ein entscheidender Faktor für den Erfolg eines Vorhabens. Serielles Planen und Bauen spielen hierbei eine zentrale Rolle, um eine hohe Qualität sicherzustellen. Hier sind einige wesentliche Aspekte, wie serielles Planen und Bauen zur Verbesserung der Prozessqualität beitragen können:

Effizienzsteigerung durch Wiederholung

Erfahrung und Lernen: Durch die serielle Wiederholung von Planungs- und Bauprozessen sammeln Teams wertvolle Erfahrungen, die in nachfolgende Projekte einfließen. Dies führt zu einer kontinuierlichen Verbesserung und Verfeinerung der Methoden.

Standardisierung: Serielle Prozesse ermöglichen die Standardisierung von Abläufen und Techniken, was die Effizienz erhöht, und Fehler minimiert.

Qualitätssicherung durch Standardisierung

Einheitliche Qualitätsstandards: Wiederkehrende Projekte erlauben die Festlegung und Einhaltung von einheitlichen Qualitätsstandards, was zu konsistenten Ergebnissen führt.

Kontrollmechanismen: Serielle Prozesse schaffen Raum für die Implementierung von regelmäßigen Kontrollmechanismen, die zur frühzeitigen Erkennung und Behebung von Fehlern beitragen.

Kostensenkung durch Skaleneffekte

Material- und Ressourceneffizienz: Durch die Serienproduktion können Materialien und Ressourcen in größeren Mengen beschafft werden, was zu Kosteneinsparungen führt.

Optimierte Arbeitsabläufe: Wiederholte Prozesse ermöglichen die Optimierung von Arbeitsabläufen, was die Produktivität erhöht und Kosten reduziert.

Risiko- und Fehlerreduktion

Erprobte Lösungen: Serielle Projekte können auf bereits erprobte Lösungen und Technologien zurückgreifen, was das Risiko von Innovationsfehlern verringert.

Vorhersehbarkeit: Wiederkehrende Prozesse verbessern die Vorhersehbarkeit von Herausforderungen und Problemen, was eine proaktive Risikomanagementstrategie erleichtert.

Verbesserte Zusammenarbeit und Kommunikation

Eingespielte Teams: Teams, die wiederholt zusammenarbeiten, entwickeln eine bessere Kommunikation und Zusammenarbeit, was die Effizienz und die Qualität der Arbeit steigert.

Klare Rollen und Verantwortlichkeiten: Serielle Prozesse schaffen klare Strukturen bezüglich Rollen und Verantwortlichkeiten, was Missverständnisse und Fehler reduziert.

Innovationsförderung

Kontinuierliche Verbesserung: Die serielle Natur der Projekte fördert eine Kultur der kontinuierlichen Verbesserung, da jedes Projekt als Lernchance dient.

Technologische Integration: Serielle Prozesse erleichtern die Integration neuer Technologien und Innovationen, da sie systematisch getestet und implementiert werden können.

Gebäudebetrieb

Qualitätssteigerung der Projektentwicklung und Planung durch notwendige digitalisierte Gebäudedaten im Gebäudemodell.

Umsetzung und Einhaltung von Nachhaltigkeitsbedingungen von der Planung und Ausschreibung bis zum Einbau und dem Monitoring im Betrieb.

Inbetriebnahme und FM-gerechte Planung: Gebäudedaten werden zu Kontroll-, und Wartungszwecken verwendet.

Vorfertigung

Informationstiefe: digitale Planung der Elemente mit höchsten Detaillierungsgrad.

Qualitätssicherung: alle Arbeiten erfolgen unter kontrollierten Bedingungen termin- und kostengerecht.

Bauzeit: Effizienzsteigerungspotential und Beschleunigung, Reduzierung Stillstandszeiten.

Abfallmanagement: Einfachere Restmaterialtrennung im Werk sowie Abfallvermeidung auf der Baustelle.

Nachweise



2. Wohnungsbau in der Realität

2.1. Marktfokus Neubau – Totalunternehmerleistungen

- seit 2022 Rahmenvertrag mit Berliner Wohnungsbaugesellschaft, Laufzeit 4 Jahre
- seit 2023 Rahmenvertrag des GdW bundesweit, Laufzeit 5 Jahre
- Quartiersentwicklungen
- Einzelgebäude

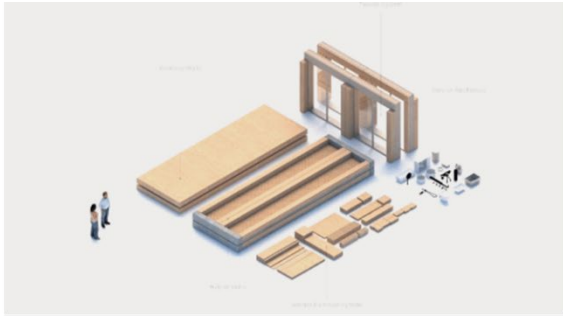
Lösungsumfang

- Über die vorherige Festlegung von Gebäudetypologien haben die Auftraggeber einen konkreten, planbaren Überblick im festen Zeitfenster über Qualitäten, Zeit und Kosten für den gesamten
- Über das integral geplante Gebäudemodell werden die Voraussetzung für den Gebäudebetrieb erzeugt. Auftraggeber erhalten mit Übergabe des Projektes ein CAFM-Tool.
- Aufgrund der Produktionsoptionen wird die Bauteilstrategie für den jeweiligen Anwendungsfall angepasst. Somit ist für beide Seiten gewährleistet, dass immer das wirtschaftlichste System zur Anwendung kommt.

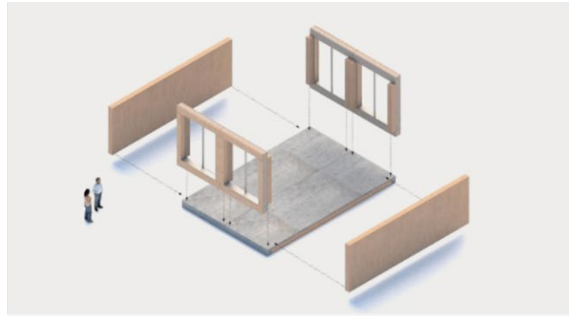
Systeme wie Flatpacks sind aus dem Stand heraus ESG fähig und bringen den Auftraggebern folgende Vorteile:

- 50% CO₂-reduziert
- Rückbaufähige und nachweisbare wiederverwendbare vertikale und horizontale Primärbauteile
- Nachweis der Nachhaltigkeit über EPD-Produktzertifikate, CSC-Zertifikate
- ISO 14001 Zertifizierung u.a. zur Vermeidung von Schad- und Gefahrstoffen
- Lieferkettennachweise
- für Auftraggeber regelmäßige, transparente Auditierungen und Überprüfungen

Bauteilsatzlösungen in der Theorie (Universal Flatpacks)



Flatpack Lösung für ein ressourceneffizientes Bausystem



Optimale Montage und Demontage des Systems

Bauteilsatzlösungen in der Praxis (Universal Flatpacks)



Referenz 1



Innenansicht



2.2. Marktfokus Bauen im Bestand – Planung

Lösungsumfang

- Durchführbarkeitsstudien
- Bestandserfassung (Digitales Aufmaß, Risikobewertung)
- Integrale Planung – Architektur
- Integrale Planung – Tragwerksplanung
- Integrale Planung – TGA
- Fachplanung Holzbau (Design to Production)
- Produktion der Systemkomponenten
- Teil- oder Vollrealisierung

Referenz 1



**Sanierung von zwei Wohnquartieren in Erlangen
Leistung: Planung und thermische Hülle + Fassade**

Referenz 2



**Umnutzung eines Bürogebäudes zum Studentenwohnheim in Köln
Leistung: Planung und thermische Hülle + Fassade**

3. Fazit

Seriell Planen und Bauen sind Schlüsselemente für die Sicherstellung einer hohen Prozessqualität im Bauwesen. Durch die Nutzung von Erfahrung, Standardisierung, Skaleneffekten, Risiko- und Fehlerreduktion sowie verbesserter Zusammenarbeit und Innovationsförderung können Bauprojekte effizienter, kostengünstiger und qualitativ hochwertiger durchgeführt werden. Die Implementierung serieller Prozesse erfordert jedoch ein strategisches Management und eine kontinuierliche Anpassung an neue Erkenntnisse und Technologien.

Über die Brüninghoff Group

Die Brüninghoff Group umfasst sechs Gesellschaften aus den Bereichen Bauen, Produzieren und Services. Für unsere Kund*innen entwickeln und planen wir Bauprojekte. Selbstverständlich realisieren wir diese auch als Generalunter- bzw. -übernehmer. Wir schaffen Energielösungen und kümmern uns um Gebäudebestände. Zu unseren Kernkompetenzen zählt zudem die Realisierung und Verarbeitung vorgefertigter Bauelemente aus Beton, Stahl, Aluminium – und vor allem Holz – in Kombinationen.

Fast 700 Mitarbeiter*innen tragen mit ihrem Know-how dazu bei, dass wir europaweit zu den Vorreiter*innen der Baubranche zählen. Projekte wie das H7 und das HAUT sind erst der Anfang. Denn mithilfe integraler Planungsprozesse und einer eigenen Produktentwicklung engagieren wir uns für nachhaltige und ressourceneffiziente Bauteil- und Gebäude-lösungen. In unseren eigenen Werken setzen wir auf eine klimaverträgliche Produktion und auf innovative Lösungen im Sinne der Kreislaufwirtschaft.

Die Brüninghoff Group ist in fast allen Branchen tätig. Wir realisieren zahlreiche Gebäudetypen – von Industriehallen über Verwaltungsgebäude und mehrgeschossige Wohnbauten bis hin zu Reitanlagen. Dabei beraten und begleiten wir Investor*innen, Projektentwickler*innen, Architekt*innen, Ingenieur*innen, aber auch Bauherr*innen wie zum Beispiel Geschäftsführer*innen mittelständischer Unternehmen sowie von Konzernen.

Holzbau und Klimaschutz – Beitrag der Holzverwendung

Dr. Sebastian Rüter
Thünen-Institut für Holzforschung
Hamburg, Deutschland



Holzbau und Klimaschutz – der Beitrag der Holzverwendung

In der öffentlichen Debatte um das richtige Maß der Verwendung des nachwachsenden Rohstoffes Holz werden gesellschaftliche Zielkonflikte offenbar: Klima- und Biodiversitätsschutz zur Begegnung der ökosystemaren Krisen auf der einen Seite, auf der anderen Seite all die gesellschaftlichen Anforderungen, die vor allem mit der Nutzung und Verarbeitung von Rohstoffen zu Energieträgern und Konsumgütern befriedigt werden, worauf ein Großteil der Wertschöpfung des globalen Wirtschaftssystems basiert.

Gerade beim Wald als Bestandteil des natürlichen bzw. biogenen Kohlenstoffzyklus und der Nutzung seines nachwachsenden Rohstoffes Holz im Bausektor zeigt sich diese gesellschaftliche Ambivalenz sehr deutlich. Auf der einen Seite gilt Wald als Inbegriff für Natur- und Lebensraum schlechthin und er ist für das Klimasystem der Erde von zentraler Bedeutung; zugleich kann mit der Verwendung des heimisch verfügbaren Rohstoffes Holz dringend benötigter Wohnraum geschaffen werden, während seine industrielle Verarbeitung natürlich ebenfalls mit Treibhaus (THG)-Emissionen verbunden ist.

Allzuoft wird der Fokus je nach Interessenslage selektiv auf einzelne Systemelemente gelegt – während eine faktenbasierte Berechnung der THG-Effekte das gesellschaftliche Dilemma zwischen einem für das Erdsystem global zu großen Verbrauch von Ressourcen sowie deren Weiterverarbeitung zu Konsumgütern und tatsächlich wirksamem Klimaschutz schonungslos offenlegen kann; doch ist sie zugleich Grundvoraussetzung für die Identifizierung sinnvoller, glaubhafter und umsetzbarer Klimaschutzmaßnahmen, die die anvisierte Transformation zur Klimaneutralität überhaupt erst gelingen lassen kann. Und hierbei kann der nachwachsende Rohstoff Holz eine zentrale Rolle spielen [vgl. 1].

1. Die Treibhausgas-relevanten Wirkmechanismen des Forst- und Holzsektors

Die für die Treibhausgas (THG)-Bilanz des Forst- und Holzsektors relevanten Wirkmechanismen haben zeitlich und räumlich voneinander abweichende Dimensionen und werden daher mit verschiedenen Berechnungsmethoden auf unterschiedlichen Skalenebenen mit unterschiedlichen Systemgrenzen (Land- bzw. Produktsystem) erfasst. Während die Emissionen von Produkten und Gebäuden mit der international standardisierten Methode der Ökobilanzierung ermittelt werden, spielt diese Methode bei der Abschätzung von Effekten der Waldbewirtschaftung und Holzverwendung auf den biogenen Kohlenstoffzyklus und den damit verbundenen THG-Emissionen keine Rolle. Diese, einer zeitlichen und räumlichen Dynamik unterliegenden Effekte, werden mit Methoden ermittelt, die der Weltklimarat (engl. kurz IPCC) zur Abschätzung der THG-Bilanz von Ländern bereitstellt [vgl. 1, 2, 3].

Die große Herausforderung besteht nun darin, diese etablierten Methoden und Datenquellen zur Berechnung der drei relevanten Wirkmechanismen des Forst- und Holzsektors konsistent miteinander zu kombinieren, um mögliche THG-Minderungseffekte der Verwendung holzbasierter Produktsysteme in Gebäuden fundiert und belastbar abzuschätzen zu können und somit das Systemverständnis zu erhöhen.

1.1. Die biogene Kohlenstoffbilanz in Wald und Holzprodukten und ihre Verbuchung in der nationalen Berichterstattung

Lebende Biomasse besteht zu 50 % seiner Trockenmasse aus Kohlenstoff und die biogene Kohlenstoffbilanz von Wald und Holz wird über die Änderung definierter Kohlenstoffspeicher auf nationaler Ebene abgeschätzt. Vergrößert sich der jeweilige Speicher über einen definierten Zeitraum, fungiert er als Senke (als negativer Wert dargestellt), verkleinert er sich, wirkt er als Quelle (positiver Wert). So kann die CO₂-Wirkung des Gesamtsystems der Forst- und Holzketten abgeschätzt werden, indem die ermittelten Veränderungen der einzelnen Kohlenstoffspeicher (ober- und unterirdische Biomasse, Streuauflage, Totholz und Bodenkohlenstoff sowie Holzprodukte) aufaddiert werden, anstatt den Fluss der einzelnen

Kohlenstoffmoleküle durch das Gesamtsystem zu verfolgen. Zugleich werden fehlende Informationen über Kohlenstoffflüsse im Gesamtsystem («Kohlenstoff-Verluste») implizit in der Atmosphäre verbucht: nur wenn Informationen über die gespeicherte Kohlenstoffmenge des zu analysierenden Speichers vorliegen, wird über dessen Änderungen der Netto-Beitrag (Senke oder Quelle) ermittelt.

Konsequenterweise können daher auch Holzprodukte auf nationaler Ebene eine Senke darstellen, da sich der Speicher vergrößert, wenn mehr Holz in die stoffliche Verwendung geht als am Ende des Lebenszyklus der Holzwaren abgängig ist. Die Berechnung dieser Speicherentwicklung erfolgt über jährlich verfügbare Statistikdaten zu Produktion und Außenhandel von Holzhalbwaren [vgl. 3]. Dies bedeutet zugleich, dass je nachdem welche Daten verwendet werden, die Grenzen des Systemraums und damit die Emissionsbilanz unterschiedlich ausfällt. Dies betrifft im Wesentlichen die Entscheidung, welches Land die über Landesgrenzen gehandelte Holzmenge bei der Berechnung der gespeicherten Kohlenstoffmenge verbucht. Da jeder Export zugleich einen Import eines anderen Land darstellt und es gilt, Doppelbuchungen zwischen Staaten zu vermeiden, wurde nach jahrelangen Verhandlungen der Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention im Jahr 2011 beschlossen, die Verbuchung von Holzprodukten in der nationalen THG-Bilanz gemäß des «Produktionsansatzes» vorzunehmen [4, 5, 6]. Aktuell beläuft sich der Beitrag der Holzprodukten zu den in der Quellgruppe «Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft» (engl. kurz LULUCF) ausgewiesenen biogenen CO₂-Emissionen für das Jahr 2022 auf eine Senkenwirkung in Höhe von -4,0 Mio. t CO₂ [3].

Für die immobilen Kohlenstoffspeicher im Wald spielt die Frage der Systemgrenzen keine Rolle, da die Erfassungsmethode – die Auswertung der Kohlenstoffbestände über Waldinventuren – eine eindeutige Zuordnung der Emissionen zu einem Land erlaubt. Da Änderungen in den Kohlenstoffspeichern allerdings immer erst mit der Verfügbarkeit neuer Inventurdaten fundiert ermittelt werden können und die Derbholzabgänge bis dahin lediglich auf Basis der nationalen Holzeinschlagsstatistik kalibriert werden, können letzte Entwicklungen, wie z.B. die Dürreereignisse der letzten Jahre nicht sofort im nationalen THG-Inventar abgebildet werden. So ist davon auszugehen, dass die aktuell noch ausgewiesene Senke in Höhe von -40,2 Mio. t CO₂-Äq. [2] mit dem Vorliegen neuer Daten der Bundeswaldinventur gegen Ende des Jahres 2024 deutlich angepasst werden muss – die Senke im Wald absehbar zurückgehen wird.

1.2. Die nicht-biogenen Treibhausgasemissionen der Verarbeitung und Nutzung des Rohstoffes Holz

Neben biogenen CO₂-Emissionen, die auch in der Holzverarbeitenden Industrie, bei der oftmals stattfindenden energetischen Nutzung des anfallenden Verschnitts bzw. Industrierestholzes anfallen, werden wie in allen Fertigungsprozessen des verarbeitenden Gewerbes auch fossile Energieträger bzw. Rohstoffe (Gas, Öl, Treib- und Klebstoffe) sowie Strom (Strom-Mix Deutschland) benötigt. Deren Nutzung verursacht ebenfalls THG-Emissionen, die im nationalen Inventar nach dem Quellprinzip z.B. bei den Energieerzeugern ermittelt und in den Hauptkategorien «Energie» und «Industrieprozesse» berichtet werden. Dies bedeutet allerdings, dass – ebenso wie bei anderen Wirtschaftszweigen – keine explizite Zuordnung der Emissionen zur Holzverarbeitenden Industrie stattfindet [1].

Sollen die mit der Erzeugung von Gütern aus Holz als Rohstoff verbundenen THG-Emissionen explizit quantifiziert bzw. zugeordnet werden, müssen andere als vom IPCC bereitgestellt Methoden angewandt werden; dies ist v.a. die Ökobilanzmethode, auf die im Folgenden eingegangen wird.

2. Berechnung der Treibhausgasbilanz von Bauprodukten und Gebäuden über ihren gesamten Lebenszyklus

Die vom europäischen Normungsgremium CEN/TC 350 «Nachhaltiges Bauen» entwickelte horizontale Normenreihe spezifiziert methodische Aspekte der Ökobilanzierung von Bauprodukten (EN 15804:2012+A2:2019) als zentralem Bestandteil von Umweltproduktdeklarationen (engl. environmental product declaration, kurz EPD), die als Informationsträger für die anschließende Umweltbewertung auf Gebäudeebene gemäß der Norm EN 15978 herangezogen werden [7]. Von zentraler Bedeutung ist hierbei die Unterteilung der Umweltwirkungen in die verschiedenen Lebenszyklusabschnitte der Bauprodukte und Gebäude. So beinhaltet die Herstellungsphase (Modul A) mit der Rohstoffbereitstellung (A1) für die Produktion der Baustoffe (A3) bis hin zum Bau- bzw. Einbauprozess (A5) Informationen über Umweltbelastungen, die zumeist retrospektiv erfasst bzw. gemessen werden können, während die Daten entlang der Nutzungs- (Modul B) und Entsorgungsphase (Modul C) lediglich als Szenarien beschrieben werden können. Potentiell realisierbare Umweltvorteile, die weniger mit den materialinhärenten Eigenschaften der verwendeten Bauprodukte und somit ihren zwangsläufig bei der Entsorgung auftretenden Umweltauswirkungen zusammenhängen (z. B. den Treibhausgasemissionen bei der Verbrennung von Holz), werden außerhalb des Lebenszyklus des Gebäudes optional in einem Modul D ausgewiesen. Dies betrifft im wesentlichen mögliche Umweltvorteile, die sich aber letztlich nur auf Makroebene sinnvoll beschreiben lassen [vgl. 1].

Für die Berechnung der Treibhausgasbilanz ist der Indikator «Treibhauspotential» (engl. Global Warming Potential, GWP) von Relevanz, wobei der biogene Kohlenstoff in dem Lebenszyklusabschnitt der Rohstoffgewinnung (Modul A1) in Form von CO₂ auf das Produktsystem als materialinhärente Eigenschaft übertragen und am Lebenszyklusende der funktionalen Einheit, also des jeweiligen Bauproduktes wieder ausgebucht wird. Seit dem Jahr 2019 (EN 15804:2012+A2:2019) wird neben dieser Spezifizierung der Indikator in drei Unterkategorien untergliedert [7]:

- Treibhauspotential fossil (GWP_{FOSSIL})
- Treibhauspotential biogene (GWP_{BIOGEN})
- Treibhauspotential Landnutzung und Landnutzungsänderung (GWP_{LULUC}).

Nicht zu verwechseln ist diese vorgegebene Ausweisung des biogenen Kohlenstoffgehaltes im Treibhauspotential GWP («-1/+1») mit einer biogenen Kohlenstoffspeicherwirkung, wie sie auf nationaler Ebene berechnet wird. Dieser erst auf Makroebene zum Tragen kommende Effekt, der in Abhängigkeit einer ermittelten Größenänderung definierter Kohlenstoffspeicher (u. a. in Holzprodukten) einer mögliche Quell- oder Senkenwirkung entspricht, existiert allein schon aus physikalischen Gründen nicht für ein einzelnes stofflich genutztes Produkt (z. B. deklarierte Einheit 1 m² «Spanplatte» oder funktionale Einheit «Holzfenster») oder Gebäude: schließlich nimmt die Holz- bzw. materialinhärente biogene Kohlenstoffmenge entlang seines Lebenszyklus weder zu noch ab. Es wird lediglich transparent der Umstand einer zeitlich verzögerten Freisetzung abgebildet – ohne jedoch daraus Gutschriften abzuleiten [vgl. 1].

3. Abschätzung nationaler Treibhausgas-Minderungspotentiale der Holzverwendung im Bausektor

Für Holzbauprodukte bzw. Holzhalbwaren, die im Bausektor Verwendung finden, werden vom Thünen-Institut für Holzforschung seit dem Jahr 2012 Ökobilanz-Durchschnittsdaten, die in enger Zusammenarbeit mit der Holzverarbeitenden Industrie in Deutschland erstellt werden, in die vom Bauressort betriebene Online-Datenbank ÖKOBAUDAT eingepflegt und fortlaufend jährlich aktualisiert [8]. Darauf aufbauend konnten in weiteren Forschungsprojekten (u.a. Waldklimafonds-Projekt «THG-Holzbau») und FNR-Projekt «HolzImBauDat» erstmalig auch Ökobilanzuntersuchungen auf Gebäudeebene gemäß dieser neuen europäischen Standards durchgeführt werden, um normkonforme Vergleichsrechnungen der THG-Wirkung funktionsgleicher Neubauten vorzunehmen [9, 10, 11, 12].

Um die THG-Emissionsbilanzen der in den Projekten analysierten Gebäude aus unterschiedlichen Baustoffen für die Abschätzung von Sektorentwicklungen mit Hilfe nationaler Statistiken verwenden zu können, müssen aus den verfügbaren Gebäudedaten zunächst entsprechende Durchschnittsdatensätze als sogenannte «Typenvertreter» ermittelt werden [1, 10, 11, 13]. Diese werden in einem weiteren Schritt den beiden für die Analyse des Baustoffs Holz relevanten statistischen Zeitreihen zugeordnet:

- Baufertigstellungen nach vorwiegend verwendetem Baustoff [14]
- Produktions- und Außenhandelsstatistik des produzierenden Gewerbes (hier: Holzhalbwaren) [15, 16]

Auf dieser Basis kann bereits der Beitrag der Holzverwendung in Gebäuden zur biogenen Kohlenstoffspeicherwirkung gemäß der THG-Berichterstattung abgebildet (vgl. 1.1) und die nicht-biogenen THG-Emissionen entlang der Verarbeitungskette des Rohstoffs bis hin zur Verwendung in Gebäuden ermittelt werden (IST-Zustand, vgl. 1.2).



Abbildung 1: Informationsfluss zur Abschätzung des Beitrags von Holz in Gebäuden in der nationalen THG-Bilanz

Um nun auch mögliche auch mögliche THG-Minderungseffekte einer sich ändernden Holzverwendung auf nationaler Ebene zu quantifizieren (Substitution), d.h. mit solch Szenarien oder möglichen Maßnahmen verbundene zusätzliche THG-Emissionseinsparungen abzuschätzen, müssen in einem dritten Schritt zunächst eine Referenz und eine davon abweichende Entwicklung definiert werden [vgl. 1, 9, 12].

Für die Quantifizierung von THG-Minderungseffekten gegenüber der aktuellen Emissionssituation ist es zunächst naheliegend, die jetzige Marktsituation des Rohstoffverbrauchs im produzierenden Gewerbe einfach fortzuschreiben. Solch eine Extrapolation der aktuellen Produktions- bzw. Verbrauchsmengen der jeweiligen Konsumgüter (hier: Baufertigstellungen von Gebäuden) im Referenzszenario erlaubt es, sich ändernde Marktentwicklungen oder politisch formulierte Ziele in Bezug auf gesellschaftlich nachgefragte Funktionalitäten (z.B. Wohnraum) in ihren Auswirkungen auf das jetzige Emissionsbudget (IST-Zustand) auszuweisen, welches im aktuellen Nationalen Treibhausgasinventar abgebildet wird – das Klimasystem steht also im Zentrum der Fragestellung [1].

Mit solch einer Festlegung des IST-Zustandes der gesellschaftlichen Nachfrage als Referenz wird jedoch auch schnell deutlich, dass eine zusätzliche Nachfrage in dem jeweiligen Marktsegment (z. B. «400.000 neue Wohnungen»), die mit dem Verbrauch von mehr Rohstoffen bzw. einer Ausweitung der Rohstoffverarbeitung einhergeht, auch mit zusätzlichen THG-Emissionen des produzierenden Gewerbes verbunden ist – unabhängig davon, welche Rohstoffe verwendet werden. Sollen bei solch einer Abschätzung die gesellschaftlichen Bedürfnisse im Mittelpunkt stehen und geht man davon aus, dass diese auch

befriedigt werden, können also auch diese sich abzeichnenden Änderungen in den zu analysierenden Märkten (Prognosen) oder die als gesellschaftliches Ziel definierten Änderungen bei der Bereitstellung von Funktion («400.000 neue Wohnungen») als Referenz herangezogen werden [1].

Für die Analyse der THG-Auswirkungen der Verwendung von Holz als Baustoff in Wohngebäuden, welche im Kontext möglicher Substitutionseffekte in einem Großteil der wissenschaftlichen Literatur Untersuchungsgegenstand auf Produkt- bzw. Gebäudeebene ist, bietet sich die Verwendung von Prognosen über die sich insgesamt entwickelnde Wohnungsmarktsituation an (vgl. Abb. 2).

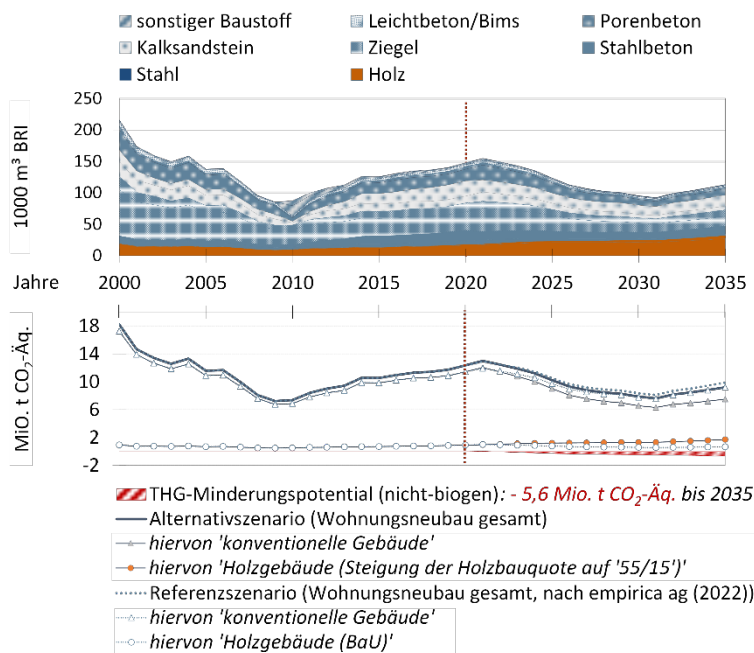


Abbildung 2: Minderungspotential nicht-biogener THG-Emissionen einer erhöhten Holzbauquote («55/15») bis 2035 [1]

Auf dieser Basis können in weiteren Schritten alle relevanten Wirkmechanismen der THG-Bilanz des Forst- und Holzsektors sowohl unter Berücksichtigung internationaler Standards für Bauprodukte und Gebäude als auch der unter der Klimarahmenkonvention und vom Weltklimarat vorgegebenen Bilanzierungsmethoden berechnet werden.

4. Referenzen

- [1] Rüter, S. (2023) Abschätzung von Substitutionspotentialen der Holznutzung und ihre Bedeutung im Kontext der Treibhausgas-Berichterstattung. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Working Paper 214, 50 S. <https://literatur.thuenen.de/digbib_external/dn066391.pdf>
- [2] German Environment Agency (2024) Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change 2024 – National Inventory Document for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2022. Clim Change xx/2024, 985 S.
- [3] Rüter, S. (2024) Harvested Wood Products (4.G). In: German Environment Agency (Hrsg.) National Inventory Document for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2022, April 2024, 719-724 S.
- [4] UNFCCC (2012) Report of the CMP on its seventh session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011, Addendum: Decision 2/CMP.7 on Land use, land-use change and forestry. FCCC/KP/CMP/2011/10/Add.1.
- [5] Rüter, S. (2017) Der Beitrag der stofflichen Nutzung von Holz zum Klimaschutz – Das Modell WoodCarbonMonitor. Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Dissertation, 270 S.

- [6] Rüter, S., Matthews, R.W., Lundblad, M., Sato, A. und Hassan, R.A. (2019) Harvested Wood Products. In: Calvo Buendía, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P., und Federici, S. (Hrsg.). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 12, Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use IPCC, Switzerland S. 49.
- [7] CEN (2019) Sustainability of construction works – Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products. EN 15804:2012+A2:2019.
- [8] BMWSB (2023) ÖKOBAUDAT 2022 [online]. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauen (BMWSB) <<http://www.oekobaudat.de>> (02.06.2024)
- [9] Hafner, A., Rüter, S., Ebert, S., Schäfer, S., König, H., Cristofaro, L., Diederichs, S., Kleinhenz, M. und Krechel, M. (2017) Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden – Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren (THG-Holzbau). Ruhr-Universität Bochum, Fakultät Bau- und Umweltingenieurwissenschaften Projektbericht Waldklimafonds 28W-B-3-054-01. BMEL/BMUB, 153 S.
- [10] Hafner, A. und Schäfer, S. (2018) Environmental Aspects of Material Efficiency versus Carbon Storage in Timber Buildings. Eur. J. Wood Prod. 76(3): 1045-1059. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.203>>
- [11] Hafner, A. und Özdemir, Ö. (2022) Comparative LCA study of wood and mineral non-residential buildings in Germany and related substitution potential. Eur. J. Wood Prod. (2022): <<https://doi.org/10.1007/s00107-022-01888-2>>
- [12] Rüter, S. und Hafner, A. (2022) Verwendung von Holz in Gebäuden als Beitrag zum Klimaschutz. In: Sahling, U. (Hrsg.) Klimaschutz und Energiewende in Deutschland: Herausforderungen – Lösungsbeiträge – Zukunftsperspektiven. Springer Berlin Heidelberg. S 795-807.
- [13] Rüter, S. (2022) Quantifizierung möglicher Treibhausgas-Minderungspotentiale durch den Einsatz dekarbonisierter Baustoffvarianten für Stahl und Beton in Neubauten. Hamburg, Internes Gutachten im Auftrag der Ascona Gesellschaft für ökologische Projekte, König GbR, 10 S.
- [14] Statistisches Bundesamt (2023) Bauen und Wohnen. StBA, Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach überwiegend verwendetem Baustoff – Lange Reihen ab 2000.
- [15] Statistisches Bundesamt (2023) Produzierendes Gewerbe: Produktion. StBA, Fachserie 4, Reihe 3.1. Diverse Jahrgänge
- [16] FAO (2023) FAOSTAT-Forestry Database [online]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Block B1
Klimagerechtes Bauen – Bauen für die Zukunft

HORTUS – Bauen nach dem Standard von morgen

House of Research and Sustainability

Richard Jussel
Blumer Lehmann
Erlenhof, Schweiz



HORTUS – Bauen nach dem Standard von morgen

House of Research and Sustainability

1. Summary

Wenn es um den Baustandard der Zukunft geht, ist nicht nur die Planung und Erstellung eines Gebäudes massgebend, sondern es wird eine neue Denkhaltung gefordert, die die verschiedenen gesellschaftlichen Fragestellungen rund um Themen wie die Ressourcen- und Bodenknappheit, die Mobilität oder den Klimawandel mit Hitze und Starkregen als Folgeerscheinungen, einbezieht. Das Ziel für den Bau eines Gebäudes sollte also lauten, die Emissionen über die gesamte Wertschöpfungskette so schnell wie möglich zu reduzieren.

In der Schweiz ist man in der Reduktion der Betriebsemissionen einen Schritt weiter und auf einem guten Weg. Allerdings werden beim Erstellen von Neubauten noch kaum Emissionen eingespart und in der Planung wird die CO₂-Thematik noch zu wenig oder überhaupt nicht berücksichtigt. Der Ruf nach Vorzeige- und Leuchtturmprojekten wird daher immer lauter.

Mit einer sozial-ökologischen Denkhaltung und einer nachhaltigen Bauweise ist die gesamte Baubranche gefordert, die Netto-Null-Ziele zu erreichen. Die Wirkung eines einzelnen Akteurs ersetzt nie das, was wir gemeinsam erreichen können. Daher muss die gesamte Holzkette zusammenstehen, Stärke beweisen und noch mehr Wissen aufbauen rund ums nachhaltige Bauen. Dabei zu berücksichtigen sind diverse Themen wie: Gesellschaft, Umwelt, Politik, Klimawandel, Ökobilanzierung, Gebäudekonzepte, Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft, Beschaffungssicherheit, Nutzungspotenziale des Waldes, Kaskadennutzung, Negativemissionstechnik und andere mehr.

Um in der Baubranche die Netto-Null-Ziele zu erreichen, heisst es also, dass wir uns den Fragestellungen rund um das nachhaltige Bauen bewusst werden und umgekehrt auch, dass den starken Befürwortern des Klimaschutzes das Vertrauen in die Bauwirtschaft gelingt.



Abbildung 1: Die Grünflächen um den HORTUS begünstigen viele Faktoren rund um die Nachhaltigkeit.

2. HORTUS – Das Baukonzept

Als Pionierprojekt für nachhaltiges Bauen erforscht HORTUS, wie sich ursprüngliche, regionale Materialien in modernen Anwendungen bewähren. Die Renaissance der Baumaterialien Lehm und Massivholz. Zu Beginn stand die Frage im Raum, welche Massnahmen nötig sind, um in der Erstellung eines Gebäudes einen möglichst kleinen ökologischen Fussabdruck zu hinterlassen. Das Ziel war ein CO₂-Ausstoss von ca. 5–7 kg/CO₂ pro m² und Jahr und die Abdeckung des energetischen Gewinns mit PV-Anlage muss den Verbrauch abdecken und die Erstellungsenergie / Emission auf ein Minimum reduzieren. Beim Projekt Hortus hat der Bauherr vieles in der eigenen Hand: Vom Bauherrn als Ideenträger bis hin zum Verwalter der Büromietfläche.

Lange bevor auf der Baustelle auf dem BaseLink-Areal in Allschwil gebaut wird, wusste unser Projektleiter Martin Eggenberger bereits, dass über 4000 Kranzüge nötig sein werden, um den Rohbau des künftigen Bürogebäudes zu errichten. Denn zur umfassenden Projektentwicklung gehört ein verlässliches Montagekonzept ebenso dazu wie ein Mock-up, das die Materialwahl unterstützt, die Architektur präzisiert oder Produktionsprozesse definiert. «Die Grösse und die Masse des Gebäudes sind beachtlich. Alle Faktoren und Schritte müssen aufeinander abgestimmt sein: das Bauprogramm, die Produktionsgeschwindigkeit, die Logistik, das Montagekonzept mit Wetterschutz und eben auch die Organisation der Montageabläufe, deren Takt grösstenteils der Kran vorgibt. Denn letztlich stellt die sorgfältige Planung dieser Abläufe bis hin zur kleinsten Schraube sicher, dass wir zuverlässig und termingerecht die geforderte Qualität liefern können.»



Abbildung 2: Mock-up des Hortus Baus auf der Baustelle in Allschwil, BL

2.1. Konsequenter transparent

Beim Projekt auf dem BaseLink-Areal in Allschwil bekommt dieser Grundsatz noch mehr Gewicht als sonst. Denn HORTUS beschreitet neue Wege und geht beispielhaft voran. Das Pilotprojekt setzt mit seiner nachhaltigen Bauweise mit natürlichen Materialien aus der Region neue Massstäbe. Bauherr SENN hat zusammen mit Herzog & de Meuron Architekten und den Ingenieuren von ZPF den Grundstein für das klimaschonende Bürohaus mit rund 10 000 m² Fläche gelegt. Wir von Blumer Lehmann konnten mit unserem Holzbau-Know-how schon früh beratend zur Seite stehen und nach der Planung in einem ersten

Schritt mit dem 3 × 6 m grossen, geschosshohen Mockup Antworten auf Fragen zu Konstruktion und Materialisierung liefern. Die Bauherrschaft legt beim verwendeten Holz grossen Wert darauf, dass die Herkunft genau nachvollziehbar ist. Projektleiter Martin Eggenberger: «Gesamthaft verbauen wir rund 3000 m³ regionales Schweizer Holz. Die Beschaffung stellten wir in Zusammenarbeit mit 5 Sägewerken und 30 Forstrevieren bereits seit Herbst 2022 sicher, damit das Holz rechtzeitig geschlagen und auf kurzen Transportwegen angeliefert werden konnte.»



Abbildung 3: HORTUS setzt neue Massstäbe für nachhaltiges Bauen. Die Eröffnung ist im Jahr 2025 geplant.

2.2. Nachhaltigkeit auf höchstem Niveau

Die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, von Cradle-to-Cradle und Second Life spielten bei der Projektentwicklung eine grosse Rolle für die verwendeten Baumaterialien. So soll jedes Bauteil demontierbar sein und am Ende der Lebensdauer des Gebäudes dem Wald zurückgegeben oder in einem zweiten Leben wiederverwendet werden. Doch Nachhaltigkeit geht beim Projekt HORTUS mindestens noch einen Schritt weiter. So wird mit möglichst ursprünglich belassenen Materialien gebaut, die wenig bearbeitet wurden. Es kommt daher viel Massivholz und nur minim verleimtes Brettschichtholz zum Einsatz. Regional verfügbares Buchenholz wird anstelle des sonst üblichen Fichtenholzes für statisch stark beanspruchte Konstruktionen verwendet. Für die Decken wurden spezielle Holz-Lehm-Verbundelemente entwickelt, die zu drei Viertel aus dem Aushubmaterial der Baustelle bestehen. Und die Energieversorgung wird über die Fotovoltaikanlage auf dem Dach und an der Fassade so maximiert, dass das Gebäude innerhalb einer Generation die aufgewendete graue Bauenergie kompensiert hat und dann energiepositiv ist.



Abbildung 4: Im Gebäude wird viel Massiv- und Laubholz zum Einsatz kommen.

2.3. Bedarfsgerechte Vermietung

Die Eröffnung des HORTUS ist im Jahr 2025 geplant. Insbesondere Digital- und Technologieunternehmen werden hier ein komfortables und gesundes Arbeitsumfeld vorfinden und vom Austausch untereinander und mit der benachbarten Life-Science-Branche profitieren. Ein entsprechendes Vermietungskonzept sieht vor, dass die Mietflächen Raw & Ready ausgebaut werden. Das heisst, die Mieter kümmern sich selbst um die Raumunterteilungen und Inneneinrichtung. In Ergänzung bietet HORTUS voll ausgestattete Gemeinschaftsflächen wie eine Lounge, Sitzungszimmer und sanitäre Anlagen an



Abbildung 5: Das Vermietungskonzept sieht vor, dass die Mietflächen Raw & Ready vermietet werden.

2.4. Lehm – traditioneller Baustoff zeitgenössisch eingesetzt

Gemeinsam mit der Firma «Lehm Ton Erde» entwickelte Blumer Lehmann eine Feldfabrik, in der in Zelten vor Ort, die Holz-Lehm-Verbundelemente für die Bodenelemente hergestellt werden. Die Arbeitsgemeinschaft nahm den Betrieb im Spätsommer auf einem freien Baufeld neben der Baustelle auf.

2.5. Wie funktioniert das konkret?

Die Rezeptur für die Stampflehmmischung wurde von «Lehm Ton Erde» erstellt. Sie besteht zu 76% aus dem lokalen Aushub der Baustelle und zu 24% aus regionalem Mergel. Zur Erstellung der finalen Mischung wurden die einzelnen Bestandteile der Mischung gesiebt und gebrochen und liegen mit Planen vor der Witterung geschützt bereit neben der Feldfabrik.

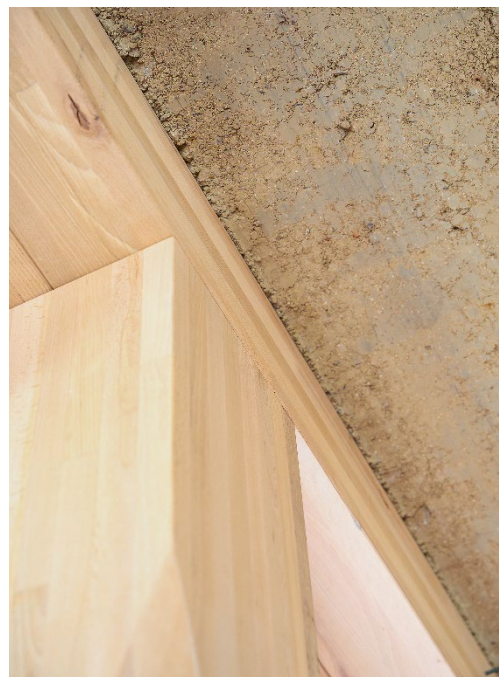


Abbildung 6: Die Holz-Lehm-Verbundelemente wurden speziell für den HORTUS-Bau entwickelt.

Mit dem Radlader wird im Zwei-Wochentakt der Aushub mit dem Mergel vermischt und final aufbereitet. Die fertige Lehmischung wird anschliessend in die vorgefertigten Holzelemente über zwei eigens entwickelte Mini-Beschicker eingefüllt und mit Rüttelplatten zu Stampflehm verdichtet. Insgesamt werden für die 12 000 m² grosse Deckenfläche rund 3000 t Lehmischung zu Stampflehm verarbeitet. Der Stampflehm schützt die darüberliegende Dreischichtplatte vor Abbrand. Die Elemente wurden einem Brandversuch unterzogen und sind REI60-zertifiziert, das heisst, sie garantieren einen 60-minütigen Feuer- und Rauchwiderstand. Die Masse des Stampflehms wirkt schalldämmend sowie thermisch ausgleichend. Die porösen Oberflächen gleichen Feuchtigkeitsspitzen aus und regulieren das Raumklima: Holz und Lehm ergänzen sich in diesem Deckensystem perfekt.

2.6. Buchenholz und Fichtenholz

Ziel des Projekts ist es, den Werkstoff Holz nicht nur regional zu beschaffen, sondern auch möglichst ohne Leim zu verarbeiten. Keine leichte Aufgabe, wenn es um die statischen Aufgaben der Holzkonstruktion geht. Dafür wird neben dem traditionellen Fichtenholz zusätzlich Buchenholz verwendet, wo nötig. Dieses ist regional gut verfügbar und zudem sehr belastbar. Die Herausforderung besteht darin, dass Buchenholz aufgrund der Härte schwieriger zu bearbeiten ist und stärker auf Feuchtigkeit reagiert als Fichtenholz.



Abbildung 7: Die bearbeiteten Buchenholz-Bauteile warten auf ihren Transport nach Allschwill.

3. Das Nachhaltigkeitskonzept

Die Grundpfeiler des Konzepts enthalten soziale, ökologische und ökonomische Aspekte, die in jeder Phase des Projektes präzisiert und im Sinne der Nachhaltigkeit geplant, gebaut und betrieben werden.

3.1. Nachhaltigkeits-Kennzahlen

Es werden die Nachhaltigkeits-Zielwerte der folgenden Labels angestrebt:

- SNBS, Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz
- SNBS und Agenda 2030
- SIA-Rahmenbedingungen für Nachhaltigkeit

Das Gebäude soll mehr Energie produzieren, als es verbraucht. Ausserdem soll es die notwendige Energie für die Raumwärme und -kühlung, die Warmwasseraufbereitung sowie für Licht und Betrieb der technischen Anlagen, inklusive einer Ladestationen für E-Bikes und E-Autos, selbständig erzeugen.

Mit einer Überproduktion der elektrischen Energie und mit NET (Negativemissionen-Technologie) sollen ausserdem die Erstellungsemissionen und die Betriebsenergie (CO₂ + Graue Energie) innerhalb von maximal 30 Jahren kompensiert werden, so dass der Bau die Umwelt nach dieser Zeit nicht mehr belastet.

Ausserdem wird eine CO₂-Bilanz mit Entwurfsvorgaben der Aufbauten (z.B. Aussenwände, Böden, Dach) und der technischen Anlagen erstellt. Vor der definitiven Auswahl werden entsprechende Berechnungen erstellt. Die Bilanzierung erfolgt in der ersten Phase durch UBP, Umweltbelastungspunkte. Die Werte stellt die KBOB, die Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren, zur Verfügung. Während dem weiteren Bauverlauf wird eine weitergehende differenzierte ökologische Betrachtung vorgenommen.

3.2. Nachhaltigkeits-Zielwerte

Amortisationszeit für graue Energie/CO₂: max. < 30 Jahre

Baumaterialien

Es kommen vorwiegend natürliche Baustoffe zum Einsatz sowie rezyklierte Baumaterialien, bei denen der Energie- und CO₂-Ausstoss schon erfolgt ist. Der Baustoff Holz wird als CO₂-Senke berücksichtigt.

Konstruktion

Folgende Konstruktionsprinzipien tragen dem nachhaltigen Baukonzept ausserdem Rechnung:

- Direkte Lastabtragungen
- Einfache Raster und Struktur
- Trennsysteme
- Kein zu hoher Glasanteil
- Energieeffiziente Gebäudehülle
- Mittlere Speichermasse bei beheizten Räumen
- Nachtauskühlung

Betriebsenergie

Die Betriebsenergie wird wie folgt erzeugt und optimiert:

- Nutzung von Sonnenenergie und Speicherkapazitäten
- Gutes Installationskonzept mit geringem Energieaufwand für Raumwärme und Raumkühlung
- Setzen von Prioritäten in der Steuerung
- Energiemanagement mit Einbezug der Klimadaten
- Datenmanagement – Aufbau für den Anschluss zum Stromnetz der Zukunft Schweiz

Aushub

- Schichtabtrag des Aushubs
- Prüfen und Einsetzen der Materialien zum Bauen
- Stampflehm, Beschwerung, Dachaufbau



Abbildung 8: Gemeinsam mit der Firma «Lehm Ton Erde» entwickelt Blumer Lehmann eine Feldfabrik vor Ort.

Dach

- Sicherung des Wasserkreislaufs mit Nutzung des Wassers des Daches für die Bewässerung
- Höhere Effizienz der PV durch kühleres Dach

PV-Anlage

- Optimierte Anlage auf dem Dach
- Südfassade mit PV-Anlage
- Ost- und Westfassade mit Anlage an der Fassade für den Winterstrom
- Ersatzanlage bei einem Blackout
- Strom für Mobilität: Ausrüstung für E-Bikes und E-Autos.

Wasserkreislauf / Retention

Mit der Retention im Gelände und einem zusätzlichem Wasserspeicher wird der Wasserkreislauf auch für längere Trockenzeiten verbessert. Mit dem Eintrag von nährstoffgeladener Kohle wird nicht nur eine Kohlenstoffsänke erstellt, sondern der Boden kann mehr Wasser speichern und unterstützt die Photosynthese der Pflanzen und Bäume.

Begrünung

Mit dem Setzen der Bäume und Pflanzen können sehr viele Faktoren für das Klima und für die Gesundheit abgedeckt werden. Dazu gehören die natürliche Kühlung durch Schatten, die Produktion von Sauerstoff, sowie die Funktion der Pflanzen als Feinstaubfilter. Nicht zu vergessen; der erholsame Blick auf das Grün.

Kreislaufwirtschaft

Für die Umsetzung wird das Konzept der Kreislaufwirtschaft Schweiz angewendet:



Abbildung 9: Der Nachhaltigkeitskreislauf

1. Geringe Mengen an Baustoffen, die aus nicht erneuerbaren Ressourcen bestehen.
2. Nutzen von Baustoffen, die aus erneuerbaren Ressourcen bestehen.
3. Einsatz von möglichst artreinen Baustoffen.
4. Einfache Reparatur und Ersatz von einzelnen Bauteilen.
5. Einsatz von Bauteilen, die am Ende der Lebensdauer des Gebäudes nochmals genutzt werden können.
6. Beim Rückbau des Gebäudes sollte die überwiegende Masse der Baustoffe der Natur zurückgeführt werden können.
7. Aus einem kleinen Teil des Gebäudes wird Energie aus der Verbrennung zurückgewonnen.
8. Zuteilung der Masse in der Kreislaufwirtschaft:
 - Anteil Baumaterialien, die aus nicht erneuerbaren Ressourcen bestehen
 - Anteil erneuerbare Ressourcen
 - Anteil der wieder verwendet werden kann
 - Anteil reine Baumaterialien
 - Anteil Rückbau auf Deponie
 - Anteil Verbrennung und Entsorgung

Nachvollziehbarkeit / BIM

Alle verwendeten Baumaterialien werden genau erfasst und die Mengen in digitalem Modell hinterlegt (Madaster). So können die Zielwerte in jeder Planungsphase gut überwacht werden. Der Nutzen soll auch im späteren Facility Management gross sein.

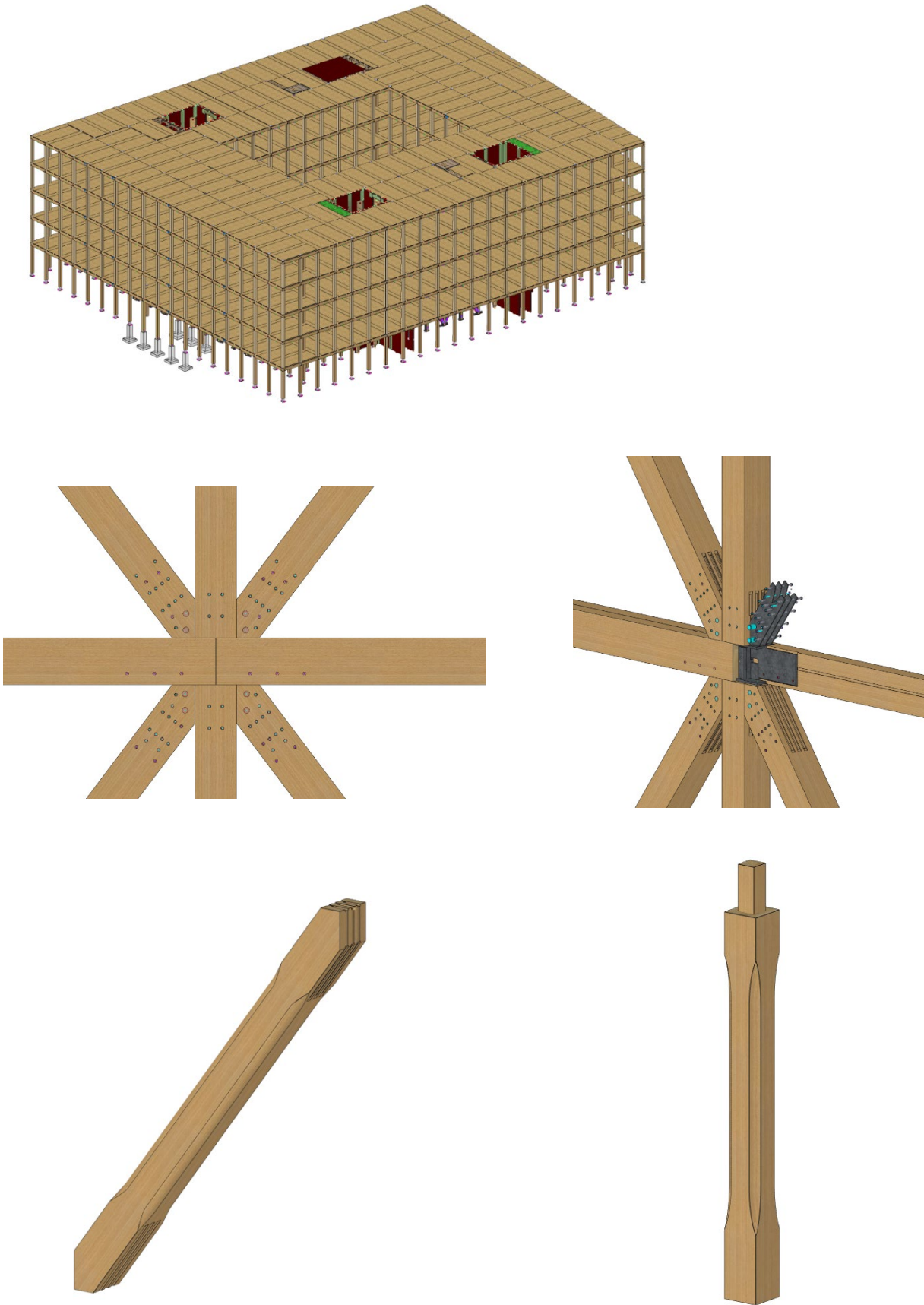
4. Beteiligte Parteien am Bau

Bauherr:	Senn AG, St. Gallen
Architekt:	Herzog & de Meuron
Bauingenieur:	ZPF, Basel
Holzbau, Planung und Ausführung:	Blumer-Lehmann AG, Gossau
Stampflehm:	LTE, Schlins AT
Buchenstabholz:	Fagus Schweiz
Fensterbau:	Blumer Techno Fenster, Waldstatt

5. Impressionen vom Bau



Abbildung 10: Treppenhaus mit Brettstapel-Elementen.



Abbildungen 11: Technische Details des Holzbaus: 3D Modell (Gebäudeabmessung: 50 x 65 m), Anschlussdetails der Streben und Verbindung der Knotenpunkte, Bearbeitung der Stabbuche-Pfosten, 320 x 320 mm.



Abbildungen 12: Massivholz-Doppelträger C24, 2 x 120 / 260 mm, BSP-40mm, Elemente ca. 2.8 x 5.4 m



Abbildungen 13: Montage des ersten, der fünf Geschosse und der Bodenelemente des HORTUS-Baus.
Montagestart: Oktober 2023

Hinweis: Das Copyright für sämtliche Bilder und Grafiken liegt bei der Blumer-Lehmann AG. Die Wiederverwendung ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung erlaubt.

Bauen – einfach und ressourcenneutral

Martin Haas
haascookzemmrich STUDIO2050
Stuttgart, Deutschland



Bauen – einfach und ressourcenneutral

1. Einleitung

Die aktuelle Debatte um eine verantwortbare Lebensqualität ist auch Ausdruck eines grundlegenden Wandels unserer Gesellschaft, der über die Themen des Umweltschutzes und der Klimakrise hinausgeht – Es gilt Mensch, Raum und Umwelt wieder in Einklang zu bringen. Uns Architekten, als Gestalter von Ordnungsmustern des menschlichen Zusammenlebens, kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu.

In unserem Architekturbüro arbeiten wir seit nun 11 Jahren an Konzepten für eine Architektur die ressourcenschonender und im Idealfall klimaneutral werden kann. Unser Fokus liegt dabei nicht nur in baulichen Lösungen, sondern auch in der Betrachtung grundsätzlicher Fragen wie dem Bedarf und dem Anspruch an Komfort und langfristigen Nutzen einer Bauaufgabe.

Ein zentrales Thema für uns ist ebenso die Abwägung, ob eine höhere Effizienz immer auch den gewollten gesamtökologischen Effekt erzielt. In einer gesamtheitlichen Betrachtung beispielsweise einer Dämmung sind auch der Ressourcenverbrauch und der energetische Aufwand bei der Herstellung und Entsorgung des Materials mit zu berücksichtigen. Ebenso spielen die Art und Dauer der Nutzung eine noch viel zu geringe Rolle in der Betrachtung der ökologischen Wirkung einer Baumaßnahme. Gemessen wird der Energie- und Ressourcenbedarf pro Quadratmeter und Jahr. Nicht bewertet wird die Dauer und Intensität der tatsächlichen Nutzung. Es macht aber einen deutlichen Unterschied, ob das einmal errichtete Gebäude mit dem hohen Anteil eingebundener Energie nur wenigen Menschen in einem eingeschränkten Zeitfenster oder maximal vielen Menschen dauerhaft zur Verfügung steht. Im Idealfall sollte Architektur jeden Tag im Jahr 24 Stunden von vielen Menschen genutzt sein, um den Aufwand des Errichtens zu rechtfertigen.



Abbildung 1: Rapunzel Welt

Fotograf: Markus Guhl

2. Konzepte und Ideen einer Architektur 2050

Aus meiner Arbeit als Vorstand des DGNB und im Büro kenne ich die Diskrepanz zwischen technischer Performance auf der einen Seite und realer Effektivität auf der anderen Seite, wenn es um eine ganzheitliche Betrachtung des Ressourcenschutz beim Bauen geht. In Deutschland steht der Betrieb des Gebäudes im Vordergrund. Oftmals reduziert sich Nachhaltigkeit auf eine effiziente Anlagentechnik. Dabei vergessen wir, dass der materialgebundene Aspekt einer Bauaufgabe wesentlich ist und für die CO₂ Neutralität unserer gebauten Umwelt betrachtet werden muss.

Anstatt hochkomplexer technischer Systeme, deren Abstimmung und Wartung sehr aufwendig ist, sollten wir eher über einen «intelligenten» Einsatz sorgfältig ausgewählter Materialien nachdenken und dabei anstreben technische Lösungen zunächst zu vermeiden. Ziel muss sein unsere Gebäude generell zu vereinfachen mit dem Augenmerk auf eine langfristige Nutzung.



Abbildung 2: High Tec + New Simplicity Quelle: Nimbus Leuchte Stefan Hohloch / Lehmwand Markus Bühler

Es muss uns gelingen, dass an erster Stelle ein materialgerechtes, mikroklimatisch optimiertes und möglichst ressourcenneutrales Gebäude entsteht, welches einen Großteil an unnötiger grauer Energie von Anfang an vermeidet. Nachwachsende, möglichst noch örtliche und wieder verwertbare Baumaterialien behalten ihr energetisches Potential bei einer Nachnutzung dauerhaft und sollten die Grundlage für die Beurteilung der Sinnhaftigkeit einer Baumassnahme werden.

Es sollte die technische Installation eines Gebäudes nur das Delta an Betriebsklima füllen, welches eine ressourcengerechte Architektur nicht mehr leisten kann, um den Komfortansprüchen gerecht zu werden. In diesem Zusammenhang gilt es unsere Komfortansprüche und die gesetzlichen Vorgaben dafür kritisch zu hinterfragen. Vieles davon ist mit dem Klimaschutz nicht mehr vereinbar. Wir dürfen nicht vergessen das unsere DIN-Normierung und unsere gesamte Baugesetzgebung größtenteils aus einer Zeit stammt in der Ressourcenschutz nicht an erster Stelle stand.

Unser Ziel ist es daher, jede Architektur funktionsunabhängig so gut zu entwerfen, dass die Räume von vielen unterschiedlichen Nutzern genutzt werden können. Funktionen werden sich ändern. Lebensräume können bleiben. Das muss uns als Architekten antreiben. Monofunktionale Strukturen, eingeschränkte und zeitlich befristete Gebäudenutzungen müssen daher kritisch hinterfragt werden und auf ihre Nachnutzungsfähigkeit überprüft werden. Bei der Frage, wie unsere Welt und der Anspruch an die Architektur 2050 aussehen könnten, ist es wichtig, aus der Vergangenheit zu lernen. So hat sich gezeigt, dass sich die Art und Weise, wie wir Menschen Räume empfinden, trotz aller Umwälzungen des 19. und 20. Jahrhunderts nicht sehr verändert hat. Es ist daher ein gewisser Garant für den Erfolg einer Architekturvision, bei jeder Spekulation auf die Zukunft den menschlichen Maßstab, gute Proportionen und vielschichtige sensorische

Erfahrungen als Leitbilder in der Architekturentwicklung beizubehalten. Ein spezialisiertes Bürogebäude mag schnell der Vergangenheit angehören. Der schöne Raum mit einem großartigen Ausblick wird immer eine Zukunft haben.

3. Zirkuläre Materialkreisläufe: weniger Abfall, mehr Wertstoffe

Diese Herangehensweise hat uns bei unserem Wettbewerbsbeitrag in Stuttgart für das Stöckach Areal, ein ehemaliges Industrieareal der ENBW, geleitet. Das Vorhandene sollte maximal erhalten und durch Sanierung aktiviert werden, da die Industriestrukturen gut nutzbare Proportionen aufwiesen. Durch eine reine Aktivierung des Vorhandenen wurde nicht die gewünschte Dichte im Quartier erreicht, was zu einer Nachverdichtung führte und zur Frage, welche Strukturen additiv möglich sind. Mit der TU München und Transolar haben wir ein Konzept erarbeitet, wie eine resiliente Stadt für das geplante Quartier umsetzbar wäre. Dabei hat sich gezeigt, dass vieles zwar planerisch möglich ist, aber das Ziel einer CO₂ neutralen Zukunft davon abhängt, ob die Gesellschaft bereit ist, die klassische Einteilung der Funktionen Wohnen, Arbeiten und Freizeit aufzulösen und zu teilen.



Abbildung 3: Wettbewerbsbeitrag Stöckach Areal

Architekten: haascookzemmrich STUDIO2050

4. Die neuen Arbeitswelten

Der qualitative Anspruch an unsere Arbeitswelten hat sich den Anforderungen an Wohnraum angeglichen. Gesundheit und Wohlbefinden sind neben den funktionalen Kriterien wichtige Parameter einer Arbeitswelt geworden. Da die technische Entwicklung es uns erlaubt bürogebundene Tätigkeiten von überall aus auszuführen, muss eine Arbeitswelt darüber hinaus ein architektonisches Angebot an die Mitarbeiter machen, welches in der häuslichen Umgebung nicht vorhanden ist. Es gilt Treffpunkte und besondere Räume zu schaffen, um eine emotionale Bindung zum Mitarbeiter aufzubauen.

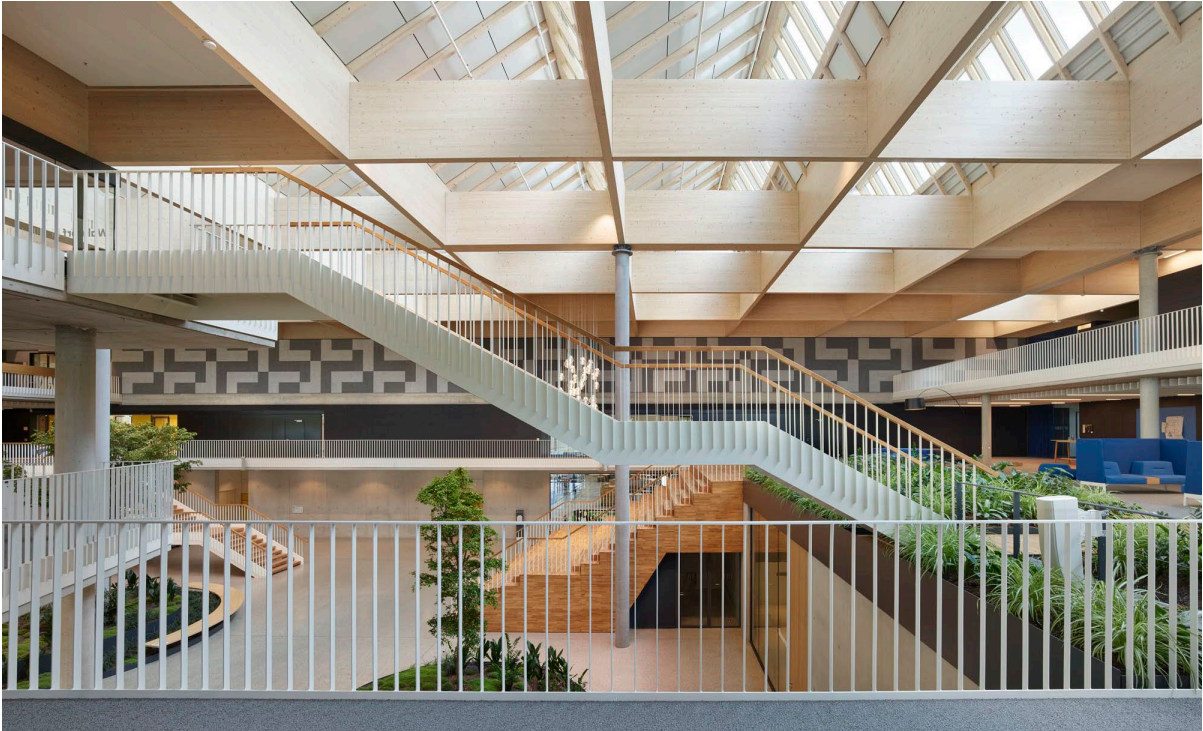


Abbildung 4: Innenansicht Promega Atrium

Fotograf: Roland Halbe

Bei unserem Projekt für Promega war es neben den Themen der Klimaneutralität und der Materialität Ziel Aufenthaltsräume zu schaffen, welche das Leben der Mitarbeiter bereichern und den Mehrwert der Unternehmenskultur zu veranschaulichen.

Wenn es uns gelingt, dass die Menschen die Häuser lieben, die sie nutzen, werden sie die Gebäude auch dauerhaft nutzen und dem Gebauten einen Sinn geben. Natürliche Materialien wie Holz und Lehm helfen sehr, diese Identifikation und emotionale Bindung aufzubauen.

So ist der Stampflehm der Fassade des Alnatura Campus nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern auch ein wichtiger Schlüssel für den sensorischen Mehrwert des Gebäudes.

Die Schaffung eines gesunden und «gern-genutzten» Lebensraums für die 500 Mitarbeiter stand bei Alnatura im Vordergrund und nicht der Bau eines nur funktionalen Bürogebäudes.

Unser Entwurfsprozess beginnt zumeist mit einem ersten Ansatz, der durch eine geschickte Orientierung und Anordnung der Funktionen auf dem Grundstück alle mikroklimatischen Vorteile seines Umfeldes optimal nutzen kann.

Wir prüfen die Standortqualitäten für Belichtung, Belüftung und die Ressourcenbeschaffung. Wie müsste man an dem Standort bauen, wenn wir keine Energiequellen zur Verfügung hätten und alle Rohstoffe extrem limitiert wären?

Zumeist hilft dieser Ansatz eine robuste und einfache Lösung zu finden, welche dann auch in der Weiterentwicklung mit weniger Technik auskommt und in den Grundzügen gut mit dem Mikroklima des Standortes haushaltet.



Abbildung 6: Außenansicht Alnatura Arbeitswelt

Fotografin: Brigida Gonzalez

So wurden auch zu Beginn unseres Projektes für Alnatura auf einer Konversionsfläche in Darmstadt zahlreiche Entwurfsansätze erprobt, um herauszufinden, wie wir an diesem Ort mit dem angrenzenden Wald durch eine geschickte Ausrichtung und Gebäudeform optimale Bedingungen für die 500 Mitarbeiter schaffen können.

Nachdem die für den Ort ideale Geometrie entwickelt war, wurde auf Basis einer Ökobilanz über die Materialisierung der Kubatur entschieden. Stampflehm stellte sich unter diesen Gesichtspunkten als gute Lösung für eine Fassade mit einer geothermisch betriebenen Wandheizung heraus und wir konnten zusammen mit Martin Rauch und seinem Team das Projekt weiterentwickeln.

Nach der Fertigstellung wurde rasch deutlich, wie sehr die Nutzer dieses Gebäude aufgrund seines Umgangs mit dem Mikroklima und den verwendeten Materialien schätzen und sich gerne dort aufhalten, da sie spüren, dass dieses Haus für ihre Gesundheit zuträglich ist und ihr tägliches Leben bereichert.

Modulbau: Systeme – Bauphysik – Vorfertigung



Baukultur mit System – Modular nachhaltig

Kathrin Merz
Dipl. Arch. ETH/SIA SWB
Bauart Architekten und Planer AG
Erweiterte Geschäftsleitung, Leitung Modulart
Bern – Neuchâtel – Zürich, CH



Baukultur mit System – Modular nachhaltig

1. Einführung

Die Ressource Holz ist politischer Wille und die serielle Fertigung liegt im Trend. Besteller:innen beginnen umzudenken, um den Kernzielen der Politik hin zu einer klimaneutralen Zukunft zu folgen. Grundsätzlich vereint der moderne Holzbau und damit auch der Modulbau wichtige Aspekte, mit welchen, eine hohe Wirksamkeit punkto Nachhaltigkeit erreicht werden kann.

1.1. Herausforderungen

Umfassende Nachhaltigkeit braucht weit mehr als nachhaltige Baustoffe und effiziente Fertigungsweisen. Unabhängig von der Bauweise ist das nachhaltigste Gebäude jenes, das wir nicht bauen und das zweitnachhaltigste jenes, das seit Jahrhunderten über mehrere Nutzungszyklen in Gebrauch ist und sich neuen Bedürfnissen einfach anpassen kann.

Gefordert ist eine langlebige qualitätsvolle Baukultur, das bedeutet; starke Konzepte, eine weitsichtige Planung und eine hochwertige Umsetzung. Nur so werden wir den immensen Herausforderungen punkto CO₂-Reduktion effektiv entgegentreten können.

Laut UN-Berechnungen hat die Weltbevölkerung 2023 die 8 Milliarden-Grenze erreicht. Bei 80 Millionen Zuwachs pro Jahr heisst das; täglich wächst die Welt um rund 220'000 Menschen, dies entspricht einer mittelgrossen Stadt wie Linz, Mainz oder Genf. Bis 2050 werden schätzungsweise 10 Milliarden Menschen den Planeten bevölkern. Diese Prognosen fordern uns alle – Auftraggebende, Planende und am Bau Beteiligte! Es gilt in drei Jahrzehnten unter dem Aspekt der Suffizienz und Resilienz unsere gebaute Umwelt zu überdenken, weiter zu denken und mit maximaler Verantwortung zu planen. Mit dem, was wir planen, legen wir die Grundlage dafür, wie morgen gelebt werden soll. Doch wie genau kennen wir die Einflussfaktoren in dieser schnelllebigen Zeit? Wie vorhersehbar sind politische, wirtschaftliche, ökologische und soziale Veränderungen? Wie gehen wir um mit unmittelbar dringlichen Nachfragen und neuen Trends?

Im Planungsalltag stellen wir uns einerseits die Frage, für welchen Zeithorizont, welches Zielpublikum, welche Nutzungen wir planen und projektieren. Unter dem Gesichtspunkt, dass oft langwierige politische, administrative Verfahren und Bauprozesse dazu führen, dass Objekte erst Jahre nach der Initiierung vollendet werden, stellt sich die Frage: Entsprechen die Planungen zum Zeitpunkt der Realisierung noch den ursprünglichen Bedürfnissen? Die langen Planungsprozesse wiederum führen zu erhöhtem Bedarf an schnell verfügbaren, oftmals temporären Lösungen, um dringlichen Raumbedarf – sei es in der Bildung oder im Wohnbereich – abdecken zu können.

Neben der Frage des Planungshorizonts gilt es eine weitere Herausforderung einzubeziehen – die konstante Optimierung der Baukosten als oberstes Ziel. Die ökonomische Nachhaltigkeit ist ein wichtiger Pfeiler, doch die isolierte Betrachtung der Planungs- und Baukosten steht im Widerspruch zu einer umfassenden Nachhaltigkeitsbetrachtung, die den gesamten Lebenszyklus miteinbezieht und damit neben den Erstellungskosten auch den Betrieb, ein Umnutzungspotenzial oder den Rückbau mit einpreist.

Wir sind mehr denn je gefordert Entwürfe zu schaffen mit einer dauerhaften Qualität, die in kurzer Zeit realisiert werden können, die gleichsam robust und flexibel sind und bei Bedarf einer neuen Nutzung zugeführt oder gar an einem neuen Standort wiederverwendet werden können. Die systematische und modulare Bauweise in Holz bietet genau hier ein grosses Potenzial für qualitätsvolle und ressourcenschonend Lösungen.

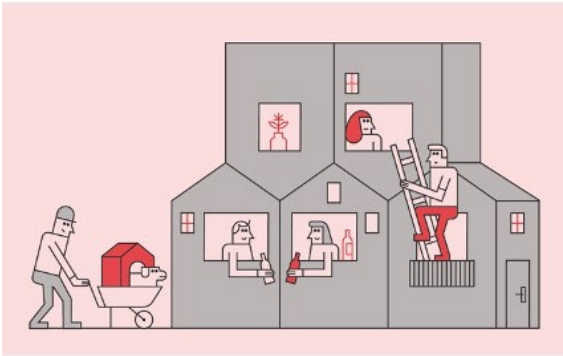


Abbildung 1: Systembau, ©modulart.ch Glossar

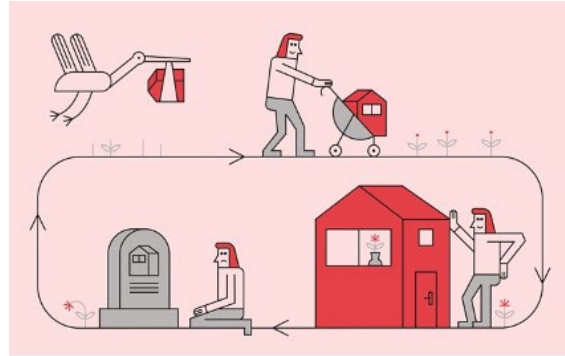


Abbildung 2: Lebenszyklus, ©modulart.ch Glossar

2. Effizienz und Vielfalt im System

Systematisches Bauen und Modularität gehen im allgemeinen Verständnis einher mit dem Begriff der Standardisierung, was einer vereinheitlichten Art und Weise etwas durchzuführen – planen, bauen / fügen, nutzen – entspricht. Wir unterscheiden dabei den technischen Standard basierend auf Normen und Labels, und der bauliche Standard bezogen auf Planung, Prozess, Ausführung und Details. Standardisiertes Bauen ist dort gefragt, wo gleiche Nutzungen gleiche Lösungen bedingen, aber auch dort, wo nutzungsneutrale Räume eine hohe Anpassungsfähigkeit und Flexibilität erfordern.

Standard suggeriert einheitliches Erscheinungsbild und Einschränkung in der architektonischen Gestaltung. Doch genau in der Entwicklung des Systems, welches eine maximale Vielfalt zulässt, liegt das Potenzial der gestalterischen Freiheit und der architektonischen Qualität. Dieses Potenzial auszuschöpfen unter Einbezug der sich stetig entwickelnden Produktionsmethoden, betrachten wir als eine grosse Herausforderung. Dabei spielen die Art und Einfachheit der Fügung der Bauteile eine wichtige Rolle, sei es mit flächigen Elementen oder raumhaltigen Modulen oder in Bezug auf die haustechnischen Komponenten.

Wir geben einen kurzen Überblick in die Systementwicklung und vertiefen danach am Beispiel einer modularen Schule in Bern und einer in Schorndorf D, welchen Anforderungen ein System gerecht werden muss.

3. Entwerfen mit System am Beispiel von Schulraum

Zu den eingangs erwähnten gesellschaftlichen Herausforderungen gehört auch die innere Verdichtung. Mehr Wohnraum erfordert auch ein entsprechender Ausbau der Infrastruktur im Besonderen des Schulraums. Die Planung von Schulen braucht oft mehr Zeit als die Entwicklung von Wohnraum. Hinzu kommt die schwer vorhersehbare Fluktuation bei der Anzahl schulpflichtiger Kinder. Zudem nimmt der Anteil der Fläche pro Kind durch den Ausbau der außerschulischen Betreuung zu.

Diese Situation erfordert kurzfristig verfügbare, flexibel nutzbare und einfache erstellbare Bauten. Diese als Provisorien zu taxieren, greift zu kurz, denn nicht das Gebäude ist temporär, sondern nur dessen Standort. Glücklicherweise ist die öffentliche Hand mehr und mehr bereit, trotz Notsituation statt in kurzlebige Containerschulen in technisch ausgereifte, langlebige und vor allem architektonisch wertige modulare Schulraumlösungen zu investieren.

Erste solche Systeme haben Bauart Architekten und Planer AG bereits in den 1990er-Jahren entworfen und über die letzten Jahrzehnte konsequent weiterentwickelt.

Der Prototyp für die späteren Schulbauten von Bauart entstand 1993 als Bauhütte für den Neubau des Bundesamtes für Statistik in Neuenburg (CH) im System <Modular-T>.

Winkelförmige Rahmenprofile machen die vorgefertigten Zellen und das Raumgitter stabil und erlauben es, auf allen Seiten sowie oben anzudocken, ein Unterzugsystem ermöglicht unterschiedliche Raumgrößen. Basierend auf <Modular-T> kam 1997 erstmals der Schulpavillon <Modular-Thun> zum Einsatz. Dabei veränderten sich insbesondere die Nutzung und der architektonische Ausdruck. Das weisse Büro- wurde zum farbigen Schulmodul. Aus vier Raumzellen entstand ein Klassenzimmer.

1998 erfolgte die Weiterentwicklung des Systems von <Modular-Thun> zum <Züri-Modular>. Die neudimensionierten in sich stabilen Raumzellen bilden dabei mit drei Einheiten einen zweiseitig belichteten Klassenraum. Was mit ursprünglich fünf zweigeschossigen Pavillons aus je 18 Modulen zur temporären Nutzung begonnen hat, entwickelte sich in den letzten 20 Jahren zu einem nicht mehr wegzudenkenden mobilen Raumangebot für die strategische Schulraumplanung der Stadt Zürich. Weit über 1500 Module stehen heute an 70 Standorten, mehrere davon bereits aufgestockt oder mehrfach versetzt.

2010 entwickelten Bauart zusammen mit dem Holzbauunternehmen Blumer-Lehmann AG das energetisch optimierte System <Modular-X>, das sich sowohl mit neuen Grundrisskompositionen sowie einer weiterentwickelten Fassadesprache auszeichnet. 2011 erfolgte mit <Modular-Zug> für die Stadt Zug ein weiterer Entwicklungsschritt, der sich vor allem in der Gestaltung der Fassade von den Vorgängern unterscheidet: Eine farbig gelochte Holzfasade bricht den modularen Charakter des Gebäudes auf und schafft einen eigenständigen Ausdruck in der Fassade. In einem weiteren Entwicklungsschritt wurden in den letzten Jahren für die Stadt Bern (CH), für die Stadt Winterthur (CH) und für die Stadt Schorndorf (D) neue typologische Kompositionen mit zentralem Erschliessungsgang entwickelt.



Abbildung 3: Vielfalt der Modular-Familie (Schulbauten) v.l.n.r Modular-Thun 1997-2014, Züri-Modular 1998-heute, Modular-X 2010 -, Modular-Zug 2011-2014, Modular-B (Brünnen) 2020, Modular-W 2021-.

4. Fallbeispiel: Schulpavillons Brünnen, Bern

Bis zum Jahr 2040 müssen in den Stadtberner Schulkreisen Bümpliz und Bethlehem sechs Schulanlagen umfassend erneuert und erweitert werden. Die betroffenen Schulklassen müssen während der Bauphase jeweils an einen anderen Standort ausweichen. Die Stadt Bern beschloss deshalb auf dem Areal einer bereits bestehenden «Pavillonschule» im Quartier Brünnen bei Bern (CH) provisorische Bauten mit Rochadeflächen für 14 Schulklassen zu erstellen. Diese ersetzen sechs Pavillons des bekannten Typs Variel des Schweizer Architekten Fritz Stucky, die auf dem Gelände zwischen 1967 und 1977 erstellt worden waren. Eine Erweiterung, respektive Aufstockung dieser Bauten war nicht möglich und der Zustand liess eine Weiterverwendung für nochmals zwanzig Jahre nicht zu.

Die Überbauungsordnung für das Areal stellt hohe Anforderung an die Gestaltung von Ersatzneubauten. Nicht ohne Grund: Das Gelände bildet eine Nahtstelle zwischen den Grosssiedlungen aus den 1960er- und 1970er-Jahren sowie dem Brännengut-Park und dem Neubauquartier Westside. Zudem werden Teile des Schulareals von einem kleinteilig bebauten Einfamilienhaus-Gürtel umfasst. Eine Studie zeigte, dass der dreigeschossige Standard-Pavillon (Modular-X) sich in diesem Umfeld städtebaulich nicht befriedigend einordnen lässt. Deshalb erfolgte eine Weiterentwicklung des Systems, die mit dem dreigeschossigen Standard-Pavillon der Stadt Bern jedoch kompatibel ist.

Die in Brünnen realisierte Variante ist aus städtebaulichen Gründen zweigeschossig. Sie wird im Unterschied zum Standard-Typ vertikal über eine räumlich integrierte Treppenanlage erschlossen und weist einen innenliegenden Korridor auf, der pro Geschoss zwei Zimmerschichten mit insgesamt fünf Haupträumen erschliesst. Drei dieser Pavillons stehen locker angeordnet auf dem Areal und bilden zusammen mit der bestehenden kleinen Sporthalle, ein stimmiges Ensemble. Durch die Zweigeschossigkeit und den Versatz am Gebäudeende orientiert sich die Volumetrie der drei Pavillons an derjenigen der direkt angrenzenden

Bebauung. Zusammen mit der bestehenden Turnhalle bilden die drei Gebäude ein stimmiges Ensemble, mit einem gemeinsamen Zentrum, das durch ein offenes Pausendach betont wird. Die vier Gebäude sind sorgfältig in die gestaltete Umgebung eingefügt. Ein Wegnetz verbindet die Schulbauten miteinander und erschliesst die Anlage quartierseitig aus mehreren Richtungen.



Abbildung 4: Schulanlage Brünnen Bern

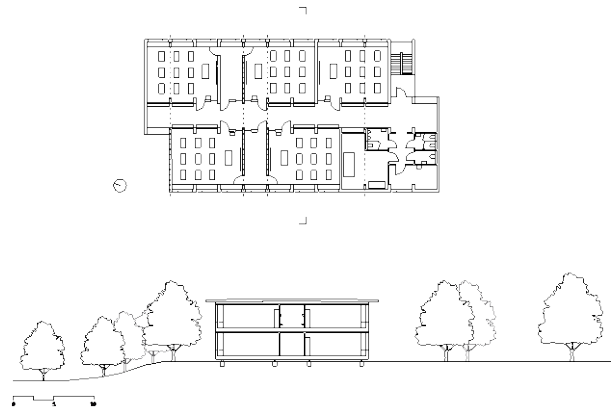


Abbildung 5: Regelgeschoss und Schnitt, Brünnen Bern

Zwei versetzt angeordnete Gebäudehälften

Basis der drei Pavillons bilden im Werk vorgefertigte Module mit 3 Metern Breite, 9.42 Metern Länge und 3.45 Metern Höhe, ein überlanges Modul bildet jeweils den Abschluss. Die beiden grösseren Bauten bestehen pro Geschoss aus jeweils 22 Modulen, beim kleineren, um eine Achse kürzeren Pavillon, sind es 20 Module pro Geschoss. Die einzelnen Module stehen jeweils quer zur Korridorachse und umfassen die Tiefe der Klassenraumschicht und die Hälfte der Korridorbreite. Durch den Versatz der Gebäudehälften konnte nicht nur das Volumen optisch reduziert werden, sondern an beiden Enden einen räumlichen Abschluss als Aufenthaltszone mit seitlichem Lichteinfall geschaffen werden.

Das Fassadenelement der einzelnen Module wird strukturiert über ein durchlaufendes Brüstungselement mit einer vorvergrauten Holzlattung und einem grossen, fest verglasten Fenster mit einem Lüftungsflügel, der durch ein verzinktes Lochblech abgedeckt ist. Durch die Addition der Module bilden die Längsseiten eine feingliedrige Bandfensterfassade. Gelbe Stoffmarkisen bilden einen kräftigen Kontrast zur dezenten Farbigkeit der Pavillons. Die seitlichen Fassaden der Gebäude sind – analog zu den Brüstungen der Längsseiten – mit Holzlatten verkleidet.

Das bauliche Grundprinzip ist bei allen drei Pavillons gleich: Die einseitig belichteten Schulzimmer, Gruppen- und Nebenräume docken links und rechts am zentralen Korridor an. Um die Bauzeit kurz zu halten, wurden die Module weitgehend im Werk vorgefertigt. So konnte jedes Gebäude vor Ort innert einer Woche aufgerichtet werden. Die gesamte Bauzeit betrug nur gerade zehn Monate von der Bestellung bis zum Bezug. Die innere Optik der Pavillons unterscheidet zwischen dem Korridorbereich und der Zimmerschicht. Die Korridorwände wurden mit naturbelassenen Dreischichtplatten verkleidet, die Eingangsfronten zu den Zimmern sind in Dunkelgrün gehalten und raumhoch verglast. Die Decken der Erschliessungsachse bestehen ebenfalls aus Dreischichtplatten, die aber hellgrau gestrichen wurden. Die Wände der Schul-, Gruppen- und Nebenräume wurden mit demselben Material verkleidet, die Decken bestehen aus naturbelassenen, hölzernen Akustikelementen, die den Zimmern eine warme Atmosphäre verleihen.



Abbildung 6: Hochgradige Vorfabrikation der Module

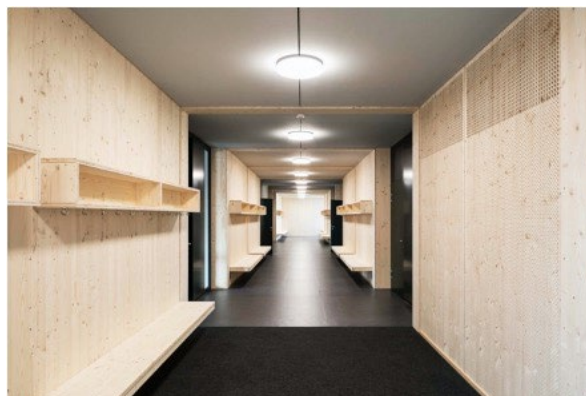


Abbildung 5: Gangsituation nach Fertigstellung

Korridor als Lüftungskanal

Viel Wert gelegt wurde auf eine effiziente Energienutzung sowie ein gutes Raumklima. In den Brüstungen untergebrachte, hocheffiziente Konvektionselemente ermöglichen im Winter zu heizen und im Sommer sanft zu kühlen. Die Wärmezufuhr erfolgt über eine Luft-Luft-Wärmepumpe. Photovoltaikmodule auf den Dächern liefern Strom für rund 50 Haushalte, was den Energiebedarf der Schule bei weitem deckt.

Die Versorgung der Räume mit Frischluft erfolgt einerseits über die in die Fassaden integrierten Lüftungsflügel, andererseits über eine mechanische Belüftung. Für die Luftführung wird der Korridor als Zu- und Abluftkanal benutzt und kommt somit ganz ohne horizontal geführte Rohrleitungen aus. Ein Lüftungsgerät mit Wärmetauscher saugt Frischluft an der Fassade an und bläst sie im unteren Drittel des Korridors ein. Dadurch entsteht am Korridorboden ein Frischluftsee. Verbundlüfter transportieren die Luft vom Korridor in die Schulzimmer. Dort erwärmt sie sich, steigt nach oben und wird durch einen leichten Unterdruck in den Deckenbereich des Korridors zurückgesogen, von wo aus sie wieder in die Lüftungszentrale gelangt. Zusätzlich wird die Luft auch in den WC`s abgesogen und ebenfalls zum Lüftungsgerät zurückgeführt. Dieses innovative Lüftungskonzept weist grosse Vorteile auf gerade für die modulare Bauweise, da die technischen Anschlüsse zwischen den Modulen beträchtlich reduziert werden können.

Mehr als ein Provisorium

Durch die sorgfältige städtebauliche Einbettung, die hochwertige Holzbauweise und die effiziente Energienutzung sind die drei neuen Schulpavillons weit mehr als provisorischen Ausweichraum. Vielmehr bilden sie zusammen mit der bestehenden Turnhalle eine vollwertige Schulanlage, die sich dank einem vielfältigen Raumprogramm sowohl für die Grund- als auch für die Oberstufe eignet. Die auf den ersten Blick von aussen identisch daher kommenden Pavillons bieten neben Klassen- und Grupperäumen auch Raum für die Lehrpersonen, speziell ausgerüstete Schulzimmer für die naturwissenschaftlichen Fächer und den Werkunterricht oder Einrichtungen für den Tagesschulbetrieb samt zugehöriger Küche. Und nicht zuletzt wertet die neue Schulanlage das Quartier auf, ergänzt das Freiraumangebot und erweitert den Grünraum des angrenzenden Brunnengut-Parks. Und werden die Pavillons dereinst einmal nicht mehr gebraucht, kann man sie dank der systematischen Bauweise problemlos andernorts weiterverwenden.

5. Aus- und Weitblick

Die Vorteile der Systembauweise, die am Beispiel des Projekts in Brünnen exemplarisch für die Planung und Erstellung von Schulraum aufgezeigt wurden, gilt es auch auf Wohn- und andere Nutzungen zu übertragen. Auch hier sind die Anforderungen an das System hoch und es gilt, mit sinnvoller Standardisierung und Systematisierung einen dauerhaften architektonischen Mehrwert zu schaffen. Bei unserem Plädoyer für die systematische Bauweise geht es um Vielfalt und langlebige Baukultur – nicht um Masse zu möglichst günstigem Preis.

Unter diesem Aspekt ist Bauart davon überzeugt, dass die Zeit für die systematische Bauweise in Holz reifer ist, denn je. Diese Bauweise wird in Zukunft einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der anstehenden Herausforderungen leisten. Wir wollen diese Denk- und Bauweise nicht nur projektbezogen im Rahmen unseres eigenen Schaffens weiterentwickeln, sondern im breiten Austausch. Mit der Plattform **modulart.ch*** betreiben wir ein Labor, um die systematische Denk- und Bauweise mit ihren vielfältigen Vorteilen, dem hohen architektonischen Qualitätsanspruch in verschiedensten Facetten zu beleuchten, und wegweisende Projekte, Forschungsarbeiten und visionäre Bauherren, Architekt:innen, Planende und Unternehmer:innen vorzustellen. Damit wird der *State of the Art* dieser Denk- und Bauweise geprägt. Die Vernetzung von Erfahrungen aus unterschiedlichsten Bereichen im Rahmen der Modulart-Partnerschaften bildet einen Kompetenzpool und ermöglicht es, Behörden und Entwickler sowie institutionelle Bauträger:Innen und Private für diese Bauweise zu gewinnen.

Innovative Ansätze entstehen da, wo Bauträger, Planende und Ausführende bereit sind, im offenen Austausch experimentelle Konzepte zu entwickeln, Standards zu hinterfragen und Ansätze zu testen. **modulart.ch** rückt diese Aspekte ins Zentrum und engagiert sich für die Debatte um Qualität, Nachhaltigkeit und architektonische Vielfalt.

*Modulart.ch basiert auf einer Initiative von Bauart Architekten und Planer AG.

Das Planungsbüro beschäftigt an den drei Standorten Bern, Zürich und Neuchâtel über 60 Mitarbeitende. Die Arbeit von Bauart ist geprägt vom Willen, einen nachhaltigen Beitrag zur aktuellen Baukultur zu leisten. Eine differenzierte Haltung in städtebaulicher Hinsicht, der gezielte Umgang mit verschiedenen Materialien und Entschiede unter Einbezug der gesellschaftlichen Relevanz zeichnen die Arbeiten aus. Die Schwerpunkte der Tätigkeit sind Projektierung und Ausführung von Neu- und Umbauten, nachhaltige Konzepte, strategische Planung, Expertisen, Projektentwicklung und Projektmanagement, Teilnahme an Wettbewerben sowie Mitarbeit in Fachverbänden (SIA / SWB / Swissolar / Solar Swiss Connect / Cobaty International / Association Ecoparc / Countdown 2030) und Innovation in Studien, wie auch Mitarbeit in und Unterstützung von Forschungstätigkeiten.

Einfluss der Gebäudehöhe auf den Schallschutz im modularen Geschossbau – aktuelle Messungen vom Luisenblock West, Berlin

Hendrik Reichelt
Kaufmann Bausysteme GmbH
Reuthe, Österreich



Einfluss der Gebäudehöhe auf den Schallschutz im modularen Geschossbau - aktuelle Messungen vom Luisenblock West, Berlin

1. Einleitung

Die Geschichte von KAUFMANN BAUSYSTEME GMBH beginnt mit Holz. Ganz natürlich. Statt von Innovation sprach man vor über 65 Jahren von Weiterentwicklung und von der bestmöglichen Nutzung des Werkstoffes Holz. Ganz im Sinne der Wirtschaftlichkeit und der Nachhaltigkeit. Daran hat sich bis heute nichts verändert.

Mit dem Projekt Hotel Ammerwald in Reutte, Österreich, gelang es 2009 das erste Großprojekt in Modulbauweise umzusetzen. Damit wurde der Startschuss für das serielle Bauen mit Holzmodulen gesetzt, wo zuvor der Holzmodulbau nur für kleine Anbauten oder Einzimmerapartments angewandt wurde. Weitere Projekte mit immer wiederkehrenden, gleichen Wohneinheiten für Hotels, Gesundheitszentren und Studentenwohnheimen konnten in der Folge umgesetzt werden. Mit dem Studentenwohnheim «Woodie», einem 6-geschossigen Gebäude mit Brettsperrholz als sichtbares Material für die Tragstruktur, konnte das erste Holzgebäude in Gebäudeklasse 5 in Hamburg errichtet werden.



Abbildung 1: Hotel Ammerwald, Reutte; AT
©Adolf Bereuter



Abbildung 2: Woodie; Hamburg; DE
©Götz Wrage

Neben den, für sich als geschlossene Apartments, eingesetzten Raummodulen hat sich die Modulbauweise auch für die Herstellung von Wohnhäusern für Mehrzimmerwohnungen, sowie Schul- und Bürogebäuden etabliert. Das bisher größte von Kaufmann Bausysteme umgesetzte Bauprojekt ist das Bürogebäude auf dem Luisenblock West in Berlin. Das Bürogebäude (17.100 GBF) mit 400 Büros, bestehend aus 455 einzelnen Raummodulen, wurde in einer Bauzeit von weniger als 15 Monaten fertiggestellt und im Dezember 2021 an den Bauherrn übergeben.



Abbildung 3: Luisenblock West; Berlin; DE © Sauerbruch Hutton Gesellschaft von Architekten mbH

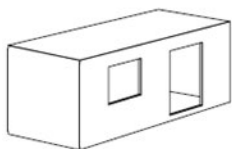
Alle diese seriell gefertigten Projekte sind für sich immer Prototypen gewesen, die für die Baugenehmigung den örtlichen Anforderungen an die Tragfähigkeit, den Brandschutz, die Energieeffizienz, ... und den SCHALLSCHUTZ entsprechen mussten.

Der Nachweis für die Erfüllung der Schallschutzanforderungen kann bisher in der Holzmodulbauweise nur über Bauschallmessungen vor Ort erbracht werden. Für einen rechnerischen Nachweis steht derzeit kein bauaufsichtlich eingeführtes Bemessungskonzept zur Verfügung. Das planerische Risiko für den Schallschutz liegt somit bei der ausführenden Firma. Um dieses Risiko für Kaufmann Bausysteme stetig zu minimieren werden schallschutzspezifische Fragestellungen bei laufenden Bauprojekten untersucht.

Bei dem Projekt Luisenblock West wurde der Einfluss der Geschoßhöhe auf den Luft- und Trittschallschutz der Geschoßdecken durch eine systematische Messreihe untersucht, die im vorliegenden Beitrag diskutiert wird.

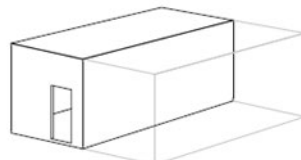
2. Besonderheiten der Raummodulbauweise in Bezug auf den Schallschutz

Die dreidimensionalen Raummodule werden bei Kaufmann Bausysteme ausschließlich in holzmassivbauweise errichtet und in einer Werkhalle vorgefertigt. Der Vorfertigungsgrad kann hierbei bis hin zu der fest installierten Möblierung ausgeweitet werden. Jedenfalls können alle Oberflächen, Anschlüsse und Installationen in hoher Qualität vorgefertigt und die Montagezeiten auf der Baustelle auf ein Minimum reduziert werden. Die Module werden für gewöhnlich als Quader ausgeführt und bestehen aus vier rechteckigen Wandelementen, einem Boden- und einem Deckenelement. Wird aus mehreren Modulen ein Raum errichtet, zum Beispiel für ein größeres Büro oder Klassenzimmer, so werden Wandelemente durch Träger und Stützen ersetzt.



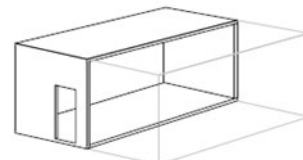
Einzelmodul
1 Raummodul = 1 Haus

Kleinwohnung, Büro,
Anbau, Ausstellungsraum



geschlossenes Modul
1 Raummodul = 1 Raum

Hotel, Pflegeheim,
Studentenheim



offenes Modul
x Raummodule = 1 Raum

Wohnbau, Schule,
Kindergarten, Büro

Abbildung 4: Module mit unterschiedlichen Öffnungen (Quelle: zuschnitt 67 Raumstapel S.6; proHolz Austria)

Durch die Fügung der Module auf der Baustelle zu einem Gebäude findet man im Gegensatz zum zweidimensionalen Elementbau immer «doppelte» Trennwände und -decken, die zueinander einen bestimmten Abstand haben. Dies mag auf den ersten Blick zu Mehrkosten führen. Diese werden jedoch durch andere Vorteile, wie eine kurze Bauzeit kompensiert. Zusätzlich sind Vorsatzschalen meist überflüssig. Daraus resultiert, dass die Oberflächen der tragenden Trennwände und -decken optimaler Weise in Holz-sichtoberflächen, allenfalls mit einem Anstrich, ausgeführt werden.

Die Mehrschaligkeit der Wände und Decken wirkt sich auf die Direktschallübertragung (durgezogene Linie) positiv aus. Das Fehlen von Vorsatzschalen ist für die Schallübertragung über die Schallnebenwege (gestrichelte Linie) bei den Decken von Nachteil. Aus diesem Grund werden übereinanderliegende Module auf Elastomerlager gestellt. Der Vergleich der Regeldetails der konventionellen Brettsperrholzbauweise in Abbildung 5 und der Holzmodulbauweise in Abbildung 6 verdeutlicht wie bedeutend das Elastomerlager für die Unterbindung der Schallübertragung über die Schallnebenwege ist.

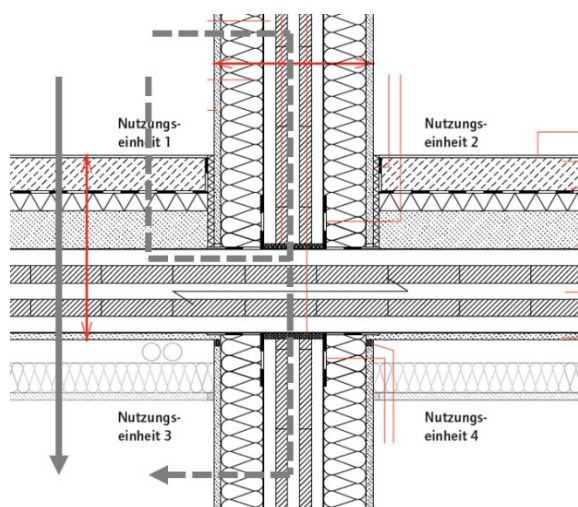


Abbildung 5: Knotendetail Massivholzbauweise
(Quelle: Bauteilfügung twmxgdm02
www.dataholz.eu)

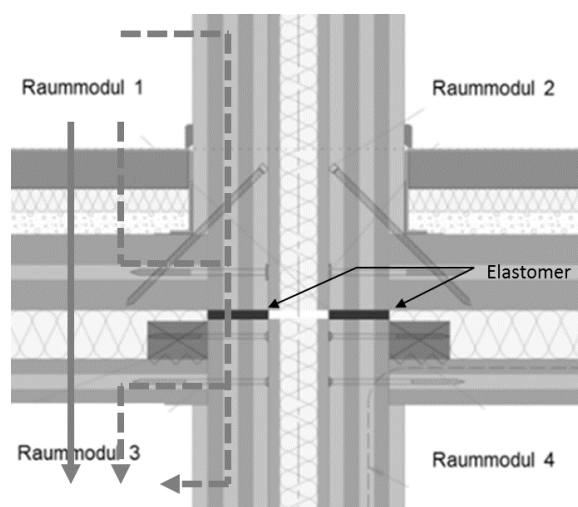


Abbildung 6: Knotendetail Holzmodulbauweise
(Quelle: Kaufmann Bausysteme GmbH)

Um eine optimale Entkopplung durch die Elastomerlager erzielen zu können, müssen diese aufgrund der vorherrschenden statischen Belastung nach ihrer statischen Belastbarkeit ausgewählt werden. Als Modell für die Auslegung der Lager wird das Prinzip des Ein-Massenschwingers herangezogen und die vorherrschende Eigenfrequenz f_0 bestimmt, die wiederum als Indiz für die Wirksamkeit der Entkopplung herangezogen wird. Auf die genaue Schwingungslehre wird an dieser Stelle nicht eingegangen und auf [1] verwiesen. Die Eigenfrequenz f_0 ist bekanntermaßen proportional von der mitschwingenden Masse m (Gewicht der Module) und der Federsteifigkeit k (dyn. Steifigkeit des Elastomerlagers) abhängig. Dies bedeutet, dass mit steigender Auflast die Steifigkeit des Elastomerlagers erhöht werden kann um die gleiche Abstimmfrequenz zu erhalten. In der Baupraxis werden in einem Gebäude deshalb je Etage unterschiedlich steife Lager eingebaut, von weicher oben nach steifer unten.

Ob diese Theorie des Ein-Massenschwingers auf die Holzmodulbauweise anzuwenden ist wurde mit der im Folgenden diskutierten Messreihe untersucht.

3. Beschreibung der Messreihe am Bürogebäude Luisenblock West

Der Luisenblock West ist ein 7-geschossiges Bürogebäude (EG + 6 OG) in Massivholzmodulbauweise das in einer H-Form orientiert ist. An dem Erschließungskern in Beton-Massivbauweise (Querstich im H) schließen die Holzmodule in alle vier Richtungen an.

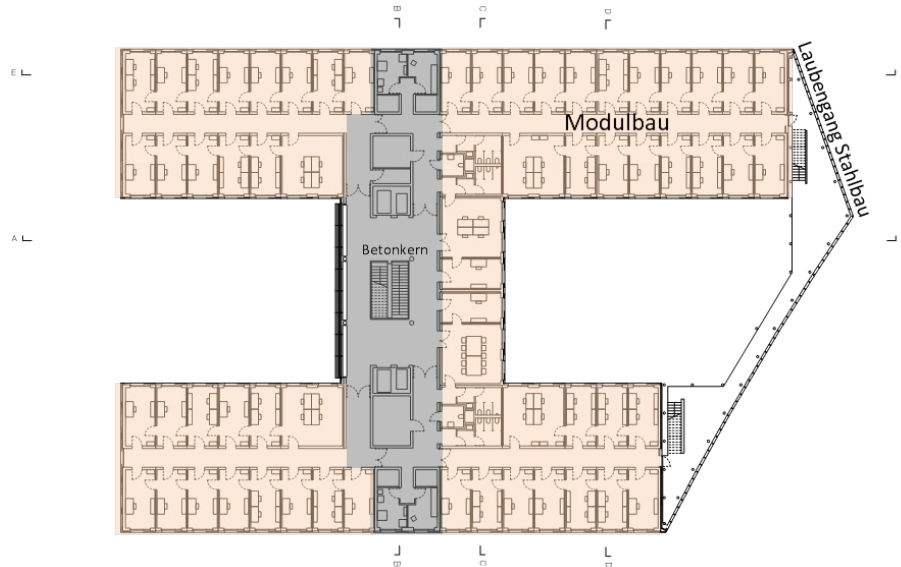


Abbildung 7: Grundriss Luisenblock West © Kaufmann Bausysteme GmbH



Abbildung 8: Längsschnitt Luisenblock West © Kaufmann Bausysteme GmbH

Zur Untersuchung des Einflusses der Gebäudehöhe auf den Luft- und Trittschallschutz in der Geschößtrennung wurden insgesamt 44 Trittschallmessungen und 14 Luftschallmessungen an jeweils übereinanderliegende Büros durchgeführt (Siehe ↓ in Abbildung 8). Bei der Auswahl der übereinanderliegenden Räume für die Schallschallmessung wurde darauf geachtet, dass Module mit unterschiedlicher Orientierung im Gebäude ausgesucht wurden.

Die Anforderungen an den Trittschall wurden mit einem bewerteten Normtrittschallpegel $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$ und für den Luftschall mit einem bewerteten Bau-Schalldämmmaß $R'_{(w)} \geq 54 \text{ dB}$ vom Bauherren festgelegt.

Das holzbau handbuch Reihe 5 Teil 3 Folge 1 Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung [2] definiert das Schallschutzniveau mit Basis, Basis+ und Komfort in Tabelle 2 auf Seite 13. Anhand dieser Tabelle ist die Qualität der verbauten Situation im vorliegenden Projekt besser einzuordnen. Für sämtliche Messungen werden deswegen die Messergebnisse inkl. der Spektrumsanpassungswerte zur Berücksichtigung der Frequenzen ab 50 Hz mit ausgewertet.

Tabelle 2 Normative Anforderung und Empfehlung für wichtige Zielwerte			
1	Schallschutzniveau		
	2	3	4
Bauteil / Übertragungsweg:	BASIS \triangle DIN 4109-1:2018	BASIS +	KOMFORT
1 Wohnungstrennwand	$R'_{w} \geq 53$ dB	$R'_{w} \geq 56$ dB	$R'_{w} \geq 59$ dB
2 Reihenhaustrennwand	$R'_{w} \geq 62$ dB	$R'_{w} \geq 62$ dB $R_w + C_{50-5000} \geq 62$ dB ^{1) 5)}	$R'_{w} \geq 67$ dB $R_w + C_{50-5000} \geq 65$ dB ^{1) 5)}
3 Wohnungstrenndecke	$R'_{w} \geq 54$ dB	$R'_{w} \geq 57$ dB	$R'_{w} \geq 60$ dB
4 Wohnungstrenndecke Trittschallpegel	$L'_{n,w} \leq 53$ dB ³⁾	$L'_{n,w} \leq 50$ dB $L_{n,w} + C_{150-2500} \leq 50$ dB ²⁾	$L'_{n,w} \leq 46$ dB $L_{n,w} + C_{150-2500} \leq 47$ dB ²⁾
5 Dachterrassen und Loggien mit darunterliegenden Wohnräumen	$L'_{n,w} \leq 50$ dB	$L'_{n,w} \leq 50$ dB	$L'_{n,w} \leq 46$ dB
6 Decken unter Laubengängen (in alle Schallausbreitungsrichtungen)	$L'_{n,w} \leq 53$ dB	$L'_{n,w} \leq 50$ dB	$L'_{n,w} \leq 46$ dB
7 Treppenlauf und Treppenpodest	$L'_{n,w} \leq 53$ dB	$L'_{n,w} \leq 50$ dB	$L'_{n,w} \leq 46$ dB
8 Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109			Anforderungen nach DIN 4109 inkl. Berücksichtigung $c_{tr,50-5000}$ für das opake Bauteil ⁴⁾
9 Weitere Bauteile	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-5:2019 ⁶⁾

¹⁾ ergänzender Luftschallanforderungswert nur ans Bauteil ohne Flanken
²⁾ ergänzender Trittschallanforderungswert nur ans Bauteil ohne Flanken
³⁾ Sonderregelung für Deckenkonstruktionen, die der DIN 4109-33:2016 zuzuordnen sind, ansonsten $L'_{n,w} \leq 50$ dB
⁴⁾ Für Fensterflächenanteile über 30% gesonderte Betrachtung, reine Bauteilanforderung
⁵⁾ Anforderung an die Doppelschalenwand, beide Wände
⁶⁾ nach jeweils gültiger Fassung oder E-DIN 4109-5:2018

Abbildung 9: Tabelle 2 Normative Anforderungen und Empfehlungen für wichtige Zielwerte aus holzbau handbuch R3T3F1 [2]

3.1. Auswertung Trittschallmessungen

Für die Trittschallmessungen wurde an 7 Positionen (vgl. Abbildung 9) übereinanderliegenden Räumen vom 6. bis zum 1.(wo möglich auch ins EG) ausgewählt.



Abbildung 10: Positionen der Trittschallmessungen ©Kaufmann Bausysteme GmbH

Die Auswahl der Messpositionen wurde so getroffen, dass neben dem Einfluss der Geschobhöhe weitere Faktoren untersucht werden können, die möglicherweise das Trittschallmessergebnis beeinflussen. Es wurde darauf geachtet, dass vergleichbare Situationen mindestens an zwei unterschiedlichen Stellen im Gebäude gemessen wurden.

- TS .233 Büro als Eckmodul mit Anschluss an die Fluchttreppe
- TS .277 Büro als Modul mit Anschluss an die Brandwand
- TS .241 Büro aus zwei Modulen mit Anschluss an Beton Kern
- TS .338 Büro aus zwei Modulen mit Anschluss an Beton Kern
- TS .330 Büro als Modul zwischen anderen Modulen
- TS .335 Büro als Modul zwischen anderen Modulen
- TS .333 Büro als Eckmodul

Zusätzlich wurden zur Kontrolle auch noch Stichprobenmessungen an weiteren Stellen im Gebäude gemacht.

Für die Auswertung der Messergebnisse wurden folgende Vergleiche angestellt und auf den Einfluss der Geschobhöhe geachtet.

1. TS .233 mit TS .333 und TS .227
2. TS .330 mit TS .335
3. TS .241 mit TS .338
4. TS .233, .277, .330, .333, .335 mit TS .241, .338

Beispielhaft wird an dieser Stelle die Auswertung für den ersten Vergleich dargestellt. Die Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3 zeigen die bewerteten Einzählwerte der Messungen. Die Ergebnisse sind in Bezug zur Gebäudeausrichtung in absteigender Richtung angeführt. (oberste Zeile Messung vom 6. ins 5. Geschoss, nächste Zeile Messung vom 5. ins 4. Geschoss usw.)

Tabelle 1: Einzahlwerte Trittschallmessungen Position .233

Messung	M-Nr.	Senderraum (SR)	SR Stockwerk	SR Volumen	Empfangsraum (ER)	ER Stockwerk	ER Volumen	Fläche Trennteil	Lage der Räume zueinander	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w}+Ci$	$L'_{n,w}+Ci50$
TS	001	6.233	6	51 m ³	5.233	5	49 m ³	18 m ²	übereinander	41	43	51
TS	002	5.233	5	49 m ³	4.233	4	49 m ³	18 m ²	übereinander	42	44	49
TS	003	4.233	4	49 m ³	3.233	3	49 m ³	18 m ²	übereinander	44	44	51
TS	004	3.233	3	49 m ³	2.233	2	49 m ³	18 m ²	übereinander	41	43	51
TS	005	2.233	2	49 m ³	1.233	1	49 m ³	18 m ²	übereinander	42	43	50
TS	006	1.233	1	49 m ³	0.233	0	49 m ³	18 m ²	übereinander	43	44	49
							Anzahl	6	Mittelwert	42,167	43,5	50,2
									Max	44	44	51
									Min	41	43	49
									Standardabw.	1,169	0,548	0,98

Tabelle 2: Einzahlwerte Trittschallmessungen Position .333

Messung	M-Nr.	Senderraum (SR)	SR Stockwerk	SR Volumen	Empfangsraum (ER)	ER Stockwerk	ER Volumen	Fläche Trennteil	Lage der Räume zueinander	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w}+Ci$	$L'_{n,w}+Ci50$
TS	028	6.333	6	51 m ³	5.333	5	49 m ³	18 m ²	übereinander	41	43	51
TS	031	5.333	5	49 m ³	4.333	4	49 m ³	18 m ²	übereinander	43	45	52
TS	039	4.333	4	49 m ³	3.333	3	49 m ³	18 m ²	übereinander	44	45	51
TS	042	3.333	3	49 m ³	2.333	2	49 m ³	18 m ²	übereinander	44	46	52
TS	045	2.333	2	49 m ³	1.333	1	49 m ³	18 m ²	übereinander	42	43	50
							Anzahl	5	Mittelwert	42,8	44,4	51,2
									Max	44	46	52
									Min	41	43	50
									Standardabw.	1,3038	1,342	0,84

Tabelle 3: Einzahlwerte Trittschallmessungen Position .227

Messung	M-Nr.	Senderraum (SR)	SR Stockwerk	SR Volumen	Empfangsraum (ER)	ER Stockwerk	ER Volumen	Fläche Trennteil	Lage der Räume zueinander	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w}+Ci$	$L'_{n,w}+Ci50$
TS	007	6.227	6	51 m ³	5.227	5	49 m ³	18 m ²	übereinander	40	42	50
TS	008	5.227	5	49 m ³	4.227	4	49 m ³	18 m ²	übereinander	41	44	53
TS	009	4.227	4	49 m ³	3.227	3	49 m ³	18 m ²	übereinander	44	45	52
TS	010	3.227	3	49 m ³	2.227	2	49 m ³	18 m ²	übereinander	43	44	51
TS	011	2.227	2	49 m ³	1.227	1	49 m ³	18 m ²	übereinander	44	45	51
							Anzahl	5	Mittelwert	42,4	44	51,4
									Max	44	45	53
									Min	40	42	50
									Standardabw.	1,8166	1,225	1,14

Vergleicht man die Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ dieser 16 Trittschallmessungen sieht man, dass zwischen dem maximalen Wert mit 44 dB und dem minimalen Wert von 40 dB gerade einmal 4 dB unterschied sind. Eine Tendenz, dass die Gebäudehöhe eine Rolle spielt, kann aus diesen Messungen nicht wirklich abgeleitet werden. Vergleicht man die Norm-Trittschallpegel inkl. Spektrumanpassungswert $L'_{n,w} + C_{150-2500}$ ist ein Zusammenhang mit der Geschoßhöhe in keinsten Weise herzustellen. Die gleichen Erkenntnisse konnten bei den Vergleichen 2. bis 4. auch festgestellt werden.

3.2. Auswertung der Luftschallmessungen

Für die Luftschallmessungen wurde an 2 Positionen übereinanderliegender Räume vom 6. bis zum 1. Geschoß (wo möglich auch ins EG) ausgewählt:

- LS. 335 Büro als Modul zwischen anderen Modulen
- LS. 241 Büro aus zwei Modulen mit Anschluss an Beton Kern

Zusätzlich wurden noch Stichprobenmessungen an anderer Stelle im Gebäude gemacht (LS .227 und LS .330). Die Positionen sind im Grundriss in Abbildung 11 dargestellt.



Abbildung 11: Positionen der Luftschallmessungen ©Kaufmann Bausysteme GmbH

Der Vergleich aller 14 Luftschallmessungen (siehe Tabelle 4 und Tabelle 5) zeigt für das bewertete Bau-Schalldämmmaß $R'_{(w)}$ einen maximalen Wert mit 66 dB und einen minimalen Wert von 58 dB. Die Messungen liegen somit bis zu 8 dB auseinander. Wird in der Bewertung der Spektrumsanpassungswert $C_{50-5000}$ mit betrachtet, liegt das Schalldämmmaß mit einem Maximum von 61 dB und einem Minimum von 55 dB 6 dB auseinander. Etwas verwunderlich ist, dass sich bei den Büros aus 2 Modulen beim $R'_{(w)}$ die größte Streuung (66 dB bis 58 dB) zeigt, jedoch unter Betrachtung des $C_{50-5000}$ der Unterschied nur noch bei 2 dB liegt (57 dB bis 56 dB). Grundsätzlich ist bei den Luftschallmessung ein geringer Zusammenhang zwischen dem Bau-Schalldämmmaß und der Gebäudehöhe erkennbar.

Tabelle 4: Einzahlwerte Luftschallmessungen bei Büros aus einem Modul

Messung	M-Nr.	Senderraum (SR)	SR Stockwerk	SR Volumen	Empfangsraum (ER)	ER Stockwerk	ER Volumen	Fläche Trennbau teil	Lage der Räume zueinander	R'_{w}	$R'_{w}+C_{50}$
LS	036	6.330	6	51 m ³	5.330	5	49 m ³	18 m ²	übereinander	63	61
LS	053	5.335	5	49 m ³	4.335	4	49 m ³	18 m ²	übereinander	64	61
LS	052	5.330	5	49 m ³	4.330	4	49 m ³	18 m ²	übereinander	65	60
LS	051	5.227	5	49 m ³	4.227	4	49 m ³	18 m ²	übereinander	61	58
LS	057	4.330	4	49 m ³	3.330	3	49 m ³	18 m ²	übereinander	61	58
LS	062	3.330	3	49 m ³	2.330	2	49 m ³	18 m ²	übereinander	59	57
LS	059	3.227	3	49 m ³	2.227	2	49 m ³	18 m ²	übereinander	59	56
LS	064	2.330	2	49 m ³	1.330	1	49 m ³	18 m ²	übereinander	59	57
							Anzahl		8 Mittelwert	61,375	58,5
									Max	65	61
									Min	59	56
									Standardabw.	2,3867	1,93

Tabelle 5: Einzahlwerte Luftschallmessungen bei Büros aus zwei Modulen

Messung	M-Nr.	Senderraum (SR)	SR Stockwerk	SR Volumen	Empfangsraum (ER)	ER Stockwerk	ER Volumen	Fläche Trennbau teil	Lage der Räume zueinander	R'_{w}	$R'_{w}+C_{50}$
LS	020	6.241	6	106 m ³	5.241	5	101 m ³	37 m ²	übereinander	66	57
LS	050	5.241	5	101 m ³	4.241	4	101 m ³	37 m ²	übereinander	58	56
LS	056	4.241	4	101 m ³	3.241	3	101 m ³	37 m ²	übereinander	62	57
LS	058	3.241	3	101 m ³	2.241	2	101 m ³	37 m ²	übereinander	62	57
LS	063	2.241	2	101 m ³	1.241	1	101 m ³	37 m ²	übereinander	59	55
LS	065	1.241	1	101 m ³	0.241	0	101 m ³	37 m ²	übereinander	59	55
							Anzahl		6 Mittelwert	61	56,2
									Max	66	57
									Min	58	55
									Standardabw.	2,9665	0,98

4. Schlussfolgerung

Die Frage ob die Geschöbhöhe auf den Luft- und Trittschallschutz in einem Modulgebäude von Kaufmann Bausysteme einen Einfluss hat konnte geklärt werden.

Im Bereich des Luftschallschutzes kann eine leichte Tendenz erkannt werden, dass die Gebäudehöhe einen Einfluss auf die Schalpegeldifferenz hat. Die Basis + Anforderung konnte jedoch für alle Luftschallmessungen bestätigt werden.

Die Ergebnisse der Trittschallmessungen haben gezeigt, dass der Einfluss der Geschöbhöhe auf die Qualität des Trittschalls keinen signifikanten Einfluss hat. Die Ergebnisse liegen deutlich unter dem, vom Bauherrn geforderten, bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$. Mit dieser Bauweise sollte auch das Schallschutzniveau Basis + erreichbar sein da der bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w} + C_{150-2500}$ inkl. Schallnebenwege im Bereich des geforderten Norm-Trittschallpegel $L_{n,w} + C_{150-2500} \leq 50 \text{ dB}$ für das reine Bauteil liegt. Die geringe Abweichung der Trittschallmesswerte von gesamt 4 dB deutet auf eine sehr robuste Bauweise hin und bestätigt die Leistungsfähigkeit der Modulbauweise.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Characteristics of acoustic layers for structural design of timber constructions; Hendrik Reichelt et al.; WCTE 2016 WIEN
- [2] Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung; holzbau handbuch Reihe 3 / Teil 3 / Folge 1; 1. Auflage 03/2019; Holzbau Deutschland-Institut e.V

Das Modul als Bauteil im Holz-Hybrid-Geschossbau

Tillmann Schütt
Gebr. Schütt KG
Landscheide-Flethsee, Deutschland



Das Modul als Bauteil im Holz-Hybrid-Geschossbau

1. Eine Branche im Umbruch

Die Baubranche steht unter Spannung. Das Bauen ist zu teuer geworden, die Branche hängt in der Digitalisierung hinterher, sie trägt wesentliche Verantwortung für den weltweiten Energieverbrauch, sie produziert Müll und verschwendet Ressourcen. Sie ist zu Recht in der Kritik. Und Bauen ist kompliziert geworden, unendlich viele komplexe Regeln machen allen Beteiligten das Leben schwer.

1.1. Der Blick auf die Kosten

Die Baukosten setzen sich je Gewerk aus Lohn, Geräten und Material zusammen, plus Planungsaufwand. Die Stellschrauben sind also begrenzt. Der Materialaufwand definiert sich im Wesentlichen aus den Anforderungen an das Tragwerk und an die Dämmung von Schall und Wärme. Hier ist der Gesetzgeber gefordert. Er definiert die Lastannahmen und Sicherheitsbeiwerte, fordert hohe Schalldämmwerte und geringstmögliche Wärmedurchgangskoeffizienten. Die Gebäudetechnik macht inzwischen bis zu 40 % der Baukosten aus. Hier etwas zu verändern ist wichtig, aber auch zäh. Größte Stellschraube ist daher der Lohn. Die teuersten Stunden sind die Stunden auf der Baustelle, denn diese sind mit Auslöse und Bauleitung beaufschlagt.

1.2. Fehlende Effizienzsteigerung

Betrachtet man die Entwicklung im konventionellen Bauen, sind die Stundensätze für übliche Tätigkeiten wie Mauerwerk und das Richten des Dachstuhles seit Jahrzehnten annähernd unverändert. Eine Effizienzsteigerung wie z.B. im Automobilbau findet man beim konventionellen Bauen nicht.

Abbildung 1:

Besser bauen. Mit Holz.		Effizienzsteigerung durch Automation + Standardisierung		S Schütt
VW				
2003	Golf V	44	Arbeitsstunden	
2008	Golf VI	35	“	
2019	Golf VII	26	“	
heute	VW ID3	16	“	
Ziel	E-Auto	10	“	

Eine erfreuliche Ausnahme ist die Entwicklung im seriellen Modulbau.

2. Serieller Modulbau

Laut Definition ist ein Modul eine immer wiederkehrende Grundeinheit. Das gilt sowohl für ein Wand- oder Deckenelement als auch für einen Raum. Wir sprechen bei uns von der 2D- oder 3D-Bauweise, und wir mischen diese durchaus.

Welche Bauweise man wählt, hängt von der Nutzung, der Typologie sowie der Lage eines Gebäudes ab. Die größte Freiheit in der Veränderung der Nutzung haben wir im Skelettbau mit vorgehängten Fassadenelementen. Tragwerk und Geschossflächen bleiben, während Technik und Fassade nach Jahrzehnten demontiert und ersetzt werden können. Bauelemente sind Stützen, Unterzüge, Decken- und Außenwandelemente – also 2D. Bei einer gewissen Anzahl an Geschossen und Wiederholungen kann der Einbau von Sanitär- und Technikmodulen sinnvoll sein, da sie die Installationsarbeiten auf der Baustelle deutlich verkürzen.

Materialien können im Hybridbau je nach Anforderung an Tragfähigkeit, Materialvorliebe und ökologischem Fußabdruck munter gemischt werden. Am Ende sollte jedes Unternehmen für sich die Bauweise / das Bausystem entwickeln, dass zu ihm passt.

Abbildung 2:


Besser bauen.
Mit Holz.

S
Schütt


Was mich inspiriert hat

Hermann Kaufmann


- LifeCycle Tower Dornbirn
- Illwerke Zentrum Montafon
- Wagner GmbH, Nüziders



© H. Kaufmann




© H. Kaufmann



© H. Kaufmann

Hubert Rhomberg
Bauen 4.0



Wir haben bereits vieles ausprobiert:

Abbildung 3:



Am Ende hat sich eine für uns gut geeignete Bauweise entwickelt, mit der wir sehr gut zurecht kommen und die eine schnelle Bauzeit ermöglicht. Inzwischen haben wir bei viergeschossigen Gebäuden Beton ab OK Bodenplatte weitestgehend aus dem Bauwerk verbannt.

Hybrid gilt auch in Bezug auf unsere Handwerker / Monteure: die Zimmerer helfen den Maurern, die Maurer den Dachdeckern und die Dachdecker den Zimmerern; je nach dem, was auf der Baustelle zu tun ist. Die Gewerkegrenze löst sich auf der Baustelle auf.

2.1. Voraussetzung für das serielle Bauen

Der Aufbau einer seriellen Produktion ist komplex. Es bedarf einer hohen Wiederholung, der Gleichmäßigkeit der Bauteile und damit an wiederkehrenden Arbeitsschritten. Dies gilt vor allem, wenn z.B. bei einem Badmodul verschiedenste Gewerke auf kleinstem Raum zusammenkommen: Der Elektriker, der Klempner, der Fliesenleger, der Maler und der Tischler – und dann auch noch in gegenseitiger Abhängigkeit wechselnd aufeinander folgend.

Wir haben erste Erfahrungen bei dem Bauvorhaben Studierenden-Wohnheim Ellener Hof Bremen sammeln können, als wir für das Projekt eine Produktionspartnerschaft mit dem Startup Tjiko eingegangen sind. Wir bauten gemeinsam mit Tjiko 66 Badmodule, die wir liebevoll Technikmodule nannten, da auf kleinstem Raum sehr viel Technik verbaut wurde:

Abbildung 4:



Die Erfahrungen aus diesem Projekt aber auch aus dem Kieler Projekt bestätigten die Entscheidung für den Einsatz von vorgefertigten Badmodulen. Auf der Baustelle Bremen haben die Module uns wesentlich geholfen, den Bau rechtzeitig fertigzustellen. Der von der Bauherrin ausgesprochene Verzicht auf Badmodule beim Bauvorhaben Kiel hingegen hat im Ausbau zu erheblichen Störungen geführt. Zugleich führten oben genannte kleinteilige Abhängigkeiten in der Produktion dazu, dass wir seitdem lieber Badmodule zukaufen und in unsere Raummodule oder 2D-Bauten einsetzen.

3. Bewertungskriterien für das Bauen von morgen

War die Energieeffizienz in den vergangenen dreißig Jahren die bestimmende Größe in der Bewertung von Gebäuden, so wird diese jetzt ergänzt durch die Bewertung der Klimawirkung eines Gebäudes. Diese wird Maßstab für zukünftige Fördermaßnahmen und wichtige Einflussgröße im Nachhaltigkeitsbericht der Nutzer sein. Hinzu kommt in absehbarer Zeit die Bewertung der Ressourceneffizienz eines Gebäudes, denn unsere Ressourcen sind endlich und wertvoll. Dazu gehört auch die Kreislauffähigkeit der verwendeten Materialien und Bauteile eines Gebäudes. Rückbaubarkeit und Wiederverwendbarkeit werden wichtige Parameter in der Planung von Gebäuden werden.

3.1. Datenbasiertes Planen

Die Baubranche liegt im Branchenvergleich über den Stand der Digitalisierung weit hinten. Hier besteht Aufholbedarf. Gleichzeitig bietet dieser Umstand denen, die sich darauf einlassen, große Chancen.

Abbildung 5:



Um die Bewertung von Gebäuden handhabbar zu machen, bedarf es der datenbasierten Planung kombiniert mit einem hohen Maß an Standardisierung.

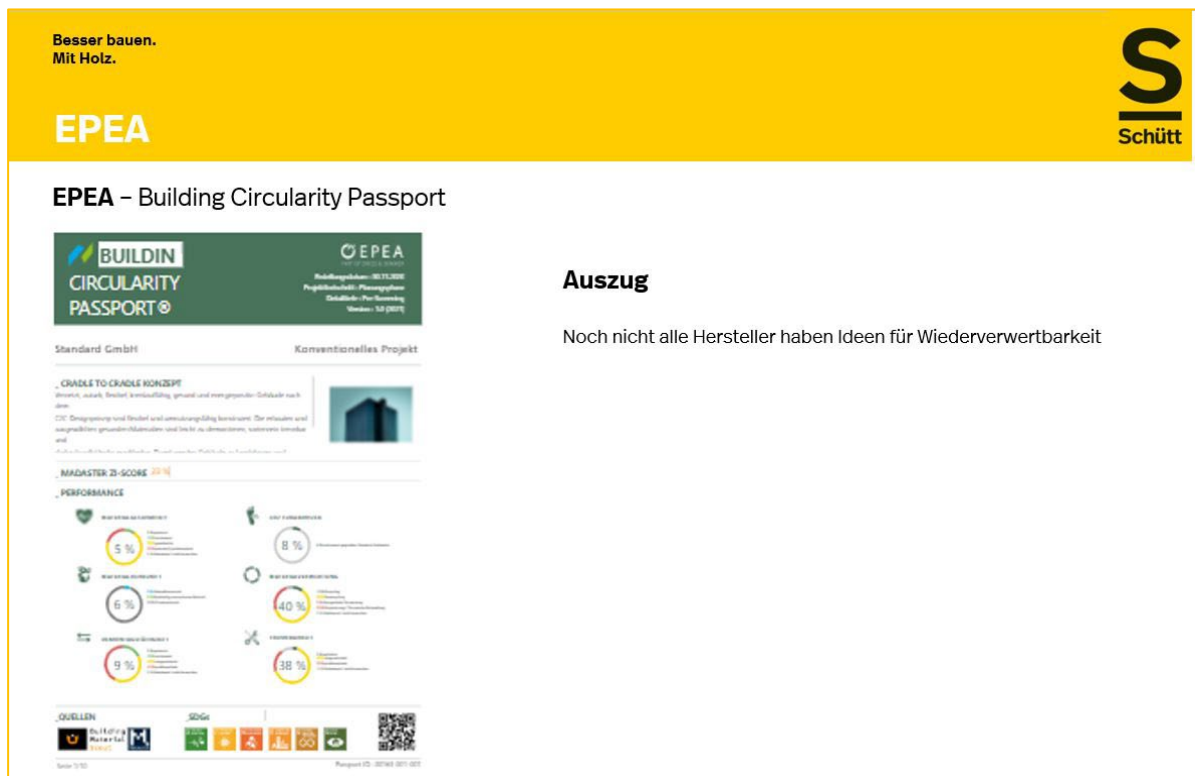
Bei uns bedeutete dies, dass wir unsere Vielfalt reduziert und uns auf bestimmte Ausführungsarten konzentriert haben. Diese haben wir weitestgehend standardisiert und deren Bauteilaufbauten und Details in Piktogrammen festgehalten. Dabei haben wir bei allen Aufbauten auch für die einzelnen Materialien Produkte definiert und Daten aus den EPDs ergänzt.

Wenn wir jetzt im Entwurf eines Gebäudes Linien ziehen, den Grundriss anlegen und diesen dann im 3D hochziehen, erhalten wir die über die Flächen die Materialmengen und über die EPDs eine Aussage über den Klimaeintrag des Gebäudes. Nun kann durch den Austausch der Materialien im 3D-Modell gespielt werden und der CO₂-Fußabdruck des Gebäudes optimiert werden. Im besten Fall – und daran arbeiten wir – ziehen wir die Kosten des Gebäudes dabei gleich mit aus dem Modell: Design to Cost.

Beim Bauvorhaben Innovatorium in Itzehoe haben wir unser Datenmodell an die EPEA gegeben und uns einen Building Circularity Passport erstellen lassen, um anschließend die Materialdaten auf Madaster hochzuladen. Wir geben so den Gebäuden bereits heute alle Informationen mit auf den Lebensweg, die später einmal benötigt werden, um das Gebäude um- oder zurückzubauen.

Diese Vorarbeit ist unverzichtbare Grundlage für unser zukünftiges Planen und Bauen und wird für unsere Kunden einen wichtigen Mehrwert in der Zusammenarbeit mit uns darstellen.

Abbildung 6:



3.2. Digitalisierung als Chance

Die Digitalisierung wird das Planen, die Kommunikation am Bau und die Produktionsprozesse verändern. Das Arbeiten am digitalen Zwilling wird eine feste Routine, der ein weitestgehend automatisierter Fertigungsprozess angehängt ist. Hier ist der Holzbau bereits Vorreiter, wenn nicht gar Vorbild für das Bauen von Morgen. Eine sorgfältige Vorplanung mit erprobten Details, ein hochpräziser Abbund, eine weitreichende Vorfertigung und infolgedessen ein schneller Bauablauf: all das wird im Holzbau bereits gelebt und bietet mit Blick auf die zukünftigen Anforderungen große Chancen.

Hierzu bedarf es

- Definition von Aufbauten
- abteilungsübergreifenden Abstimmung
- katalogisierter Piktogramme
- Materialfestlegungen
- Daten ergänzen, z.B. aus Umweltproduktdeklarationen

Chancen (i. B. für kleinere Betriebe):

- Zusammenarbeit in der digitalen Planung ohne räumliche Grenzen
- Zusammenschluss in überregionalen Kompetenznetzwerken
- Erforderliche Bearbeitungszentren werden von Handel und Industrie nach und nach bereitgestellt

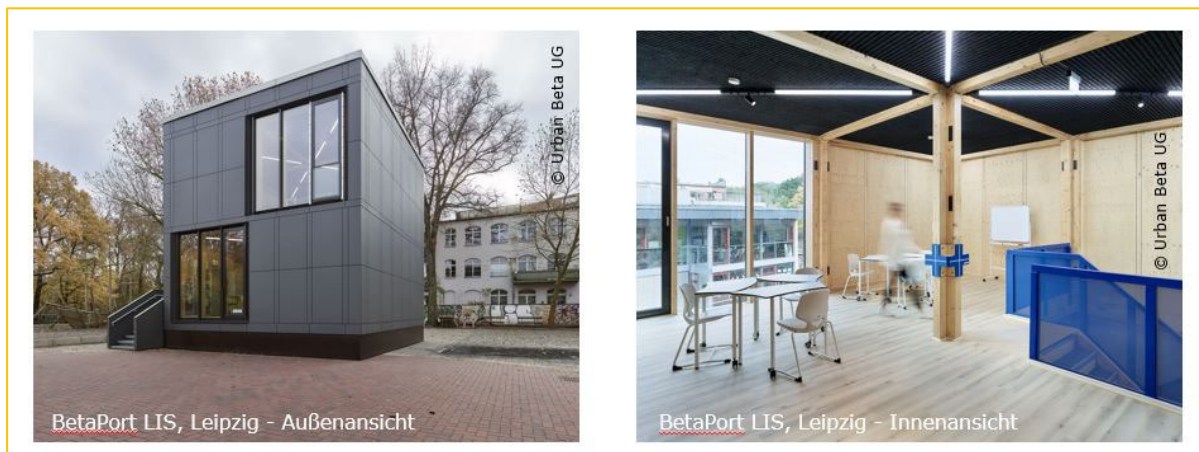
- Die datenbasierte Planung ist Grundlage der zukünftigen Prozesse. Die damit einhergehenden Bewertungssysteme für die Nachhaltigkeit entstehen erst und sind chancenreiches Neuland (CO₂- und Ressourcenbilanzen)
- Unternehmensdarstellung und Kommunikation findet kostengünstig in sozialen Netzwerken statt
- Freier Zugang zu Informationen und Fortbildungen im Netz

4. Ausblick

4.1. Zirkuläres Bauen – BetaPort Systems

Der Weg hin zu rückbau- und wandelbaren Gebäuden, auch aufgrund sich verändernder gesellschaftlicher Anforderungen führt zu der Frage, ob nicht die Mobilität die Immobilie ersetzen wird. Eine Weiterentwicklung dieses Gedankens ist in diesem Sinne das BetaPort System, ein Bausystem aus immer gleichen Knoten, Stäben und Füllungen, konfigurierbar, skalierbar und kreislauffähig. BetaPort ist das weltweit erste On-Demand-Bausystem und beispielhaft für die Weiterentwicklung des modularen Systemgedankens. In dieser Bauweise werden wir im Herbst mit dem Bau eines neuen Bürogebäudes für unser Planungsbüro beginnen. Die Reise geht weiter und bleibt spannend!

Abbildung 7:



Von Hermann Blumer, dem größten Holzbau-Ingenieur, stammt das bekannte Zitat:
«Wer die Anschlüsse beherrscht, beherrscht den Holzbau.»

Als Geschäftsführer eines Holzbau-Unternehmens möchte ich die Aussage ergänzen:
«Wer die Digitalisierung und die Anschlüsse beherrscht, der hat heute große Chancen!»

Aktuelles aus der REGION

GEMA – Hier spielt die Musik

Roman Koditek
Zimmerei Sieveke
Lohne, Deutschland



GEMA – Hier spielt die Musik

1. Allgemeine Projektinformationen

1.1. Projektbeteiligte

Bauherr:

GEMA Immobilienverwaltung
Wirtschaftlicher Verein & Co. KG.
Rosenheimer Straße 11
81667 München

Generalplanung:

HPP Architekten GmbH
Sandstraße 33
80335 München

Generalunternehmer:

Gustav Epple Bauunternehmung GmbH
Walther-Nernst-Straße 3
12489 Berlin

Ausführungs-Statik Holzbau:

SWG Gaisbach GmbH
Geschäftsbereich ENGINEERING
Eisenbahnstraße 18
76761 Rülzheim

Holzbau (als NU von Gustav Epple):

Zimmerei Sieveke GmbH
Bakumer Str. 24
49393 Lohne
www.sieveke.de

1.2. Projektbeschreibung

Das Baugrundstück befindet sich in der Keithstraße 7 in 10787 Berlin Tempelhof-Schöneberg und hat eine Grundstücksgröße von ca. 1.228 m².

Errichtet wird ein Büro- und Verwaltungsgebäude mit ca. 5000m² Nutzfläche. Das Erdgeschoss ist in Teilen öffentlich zugänglich.

Es wird ein Neubau als Grenzbebauung errichtet. Das Gebäude hat eine T- Form, bestehend aus einem Vorderhaus mit einer straßenseitigen Gebäudelänge von ca. 28 m und einem rückseitigen Mittelflügel. Die mittlere Bebauungstiefe beträgt ca.44 m.

An den Mittelflügel grenzen zwei nicht überdachte Innenhöfe an, der Südhof (ca. 300 m²) und der Nord-West-Hof (ca.285 m²).

Der gesamte Neubau verfügt über eine Unterkellerung inkl. Tiefgarage. Die Erschließung und auch die Zufahrt zur Tiefgarage erfolgt von der Keithstraße aus.

Das Gebäude wird im Bereich Vorderhaus siebengeschossig errichtet, der Mittelflügel sechsgeschossig. Die Gebäudehöhe beträgt ca.21 m ü. OKG. Das Bauvorhaben ist als Sonderbau (§3, BauO Bln) eingestuft.

Es wird ein Untergeschoss errichtet, in dem eine Tiefgarage mit 7 Stellplätzen für PKW, 22 Abstellplätze für Fahrräder sowie Technik- und Nebenräume untergebracht sind. Auf dem Nord-West-Hof wird ein überdachter Fahrradplatz für 44 Fahrräder errichtet.

Im Erdgeschoss des Vorderhauses werden neben dem Empfang eine Kantine mit Küchenbereich, eine Cafeteria und ab dem 1. Obergeschoss hochwertige Büroflächen hergestellt. Die Dächer werden als Flachdach ausgebildet. Dort werden Terrassen und Technikflächen angeordnet. Auf dem Mittelflügel befindet sich eine Dachterrasse mit Holzbelag. Die Dachflächen bzw. Dachterrassen werden in Teilbereichen extensiv begrünt.

Das Gebäude wird als Hybridbau (Holz und Beton) ausgeführt. Stahlbeton kommt in den Bereichen mit besonderen Anforderungen an Brandschutz, Feuchteschutz, Schallschutz und Haustechnik zur Ausführung, Holz in den übrigen Bereichen.

Die Decken über UG, EG und Kern werden als Stahlbeton-Flachdecke, die Obergeschosse und die Dächer als Holz- Beton- Verbunddecke ausgebildet. Die Holzrippen der Decken bleiben raumseitig sichtbar. Nichttragende raumabschließende Wände werden in Trockenbauweise hergestellt.

Auch die Fassade oberhalb des Erdgeschosses wird als Holzrahmenkonstruktion (F30) ausgeführt. Sämtliche Fassadenflächen werden mit einer hinterlüfteten Vorhangfassade (VHF) – beplankt mit Faserzementtafeln – bekleidet.

Das Gebäude soll nach den Richtlinien der DGNB (Deutsche Gesellschaft Nachhaltiges Bauen e.V.) ausgeführt werden, angestrebt wird eine Zertifizierung für das Vorhaben nach DGNB Zertifikat in «Platin».

Das Projekt soll einen Mehrwert für Nutzer, Umwelt und das Quartier schaffen und legt einen besonderen Fokus auf offene und flexible Arbeitswelten sowie das Wohlbefinden der Mitarbeiter.

Baubeginn: Herbst 2022

Beginn Montage Holzbau: Ende März 2023

Übergabe an den Bauherrn: Ende Juli 2024



Abbildung 1: Axonometrie aus Nordwest Hofseite (aus FLB)

2. Planung und Vorfertigung

2.1. Herausforderungen für die Umsetzung

- Fixer Starttermin für die Montage: 20.03.2023
- Feste Taktung für die Montage vorgegeben
- Baustellensituation sehr beengt – keine Lagerflächen
- Hohe Anforderungen an Logistik (Just-In-Time-Anlieferung)
- Toleranzausgleichsmöglichkeiten sehr gering
- Hand-in-Hand Montage in Abstimmung mit Rohbaugewerk

2.2. Montagekonzept

Vor Beginn der Montage der tragenden Holzbaukonstruktion wurden zunächst durch das Rohbauunternehmen das gesamte Kellergeschoss, das EG sowie das der Aufzugschacht mit Treppenhaus über alle Geschosse in Stahlbetonbauweise erstellt. Die an den Kopfenden der Gebäudeflügel notwendigen Stahlbetonwände wurden geschossweise mit dem tragenden Holzbau und den Hybriddecken montiert.

Zunächst wurden je Geschoss die tragenden Stützen eingemessen und montiert. Auf die Stützen wurden die Unterzüge aufgelegt und fixiert. Gleichzeitig wurden die Anschlusswinkel für die Deckenaufleger an die aufgehenden Stahlbetonwänden geschraubt. Nach dem Auflegen und Fixieren der Holz-Beton-Verbunddecken wurden die vorgefertigten Außenwände montiert. Nach jedem einzelnen Zwischenschritt wurden die vorab geplanten Wetterschutzmaßnahmen vorgenommen.

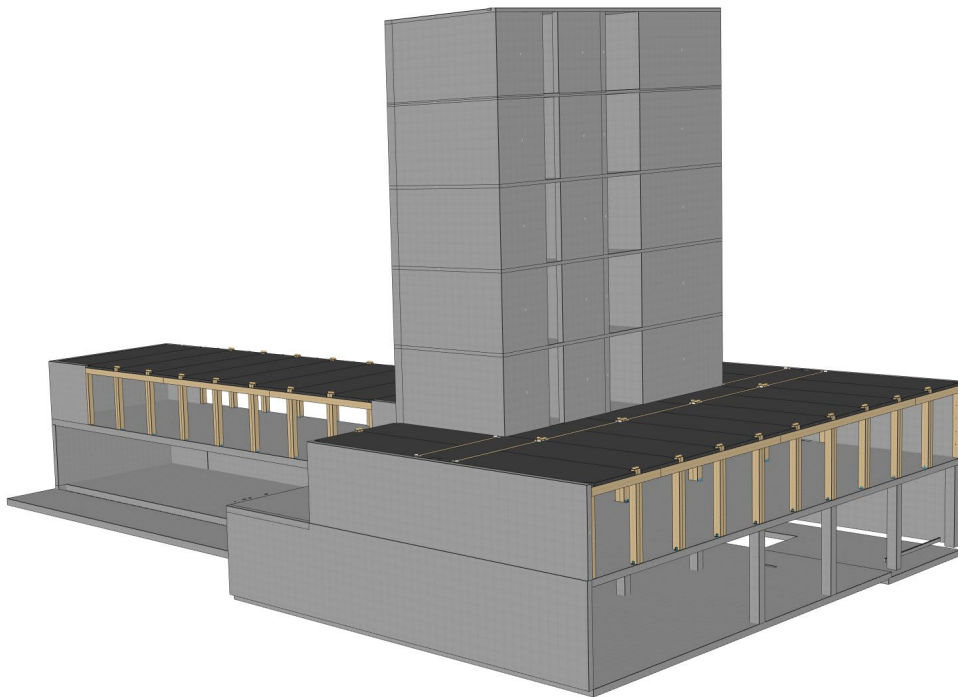


Abbildung 2: Planung Montage tragender Holzbau mit HBV-Decken (Sieveke)

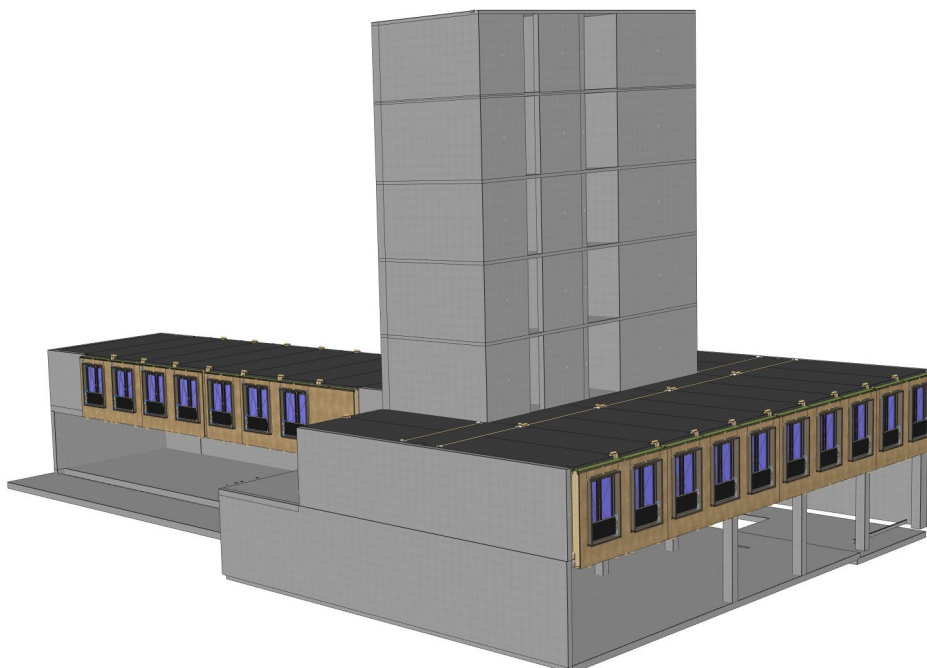


Abbildung 3: Planung Montage nicht tragender Außenwandelemente (Sieveke)

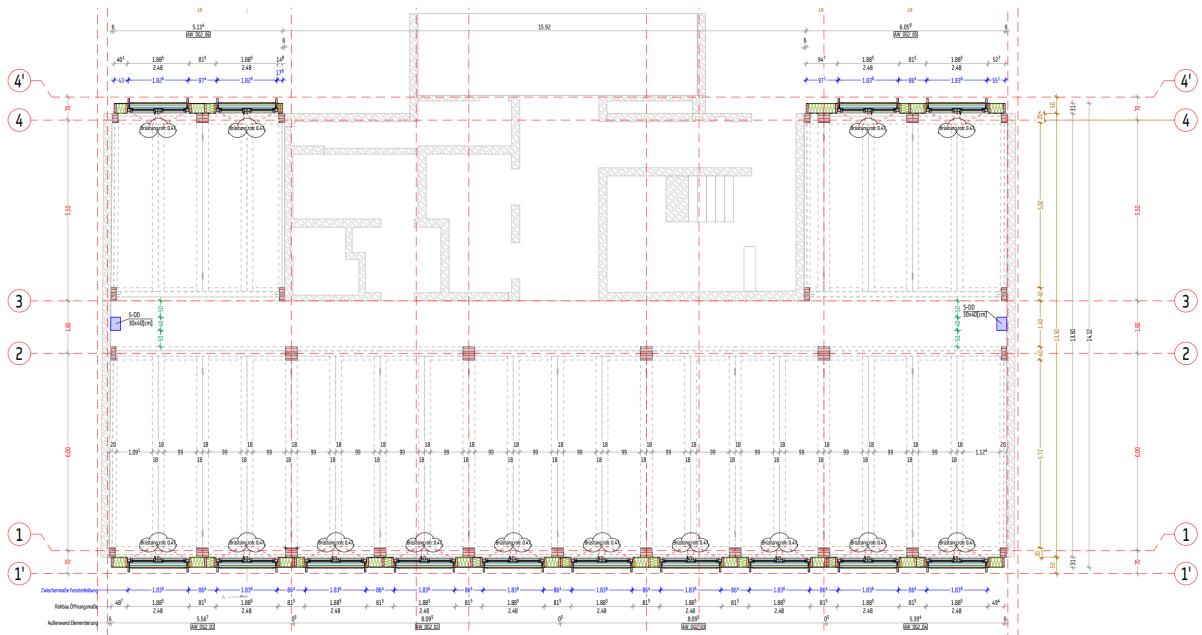


Abbildung 4: Grundriss Regelgeschoss Vorderhaus (Sieveke)

2.3. Details zur tragenden Holzkonstruktion

Auf der Straßenseite (Vorderhaus) sind die tragenden BSH-Stützen im Achsabstand von 2,700m gleichmäßig eingeteilt. Sie sind im Querschnitt 28/36 als blockverleimte Querschnitte angelegt und bleiben in der Nutzung sichtbar.

In der Achse 2 im Flurbereich sind die Stützen im Raster 5,400m eingeteilt. Dieser Abstand erfordert einen verstärkten Unterzug der von der Statik als fachwerkähnlicher Träger konzipiert wurde.

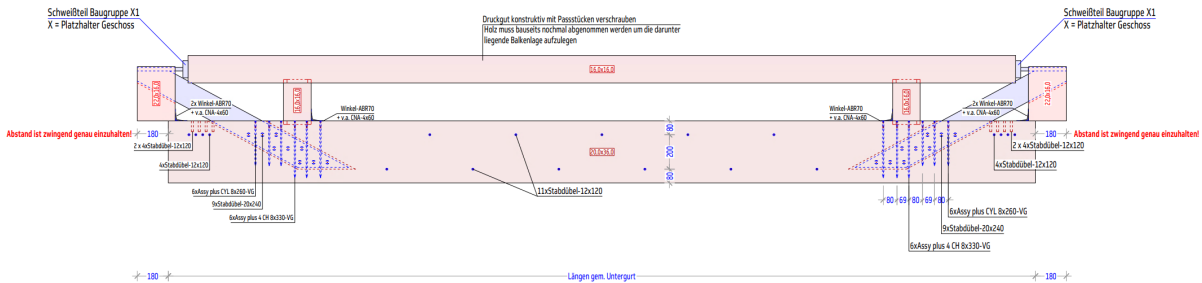


Abbildung 5: Ansicht Fachwerkträger (Sieveke)

2.4. Details zu den HBV-Decken

Die Holz-Beton-Verbund-Elemente sind als werkseitig vorgefertigte Deckenelemente konzipiert. Die BSH-Doppelbalken erhalten den Verbund mit der 120mm starken Betonauflage über FT-Verbinder und Vollgewindeschrauben (System Würth).



Abbildung 6: vorgefertigte Deckenelemente werden auf Güterwagons verladen (Oberndorfer)

2.5. Details zu den nicht tragenden Außenwänden

Die vorgefertigten Fassadenelemente sind als nichttragende Außenwände in Holztafelbauweise ausgeführt. Werkseitig sind die Fenster- und Sonnenschutzanlagen sowie Aluminiumfaschen und Absturzsicherungen montiert worden. Die vorgehängte hinterlüftete Fassade war nicht Auftragsbestandteil und wurde bauseits ausgeführt. Eine Besonderheit in der Gebäudeklasse 5 stellt der Wandaufbau mit Zellulose-Einblasdämmung dar.

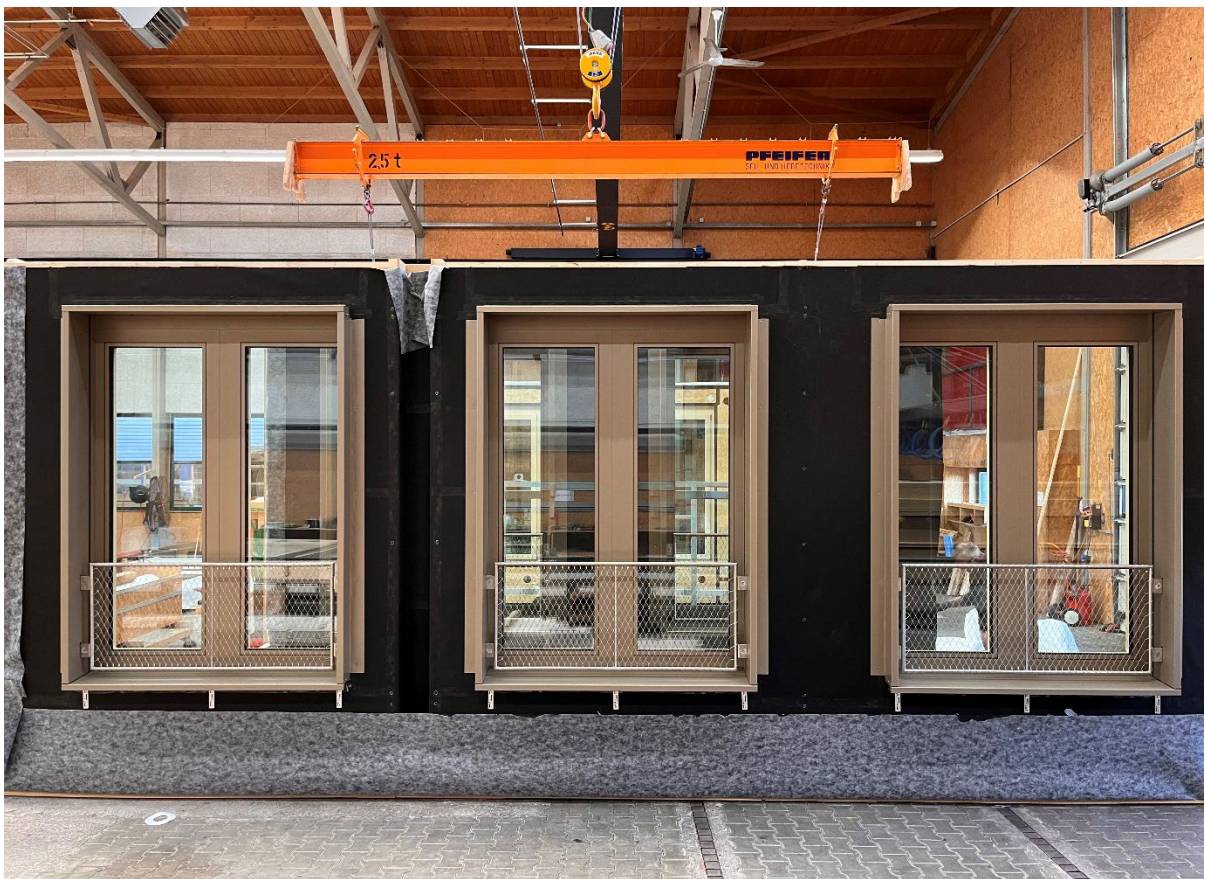


Abbildung 7: vorgefertigtes Außenwandelement im Werk (Sieveke)

3. Montageablauf

3.1. Tragkonstruktion und Decken

Die Montage erfolgte wie im Montagekonzept beschrieben mit den Stützen und Unterzügen in den jeweiligen Geschossen. Nach dem Verlegen der Unterzüge wurden die einzelnen Deckenelemente aufgelegt. Besonderes Augenmerk musste hierbei auf die geringen Toleranzausgleichsmöglichkeiten aufgrund der gegebenen Zwangspunkte gelegt werden. Für die Fertigstellung eines Geschosses war im Zeitplan jeweils ein Takt von 3 Wochen vorgegeben, der zwingend einzuhalten war. Hierauf musste die gesamte Logistik abgestimmt werden (Anlieferung der Deckenelemente aus Österreich, Tragkonstruktion und Holztafelbauelemente aus Lohne). Zudem war die Montage der Stahlbetonfertigteile durch den Rohbauunternehmer je Geschoss zu festen Terminen getaktet. Zudem stand für die Montage lediglich ein stationärer Baustellenkran zur Verfügung.



Abbildung 8: Blick in das Hinterhaus mit Tragkonstruktion und Decken (Sieveke)

3.2. Außenwandelemente

Als Abschluss jeder Geschossmontage erfolgte die Montage der Außenwandelemente mit dem anschließenden Schutz der Kopfseiten gegen eindringende Feuchtigkeit. Der Anschluss an die BSH-Stützen erfolgte gemäß Schrägverschraubung mit Vollgewindeschrauben. Als Trennung zwischen den Außenwandelementen und den BSH-Stützen wurden EPDM-Dichtbänder mit 5mm Stärke aufgebracht.



Abbildung 9: Blick in das Hinterhaus nach Montage der Außenwandelemente (Sieveke)

3.3. Herausforderung: Wetterschutz

Im Zuge der Planungen sind die erforderlichen Wetterschutzmaßnahmen geplant und mit den Schnittstellengewerken abgestimmt worden. In den Zwischenzuständen wurden BSH-Bauteile komplett mit Schutzhüllen eingefasst. Auf den Deckenflächen wurden sämtliche Fugen, Durchbrüche und Anschlüsse abgedichtet. Die Kopfseiten der Wandelemente sind ebenfalls direkt nach der Montage sorgfältig abgedeckt und geschützt worden. Diese Maßnahmen stellten einen ordentlichen Schutz dar, konnten allerdings bei einem Starkregenereignis ein Eindringen von Feuchtigkeit nicht ganz verhindern. Somit ist an dieser Stelle noch einmal anzumerken, dass die sich anstauende Feuchtigkeit bei Starkregen möglichst schnell aus dem Gebäude geleitet wird (Planung!).



Abbildung 10: Schutzmaßnahmen gegen Feuchtigkeit (Sieveke)

4. Fertigstellung und Fazit

Der Holzbau mit Gebäudehülle wurde exakt im Zeitplan erstellt, so dass die Folgewerke pünktlich ihre Arbeit aufnehmen konnten. Möglich wurde dies, durch eine sorgfältige, umfassende und mit den Schnittstellengewerken abgestimmte Logistik- und Montageplanung und die Einhaltung der Termine aller an den Lieferketten beteiligten Firmen.

Zwischenzeitlich (Mitte Mai 2024) laufen die finalen Ausbauarbeiten. Die DGNB-Zertifizierungsunterlagen sind eingereicht und die Übergabe an die Bauherrin wird pünktlich Ende Juli 2024 stattfinden.

Die geplanten Fertigstellungstermine waren ambitioniert und konnten durch die Nutzung der Vorfertigungsmöglichkeiten des Holzbaus eingehalten werden. Zudem führt die Hybrid-Bauweise zu einer Nachhaltigen Lösung mit DGNB-Platin-Auszeichnung und schafft für die Mitarbeitenden der GEMA ein angenehmes Arbeitsumfeld.



Abbildung 11: Ansicht von der Keithstraße April 2024 (HPP Bauleitung)

Sieveke Holz.Bau.Werke.

Mittwoch, 12. Juni 2024

Block A2
Brandschutztechnische Entwicklungen
im mehrgeschossigen Holzbau



TIMPULS – Forschung für den mehrgeschossigen Holzbau

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jochen Zehfuß
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBM)
Technische Universität Braunschweig
Braunschweig, Deutschland



TIMPULS – Forschung für den mehrgeschossigen Holzbau

1. Einführung

Holz ist ein beliebter Baustoff, dessen Verwendung in den letzten Jahren stetig ansteigt. Die Vorteile des Baustoffes Holz hinsichtlich der Ressourceneffizienz und seiner Eigenschaft als CO₂-Speicher, ein durchschnittliches 5-geschossiges Gebäude in Holzbauweise kann über seine Lebensdauer bis zu 500 Tonnen CO₂ speichern, sowie die geringe Masse und vergleichsweise kurze Bauzeiten von Holzkonstruktionen führen dazu, dass die Holzbauweise eine stetig wachsende Bedeutung bei Neubauten hat und der bevorzugte Baustoff für Aufstockungen im Wohnungsbau ist [1].

Darüber hinaus ist Holz der einzige, weltweit verfügbare Rohstoff, der durch das Wachstum in unseren Wäldern in so großen Mengen nachhaltig erzeugt werden kann, dass er als Massenbaustoff gleichwertig zu den anderen Baustoffen wie Beton, Stahl und Mauerwerk verwendet werden kann. Mit der Entwicklung und stetigen Optimierung von modernen Holzbausystemen, in Verbindung mit den gesellschaftlichen und politischen Initiativen zum ressourcenbewussten Planen und Bauen, wurde in den letzten Jahren ein wesentlicher Grundstein für die Anwendung von biogenen Baustoffen, vertreten durch den Leitbaustoff Holz, gelegt.

Als nachwachsender Rohstoff ist Holz im Gegensatz zu den klassischen Konstruktionsbaustoffen Beton und Stahl brennbar und zersetzbar. Diese Eigenschaften erfordern bei der Planung und dem Bau von Gebäuden eine besondere Aufmerksamkeit. Das Verbundforschungsvorhaben TIMpuls [2] der Technischen Universität München, der Technischen Universität Braunschweig, der Hochschule Magdeburg-Stendal sowie dem Institut für Brand- und Katastrophenschutz (IBK) Heyrothsberge beschäftigte sich insbesondere mit den Auswirkungen der Brennbarkeit des Baustoffes Holz auf die Erfüllung des bauordnungsrechtlichen Schutzniveaus. Es sollte gezeigt werden, dass bei geeigneter Ausführung und Dimensionierung sowie Anordnung konstruktiver Maßnahmen eine Gleichwertigkeit in Bezug auf das Schutzniveau für Holzbauwerke im Vergleich zu Bauwerken aus nichtbrennbaren Baustoffen erreicht werden kann. Das in den Bauordnungen definierte Schutzziel des Brandschutzes soll dabei ohne eine wesentliche Veränderung des Sicherheitsniveaus sichergestellt bleiben.

Ziel des Vorhabens war, die Bereitstellung einer vollständigen, wissenschaftlich begründeten Systematik, um die Verwendbarkeit tragender und raumabschließender Holzbaukonstruktionen in mehrgeschossigen Gebäuden bis zur Hochhausgrenze zu ermöglichen. Beim mehrgeschossigen Bauen mit Holz kommen unterschiedliche Bauweisen für Wände und Decken zum Einsatz. Zu unterscheiden sind insbesondere der Holztafelbau und der Massivholzbau. Bild 1 stellt diese Bauweisen anhand von Beispielen dar.

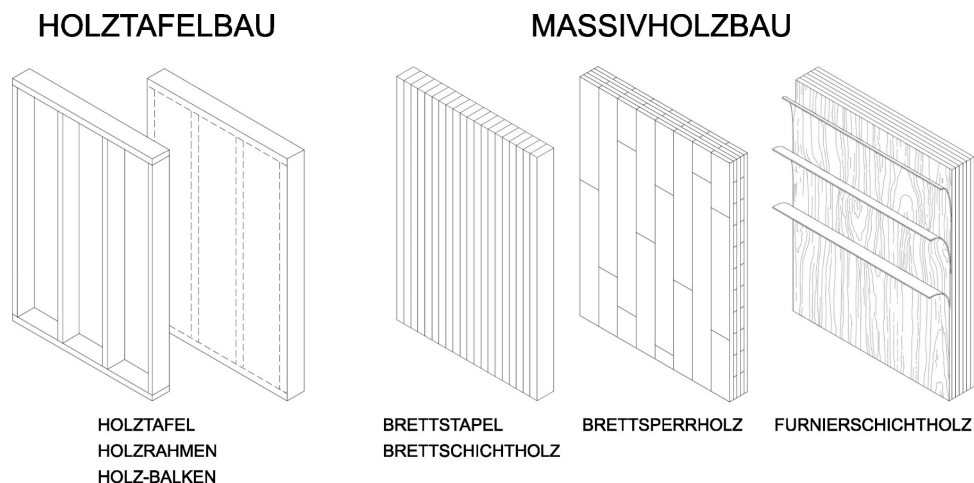


Abbildung 1: Holztafelbau- und Massivholzbauweisen (aus [3])

Im vorliegenden Beitrag werden auf der Basis der Erkenntnisse des Forschungsvorhabens TIMpuls einige ausgewählte wesentliche Forschungsergebnisse vorgestellt. Für weitere Informationen sei auf [2] und [3] verwiesen.

2. Abbrandverhalten von Holz bei Norm- und Naturbrandbeanspruchung

2.1. Allgemeines

Das Abbrandverhalten von Holz beeinflusst wesentlich das Feuerwiderstandsverhalten von Holzbauteilen. Im Rahmen von ingenieurtechnischen Nachweisen ist die Kenntnis der Abbrandrate und der dadurch ermittelbare sich verjüngende noch tragfähige Restquerschnitt neben der Kenntnis der thermischen und mechanischen Eigenschaften bei hohen Temperaturen wesentlich. Das Abbrandverhalten von Holz wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst:

- Holzart, -form und Ausrichtung,
- Feuchtegehalt,
- Atmosphäre,
- Wärmestrom.

Aufgrund der Vielfalt und Komplexität der Einflussfaktoren beschränkt sich die normative brandschutztechnische Bemessung von Holzbauteilen nach DIN EN 1995-1-2 [4] bisher im Wesentlichen pauschalisierende auf die Angabe von konstanten Abbrandraten für Laub- und Nadelhölzer bei Normbrandbeanspruchung nach der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) [3].

Der Wärmestrom ist wiederum sehr stark abhängig von der Brandbeanspruchung. Zur vertiefenden Untersuchung der Einflussfaktoren wurden im Forschungsvorhaben TIMpuls [2] Abbrandversuche für verschiedene Holzarten und Brandszenarien im Kleinbrandofen nach DIN 4102-8 [5] unter Berücksichtigung der Randbedingungen nach DIN EN 1363-1 [6] durchgeführt.

2.2. Probekörper und Messung des Abbrandes

Die Probekörper für die Messung des eindimensionalen Abbrandes hatten eine brandbeanspruchte Fläche von 545 mm mal 545 mm und eine materialabhängige Dicke von 104 bis 200 mm. Zur Erfassung der Temperaturentwicklung in den Probekörpern wurden Thermoelemente im Querschnitt in einem Raster von sechs Millimeter installiert (Bild 2). Zur Gewährleistung eines eindimensionalen Abbrandes wurden an den Schmalseiten der Probekörper umlaufend Gipsfaserplatten angebracht [2].

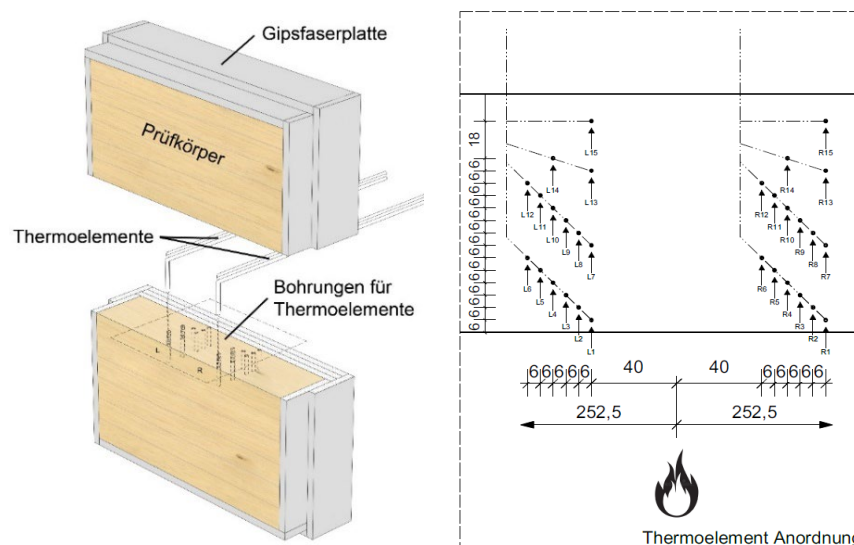


Abbildung 2: Probekörper für eindimensionale Brandbeanspruchung und Anordnung der Thermoelemente im Querschnitt [2]

2.3. Untersuchte Temperaturbeanspruchungen

Um den Einfluss unterschiedlicher Temperaturbeanspruchungen auf die Abbrandrate von Holz zu untersuchen, wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens TIMpuls die in Bild 3 gezeigten Temperaturzeitkurven festgelegt. Der Temperaturzeitverlauf bei natürlichen Bränden ist individuell abhängig von vielen Faktoren, insbesondere den Brandlasten, Ventilationsverhältnissen und der Brandraumgeometrie. Die ausgewählten Naturbrandkurven sollen ein großes Spektrum möglicher Brände aus der Realität abdecken. Die Naturbrandkurve 1 soll einem thermischen Gesamtbeanspruchungsniveau nach ETK von 90 Minuten entsprechen, jedoch soll eine schnellere Brandentwicklung und ein bei Holzbauten in der Vollbrandphase zu erwartendes höheres Temperaturniveau mit anschließender Abklingphase des Brandes abgebildet werden. Die Naturbrandkurve 2 entspricht einem langsamen Brandverlauf ähnlich eines Schwelbrandes.

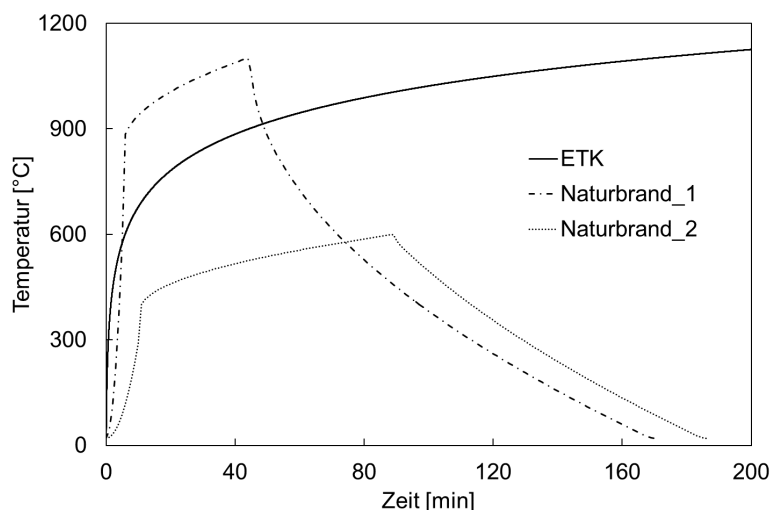


Abbildung 1: Temperaturzeitkurven für die Untersuchung der Abbrandraten von Holz [2]

2.4. Versuchsergebnisse

Gemäß DIN EN 1995-1-2 [4] wurde die Lage der Abbrandgrenze mit der 300°C – Isotherme gleichgesetzt. Allgemein konnte festgestellt werden, dass die Abbrandrate von Holz über die Versuchsdauer hinweg nicht konstant ist. Die Auswertung der Versuchsreihe mit der Brandbeanspruchung nach der ETK ergab, dass für Vollholz, Brettschichtholz und Furnierschichtholz i. d. R. eine Abnahme der Abbrandrate über die Versuchsdauer festgestellt wurde. Für diese Probekörper wurden in den ersten 30 Minuten der Versuche die größten Abbrandraten gemessen [2]. Für Materialien, wie Brettsperrholz, bei denen klebstoffbedingt mit einem Abfallen von verkohlenden Lagen zu rechnen ist, nahmen die Abbrandraten über die Versuchsdauer zu. Dieses Verhalten kann jedoch über zugehörige Brandmodelle (Stufenmodell in prEN 1995-1-2 [7]) erfasst werden, sofern der Grundwert der Abbrandrate bekannt ist [3]. Ähnliche Beobachtung konnten auch bei den Beanspruchungen durch die beiden Naturbrandkurven gemacht werden [2].

Bild 4 zeigt die Temperaturverteilung in Holzquerschnitten nach einer Brandbeanspruchung von 90 Minuten unter ETK (links) und 120 Minuten unter Naturbrand 1 (rechts). Bei Naturbrandkurve 1 übersteigt die Temperatur in der Vollbrandphase die ETK. In der Abklingphase sind die Temperaturen unterhalb der ETK. Beim Vergleich der endgültigen Abbrandtiefen der beiden Brandbeanspruchungen zu oben genannten Zeiten sind ähnliche Werte festzustellen. Besonders hervorzuheben ist, dass die Verhältnisse der Abbrandraten der verschiedenen Holzarten und Materialaufbauten trotz unterschiedlicher Brandbeanspruchungen sehr ähnlich sind. So weist beispielsweise der Vollholzquerschnitt aus Eiche unabhängig von der Brandbeanspruchung den geringsten Abbrand auf. Dies kann auch Tabelle 1 entnommen werden, in der die eindimensionalen Abbrandraten für die verschiedenen Holzarten, Materialaufbauten und Brandbeanspruchungen vergleichend gegenübergestellt werden.

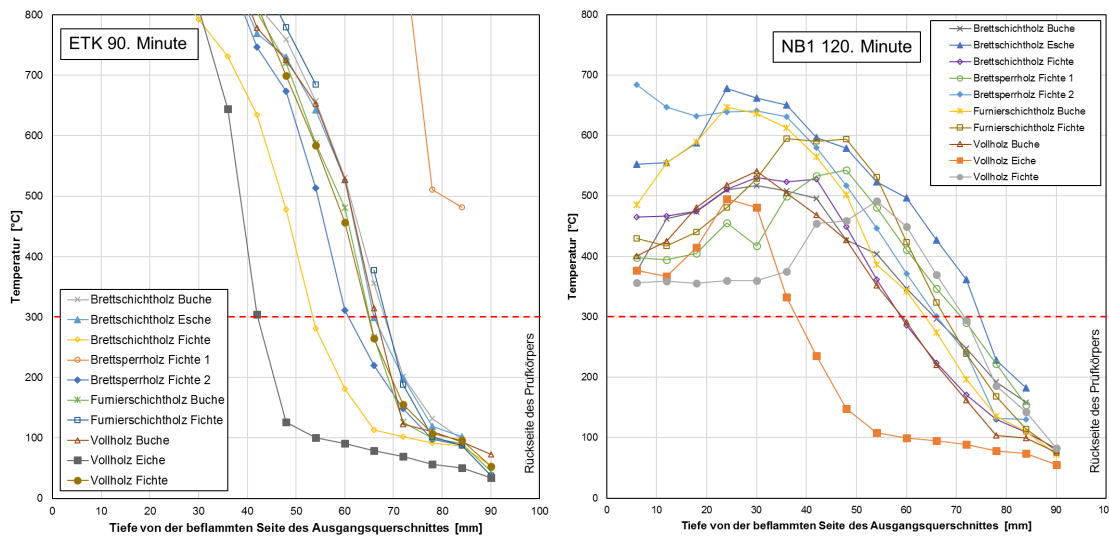


Abbildung 2: Eindimensionaler Abbrand: Temperaturverteilung über die Tiefe des Holzes nach 90 Minuten ETK (links) und nach 120 Minuten Naturbrand 1 (rechts) [2]

Tabelle 1: Eindimensionale Abbrandraten für verschiedenen Holzarten, Konstruktionsweisen und Brandbeanspruchungen [2]

Holzart und Konstruktionsweise	Abbrandrate [mm/min]				
	ETK	Naturbrand 1		Naturbrand 2	
	0 - 30 Minuten	5 - 44 Minute	44 - 120 Minute	11 - 89 Minute	89-100 Minute
Buche BSH	0,72	1,15	0,20	-	-
Buche FSH	0,72	1,00	0,26	-	-
Buche VH	0,73	1,10	0,21	0,45	0,18
Esche BSH	0,75	1,07	0,37	0,43	0,18
Eiche VH	0,46	0,66	0,12	0,31	0,18
Fichte BSH	0,64	1,01	0,19	0,40	0,18
Fichte FSH	0,65	1,10	0,21	-	-
Fichte VH	0,72	0,85	0,39	-	-

2.5. Erkenntnisse

Im Vergleich zu den Vorgaben in DIN EN 1995-1-2 [4] für die mittleren Abbrandraten nach ETK konnten nach Auswertung der Versuchsergebnisse keine nennenswerten Abweichungen festgestellt werden, einzig für Buchenholz stellt sich bei langen Brandbeanspruchungen eine höherer Abbrandrate ein. Eine spezifischere Differenzierung zwischen den Holzarten kann künftig sinnvoll sein, insbesondere wenn künftig andere Holzarten neben Fichte verstärkt eingesetzt werden. Für ingenieurtechnische Nachweise ist eine wesentliche Erkenntnis, dass eine Anwendung einer konstanten Abbrandrate für einen Naturbrandverlauf i. d. R. nicht ausreichend ist. Darüber hinaus haben Einflussfaktoren wie die Holzfeuchte und die Holzart eine große Bedeutung, so dass diese für ingenieurtechnische Nachweise i. d. R. nicht pauschal abgedeckt werden können [8].

3. Schutzwirkung von Brandschutzbekleidungen

3.1. Allgemeines

Zum Schutz der Entzündung von Holzbauteilen dient eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung. Als Leistungskriterium für deren Wirksamkeit wurde bisher in Deutschland das Kapselkriterium (Klassifizierung «K») herangezogen, bei welchem in der Grenzschicht zwischen Brandschutzbekleidung und Trägerplatte (Holzoberfläche) die Temperaturerhöhung begrenzt wird zu 250 K im Mittel und max. 270 K. Weiterhin darf nach der Brandprüfung kein verbranntes oder verkohltes Material an beliebiger Stelle der Trägerplatte oder an beliebiger Stelle der brandabgewandten Seite der Brandschutzbekleidung auftreten. Der erhöhte Wärmeeintrag über die stiftförmigen, metallischen Verbindungsmittel (VM) zur Befestigung der Brandschutzbekleidung führt bereits bei Temperaturen in der Grenzschicht von ca. 200 °C zu Verfärbungen auf der Trägerplatte im Bereich der VM [9]. Des Weiteren sind hier auftretende Verkohlungen im Bereich der Plattenstöße zu nennen [3]. In DIN EN 1995-1-2 [4] wird die sogenannte char-line (die Grenzlinie zwischen Verkohlungsgebiet und dem verbleibenden Restquerschnitt) als 300°C-Isotherme festgelegt. Diese Definition findet sich auch in DIN EN 13381-7 [10], wo ein Prüfverfahren für Brandschutzmaßnahmen (Bekleidungen) für Holzbauteile geregelt wird. Die auf dieses Kriterium abgestellte Schutzzeit t_{ch} wird im Entwurf der MHolzBauRL [11] als wesentliche Eigenschaft für die Schutzwirkung von Brandschutzbekleidungen angewendet.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens TIMpuls [2] wurde die Schutzwirkung von Brandschutzbekleidungen für Brandbeanspruchungen nach der ETK und natürliche Brandverläufe im Brandofen nach DIN 4102-8 [5] an kleinformatigen Versuchskörpern (50 x 50 cm²), mit 45 x 45 cm² beflammt Fläche in Wandanordnung (Bild 5) sowie in großmaßstäblichen Versuchen im Deckenbrandhaus mit einer Grundfläche von 4 x 4 m² an der TU Braunschweig untersucht.

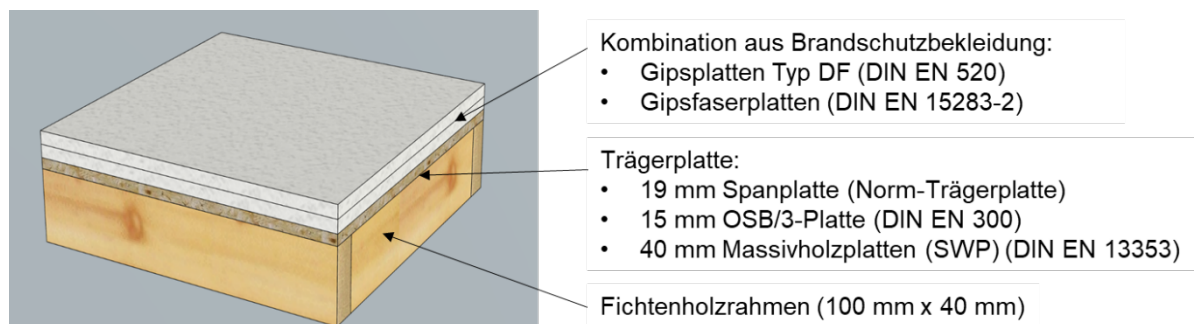


Abbildung 3: Versuchskörper mit Bekleidungen für Versuche im Brandofen nach DIN 4102-8 [2]

Der prinzipielle Aufbau der Versuchskörper für die kleinformatigen Versuche ist in Bild 5 dargestellt. Eine Hinterlegung des Gefachs mit Mineralwolle zur Erzeugung eines größeren Wärmestaus hinter der Trägerplatte erfolgte optional bei ausgewählten Versuchskörpern. Auf die Trägerplatte wurde eine Brandschutzbekleidung aufgeschraubt. Für die Untersuchung der Schutzwirkung von Brandschutzbekleidungen wurden u. a. Gipsplatten Typ DF (DIN EN 520), Gipsplatten Typ A (DIN EN 520) und Gipsfaserplatten (DIN EN 15382-2 bzw. ETA-03/0050) verwendet.

3.2. Schutzwirkung bei ETK-Beanspruchung

Bild 6 zeigt den gemittelten Temperaturzeitverlauf in der Grenzschicht Brandschutzbekleidung – Trägerplatte für die unterschiedlichen Bekleidungskonfigurationen und -dicken gezeigt. Die Schutzwirkung ab 100 °C infolge der Dehydratation der Gipsplatten, welche die Erhöhung der Grenzschichttemperatur verzögert, ist als Plateaubildung deutlich zu erkennen. Nach der vollständigen Dehydratation des chemisch und physikalisch gebundenen Wassers ist ein annähernd linearer Anstieg der Temperatur in der Grenzschicht zu verzeichnen. Unter Beachtung des Temperaturerhöhungskriteriums von $\Delta T \leq 250$ K sowie der Schutzzeit t_{ch} für eine Temperatur ≤ 300 °C ist eine vergleichende Bewertung der

Schutzwirkung der verschiedenen Kombinationen von Brandschutzbekleidungen bis zu einer Beanspruchungsdauer von 90 Minuten möglich. Die Trägerplatten wiesen bei einer maximal gemessenen Temperatur in der Grenzschicht von 270 °C sichtbare Verkohlungen in vergleichbarer Intensität auf. Eine Entzündung konnte in keinem Fall festgestellt werden [2].

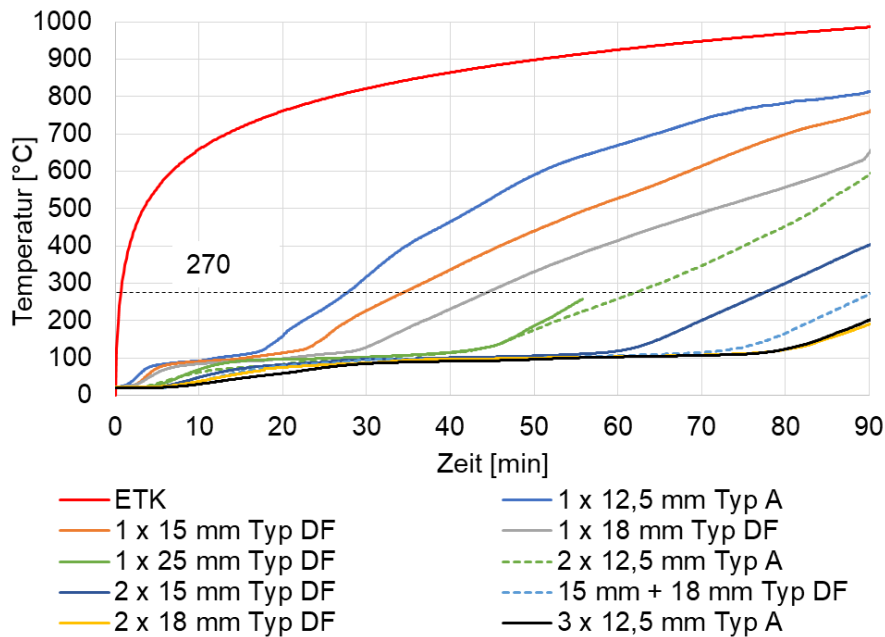


Abbildung 4: Temperaturzeitverlauf in der Grenzschicht Brandschutzbekleidung – Trägerplatte für die unterschiedlichen Bekleidungsstärken bei Beanspruchung nach der ETK im Ofen nach DIN 4102-8 [2]

Zur Untersuchung der Skalierbarkeit wurden Versuche im Deckenbrandhaus (4 m x 4 m) durchgeführt [2] (Bild 7). In Versuch V01 wurden Wände mit einer Bekleidung von 2 x 18 mm vorgesehen. Bild 7 zeigt die Temperaturzeitverläufe für unterschiedliche Bekleidungen einer Dicke von 2 x 18 mm des Großversuchs V01 im Vergleich zu den Ergebnissen im Ofen nach DIN 4102-8. Die Versuchsergebnisse im Großversuch V01 sind konservativer zu bewerten, da hier das 100°C-Plateau (Schutzwirkung) zu einem früheren Zeitpunkt der thermischen Beanspruchung überschritten wird. Dies ist unabhängig der Bekleidungsstärke festzustellen [2].

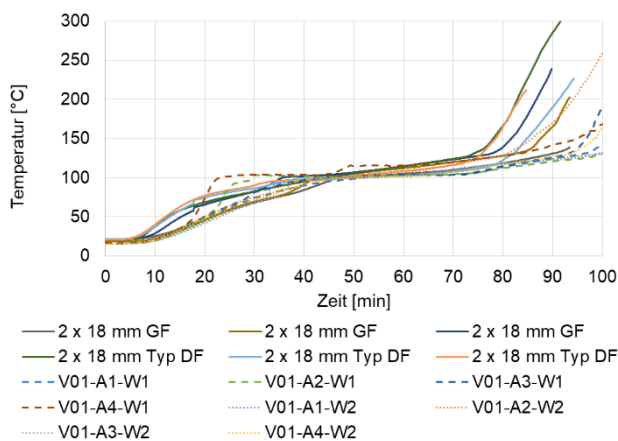


Abbildung 5: Vergleich des Temperaturzeitverlaufs auf der Rückseite von 2 x 18 mm Brandschutzbekleidungen der Versuche im Ofen nach DIN 4102-8 (durchgezogene Linien) und im Deckenbrandhaus V01 (gestrichelte Linien) bei ETK-Beanspruchung (links) und Versuchsaufbau im Deckenbrandhaus (rechts) der TU Braunschweig

3.3. Schutzwirkung bei Naturbrand-Beanspruchung

Für die Beanspruchung nach der «Naturbrandkurve 1» (Abschnitt 2.3) zeigte sich, dass bei einer Bekleidung mit 2 x 18 mm Gipsplatten es zu keiner Entzündung der Trägerplatte kam. Bei geringeren Bekleidungsstärken mit einer Mindestdicke von 18 mm kam es jedoch erst in der Abkühlphase zu einer Entzündung (Bild 8).

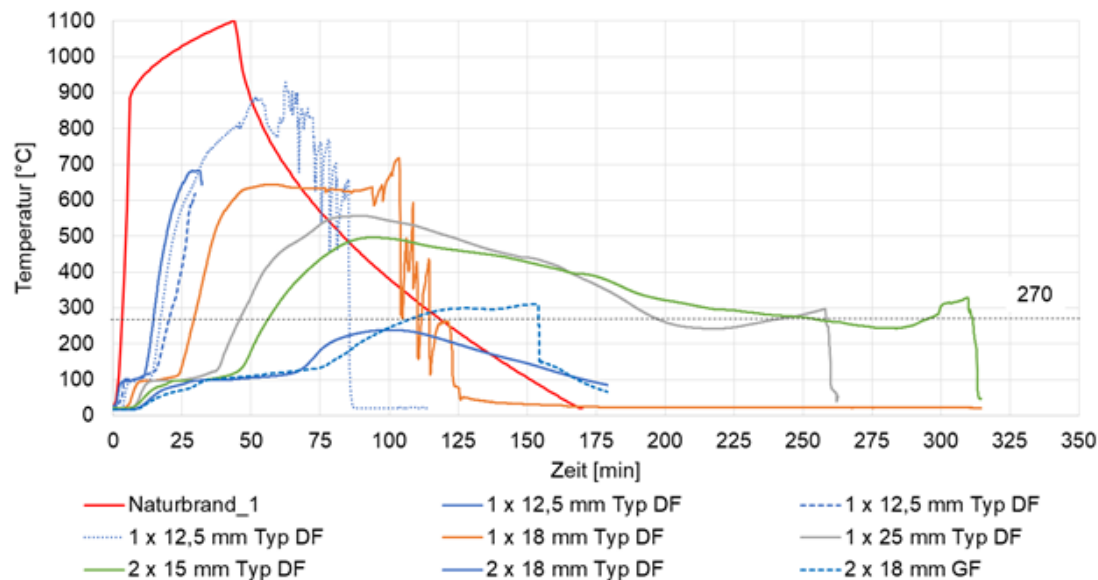


Abbildung 6: Temperaturzeitverlauf in der Grenzschicht Brandschutzbekleidung – Trägerplatte für die unterschiedlichen Bekleidungsstärken bei Beanspruchung nach «Naturbrandkurve 1» [2]

3.4. Erkenntnisse

Die kleinformatischen Brandversuche nach DIN 4102-8 zeigen, dass in diesem Maßstab hinsichtlich der Schutzwirkung der Bekleidung keine wesentlichen Unterschiede zwischen Gipsfaserplatten und Gipsplatten Typ DF oder Typ A festzustellen sind. Für die Kombination von mehrlagigen gegenüber einlagigen Brandschutzbekleidungen konnte in diesen Versuchen eine höhere Leistungsfähigkeit ermittelt werden. Maßgebend bzgl. der Schutzwirkung der Brandschutzbekleidung ist die Gesamtdicke. Hinsichtlich der Rissbildung konnten bei den Bekleidungsarten Unterschiede festgestellt werden. Die Gipsfaserplatten neigten zur massiven Rissbildung und Wölbung der gerissenen Bekleidungsteile in den Brandraum, während die Gipsplatten Typ DF nur gleichmäßig über die beflammete Oberfläche verteilte Haarrisse aufwiesen. Die Gipsplatten Typ A hingegen zeigten neben einer starken Rissbildung auch ein Herabfallen von Bekleidungsteilen. Die Schutzwirkung von Bekleidungen mit Gipsfaserplatte oder Gipsplatte Typ DF ist daher als größer einzustufen als bei Gipsplatten Typ A. Bei Naturbrandbeanspruchung erfolgt in der Aufheiz- und Vollbrandphase infolge einer starken Rissbildung eine schnellere Erwärmung der Plattenbekleidung, in der Abkühlphase aber auch eine schnellere Temperaturabgabe.

Aus den durchgeführten kleinformatischen und realskaligen Versuchen konnten hinsichtlich der Schutzwirkung für eine Brandbeanspruchung nach der ETK folgende Kombinationen an Bekleidungen abgeleitet werden, bei denen in der Grenzschicht auf der brandabgewehrten Seite der Bekleidung eine Temperatur von 300°C nicht überschritten wird [2]:

- 90 min ETK → 2 x 18 mm (36 mm) bzw. 15 mm + 18 mm (33 mm),
- 60 min ETK → 2 x 15 mm (30 mm) bzw. 1 x 25 mm und
- 30 min ETK → 1 x 18 mm.

In den Versuchen mit einer Beanspruchung nach Naturbrandkurve 1 konnte keine Entzündung der Trägerplatte bei einer Brandschutzbekleidung aus 2 x 18 mm Gipsplatten festgestellt werden, wobei die Trägerplatte zum Teil Verfärbungen und Verkohlungen aufwies. Eine Äquivalenz hinsichtlich Temperaturentwicklung in der Grenzschicht sowie dem Grad

der Verkohlung der Trägerplatte zu einem identischen Versuchskörper unter 90-minütiger ETK Beanspruchung ist erkennbar, wodurch sich eine Vergleichbarkeit des Feuerwiderstandsverhaltens des Bauteils für die Brandbeanspruchungen (ETK – «Naturbrand») abgeleitet werden kann [3].

4. Branddynamik bei Raumbrandversuchen

4.1. Die strukturelle Brandlast

Beim Auftreten eines Brandes in Gebäuden in Holzbauweise beteiligen sich neben der mobilen Brandlast (Möblierung / Einrichtungsgegenstände) auch die ungeschützten und mitunter auch die anfänglich geschützten Holzbauteile, welche als strukturelle Brandlasten bezeichnet werden, am Brandgeschehen. Aus Sicht des Brandschutzes stellt sich die Frage der Beeinflussung der Brandentwicklung, infolge der zusätzlichen strukturellen Brandlasten. Aufgrund von erhöhten Brandlasten und den brennbaren Oberflächen der Bauteile kann sich der Brand schneller ausbreiten, als in vergleichbaren Brandräumen mit geschützten oder mineralischen Bauteiloberflächen.

Die Gesamt-Brandlast bzw. Gesamt-Brandlastdichte und die Wärmefreisetzungsrate von Gebäuden in Holzbauweise sind unter Berücksichtigung der mobilen Brandlasten aus Einrichtung und Nutzung sowie der strukturellen Brandlasten der Holzbauteile zu berechnen. Nach FprEN 1991-1-2 [12] ergibt sich die Gesamt-Brandlastdichte wie folgt:

$$q_{k,tot} = q_{k,fi} + q_{k,st} \quad (1)$$

wobei:

$q_{k,tot}$	Charakteristischer Wert der Gesamt-Brandlastdichte in [MJ/m ²],
$q_{k,fi}$	Charakteristischer Wert der mobilen Brandlastdichte nach DIN EN 1991-1-2 Anhang E.4 [MJ/m ²],
$q_{k,st}$	Charakteristischer Wert der strukturellen Brandlastdichte [MJ/m ²].

Die strukturelle Brandlast kann nach [13], [14] wie folgt ausgedrückt werden:

$$q_{k,st} = A_{st} \cdot d_{char,t} \cdot \chi \cdot H_{c,st} \cdot \rho_{st} / A_f \quad (2)$$

wobei:

χ	Verbrennungseffektivität [-]
$d_{char,t}$	Abbrandtiefe der brennbaren Holzbauteile [m],
$H_{c,st}$	Netto-Verbrennungswärme der strukturellen Brandlast [MJ/kg],
ρ_{st}	Dichte von Holz [kg/m ³].

Die Abbrandtiefe unter Naturbrandbeanspruchung der strukturellen Brandlast stellt einen zentralen Eingangsparameter dar, die separat zu bestimmen ist. Zur Ermittlung können unterschiedliche Ansätze herangezogen werden [7], [8], [14].

Die maximale Wärmefreisetzungsrate im brandlastgesteuerten Fall lässt sich wie folgt berechnen [12]:

$$\dot{Q}_{max,f,k} = RHR_f \cdot A_f + RHR_{st} \cdot A_{st} \quad (3)$$

mit:

$\dot{Q}_{max,f,k}$	Charakteristischer Wert der Gesamt-Wärmefreisetzungsrate [MW],
RHR_f	Charakteristischer Wert der flächenbezogenen Wärmefreisetzungsrate der mobilen Brandlast nach prEN 1991-1-2 [MW/m ²],
RHR_{st}	Charakteristischer Wert der flächenbezogenen Wärmefreisetzungsrate der strukturellen Brandlast nach prEN 1991-1-2 [MW/m ²].

Die flächenbezogene Wärmefreisetzungsrate der strukturellen Brandlast (RHRst) kann experimentell aus dem Produkt einer flächenbezogenen Massenverlustrate und der effektiven Verbrennungswärme oder theoretisch aus einer Betrachtung der Brandleistung der strukturellen Brandlast bestimmt werden [7], [14], [15].

4.2. Auswirkung der strukturellen Brandlast auf die Brandraumdynamik

Auf Grundlage der Ergebnisse der im Forschungsvorhaben TIMpuls [2] durchgeführten Versuche sollen im Folgenden die Auswirkungen einer strukturellen Brandlast auf den Brandverlauf aufgezeigt werden.

Die Brandentwicklung in Räumen mit ungeschützten und anfänglich geschützten Holzoberflächen wurde im Forschungsvorhaben TIMpuls [2] in einer Versuchsreihe von Raumbränden im Room Corner-Versuchsstand (Grundfläche = 3,60 m x 2,40 m, Höhe 2,40 m) nach ISO 9705-1 der TU Braunschweig systematisch untersucht. Die Holzflächen wurden vereinfacht durch Massivholzplatten mit einer Dicke von 40 mm hergestellt [2]. In den Versuchen wurden u. a. der Einfluss der Ventilationsbedingungen sowie der Menge und Anordnung der ungeschützten Holzoberflächen auf den Brandverlauf untersucht. In den Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass sich durch die Anordnung der strukturellen Brandlast eine kürzere Brandentwicklungsdauer bis zum Eintritt des Flashovers ergibt. Eine Verkleinerung der Ventilationsöffnung führt zum früheren Übergang in ein ventilationsgesteuertes Brandregime, welches eine geringere maximale Wärmefreisetzungsrate, aber eine längere Branddauer zur Folge hat. Dieser Zusammenhang wird exemplarisch in Bild 9 anhand der Versuche RC_V11 mit 1,6 m² großer Ventilationsöffnung sowie RC_V12 mit 0,88 m² großer Ventilationsöffnung bei sonst gleichen Randbedingungen und jeweils gleicher sichtbarer brennbarer Deckenfläche dargestellt. Dementsprechend zeigen die Raumtemperaturen bei größerer Ventilationsöffnung etwas höhere Maximaltemperaturen sowie in der Abklingphase niedrigere Temperaturen.

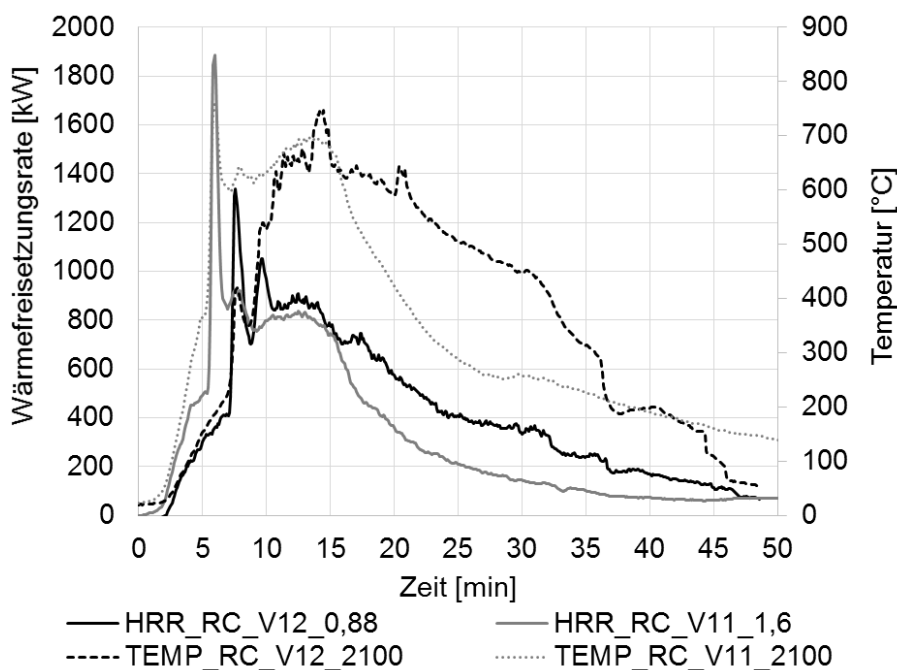


Abbildung 9: Vergleich der Wärmefreisetzungsrate und Raumtemperatur (Messbaum in 2100 mm Höhe) für RC_V1 und RC_V2 [2]

In Belegversuchen auf dem Außengelände der Feuerwehr der TU München des Forschungscampus in Garching wurde in [2] der Brandverlauf in den 3 Phasen (Brandentwicklung-, Vollbrand- und Abklingphase), das Nachbrandverhalten inkl. möglichem Selbstverlöschens sowie thermische Einwirkung auf die aufgehende Fassade untersucht.

Insgesamt wurden 5 Versuche mit zwei unterschiedlichen Geometrien (Grundfläche 20,25 m² bzw. 40,5 m²) durchgeführt, jeder Versuch war mit einem 5,0 m hohen, aufgehenden Fassadenschwert ausgestattet. Der Öffnungsfaktor betrug wurde einheitlich zu $O = 0,094 \text{ m}^{0,5}$ gewählt (Bild 10) [2], [16].

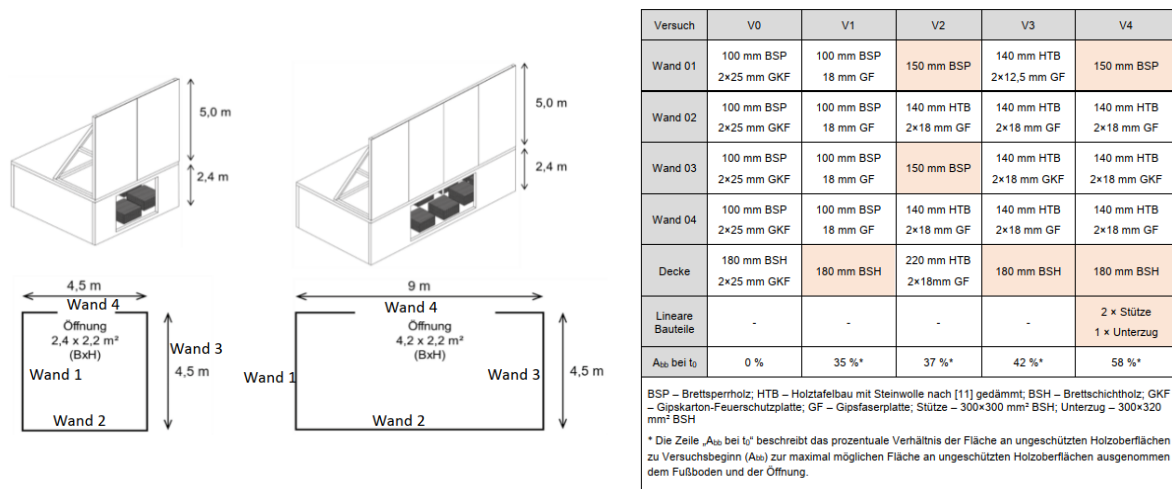


Abbildung 7: Abmessungen der zwei betrachteten Belegversuchsgeometrien (links) und Anordnung der Bauteile (rechts) [2]

Die mobile Brandlast wurde entsprechend dem 90 %-Quantil einer Wohnnutzung gemäß [17] mit einer Brandlastdichte von 1.085 MJ/m² vorgesehen, die durch Holzkippen dargestellt wurde. In Bild 10 (rechts) wird sowohl die Versuchsmatrix der Belegversuche mit separater Darstellung der Bauweise der Wand- bzw. Deckenbauteile als auch der Brandschutzbekleidung für jeden Versuch gezeigt. Die beige Hinterlegung hebt die ungeschützte Ausführung von Massivholzbauteilen hervor.

Der Versuch V0 mit einer 2 x 25 mm dicken Bekleidung diente als Referenzversuch zu einer Bauweise aus nichtbrennbaren Baustoffen. Eine Analyse der Branddynamik bei einer Ausführung von Massivholzbauteilen gemäß den Anforderungen in [11] in Form einer ungeschützten Decke und anfänglich geschützten Wänden mit einer Bekleidung von 1 x 18 mm Gipsfaserplatten folgte in V1. Basierend auf den Erkenntnissen der Room Corner Test-Versuche, die bei zwei gegenüberliegenden ungeschützten Holzflächen, aufgrund thermischer Strahlung kein Selbstverlöschten zeigten, folgte in V2 die Analyse dieses Effektes im Realmaßstab. Die Decke und die beiden anderen Wände wurden in diesem Versuch in Holztafelbauweise ausgeführt. In V3 wurde der Versuchsaufbau so gewählt, dass sich im Brandverlauf ein Selbstverlöschten einstellen sollte. Entsprechend war nur die Decke ungeschützt ausgeführt und die Wände mit einer Brandschutzbekleidung versehen. Eine Untersuchung der Branddynamik bei einem großen Verhältnis von ungeschützten zu geschützten Holzflächen sowie des Einflusses der linearen Bauteile fand in V4 statt. Des weiteren erfolgte hier die Analyse der Wirksamkeit der abwehrenden Maßnahmen durch die Feuerwehr [16].

In Bild 11 wird der Verlauf der Brandraumtemperaturen 10 cm unterhalb der Decke für die Belegversuche V0 bis V4 und die Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) dargestellt. Es wird deutlich, dass die Brandraumtemperaturen der Versuche V0 bis V4 in der Brandentwicklungphase infolge identischer mobiler Brandlastdichte sowie des gleichen Zündvorgangs nahezu keine Unterschiede aufweisen. Die ab der ca. 8. Versuchsminute mit einem Flashover einsetzende Vollbrandphase zeigt bis zur 40. Versuchsminute nur geringfügige Unterschiede im Temperaturverlauf ($\Delta T < 150 \text{ K}$) und in der Maximaltemperatur zwischen den Versuchen auf. Der Einfluss der ungeschützten bzw. anfänglich geschützten Holzbauteile ist erst nach der 40. Versuchsminute sichtbar. Die Temperaturzeitverläufe übersteigen die ETK auch bei V0 (nichtbrennbare Oberflächen) in der Vollbrandphase deutlich, liegen in der Abklingphase ab der 55. Bis 70. Minute jedoch unterhalb der ETK.

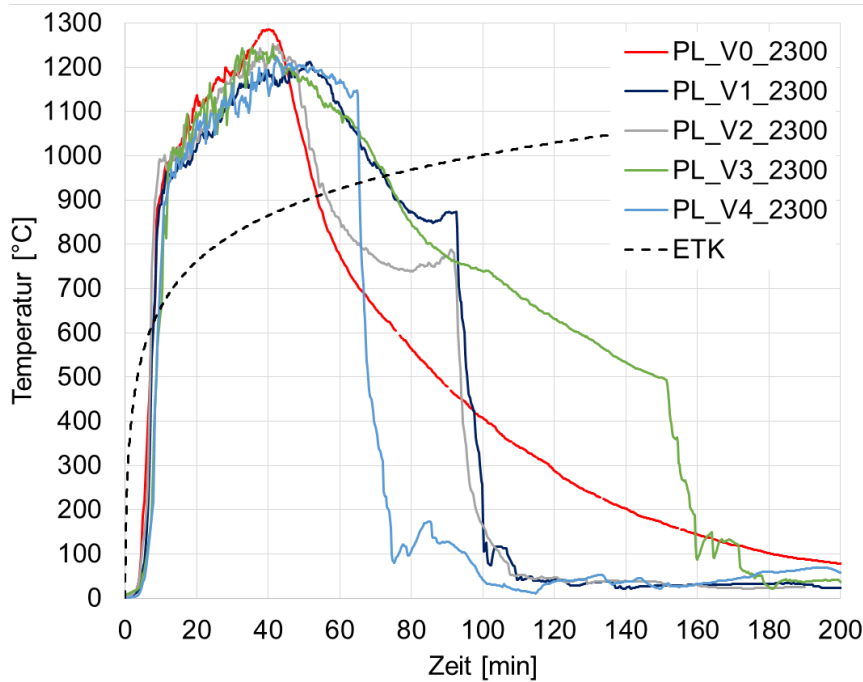


Abbildung 8: Vergleich der Brandraumtemperaturverläufe im Deckenbereich der Belegversuche V0 bis V4 mit der ETK [2]

5. Zusammenfassung und Fazit

Die Untersuchungen des Forschungsvorhabens TIMpuls [2] haben gezeigt, dass ein brand-schutztechnisch sicheres Bauen mit Holz bis zur Hochhausgrenze möglich ist und die bisherigen Regelungen der MHolzBauRL in Teilbereichen weiterentwickelt werden können. Im vorliegenden Beitrag werden exemplarisch die wesentlichen Ergebnisse zum Abbrandverhalten von Holz, der Schutzwirkung von Brandschutzbekleidungen, sowie der Beeinflussung der Branddynamik durch strukturelle Brandlasten vorgestellt.

6. Literatur

- [1] Zehfuß, J.: Neue Wege im Brandschutz. In: Die Wohnungswirtschaft. (73), Heft 11, 2020, S. 18-19.
- [2] Engel, T.; Brunkhorst, S.; Steeger, F.; Butscher, D.; Kurzer, C.; Werther, N.; Winter, S.; Zehfuß, J.; Kampmeier, B.; Neske, M. (2022) Schlussbericht zum Verbundvorhaben TIMpuls – Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung zur Fortschreibung bauaufsichtlicher Regelungen im Hinblick auf eine erweiterte Anwendung des Holzbaus. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe; Gülzow-Prüzen.
- [3] Zehfuß, J., Engel, T.; Steeger, F.; Kurzer, C.; Sudhoff, P.; Kampmeier, B.; Werther, N.; Butscher, D.; Winter, S.; Brunkhorst, S. (2024): Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung und Empfehlungen für die Planung von mehrgeschossigen Gebäuden in Holzbauweise bis zur Hochhausgrenze. In: Bauphysik Kalender 2024. Verlag Ernst & Sohn, Berlin.
- [4] DIN EN 1995-1-2: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004.
- [5] DIN 4102-8:2003-10: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 8: Kleinprüfstand.
- [6] DIN EN 13501-2:2016-12. Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen; Deutsche Fassung EN 13501-2:2016.
- [7] prEN 1995-1-2:2023-09. Eurocode 5 – Design of timber structures – Part 1-2: Structural fire design.

- [8] Werther, N.: Einflussgrößen auf das Abbrandverhalten von Holzbauteilen und deren Berücksichtigung in empirischen und numerischen Beurteilungsverfahren, Dissertation, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Technische Universität München, 2016.
- [9] Hosser, D.; Kampmeier, B.; Kruse, D.; Rüter, N. (2010) Optimierung der Konstruktion und der Herstellprozesse von hochfeuerhemmenden Holztafelelementen unter sicherheitsrelevanten, technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten (Optimierung K60). Abschlussbericht 2010.
- [10] DIN EN 13381-7:2019-09. Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen – Teil 7: Brandschutzmaßnahmen für Holzbauteile; Deutsche Fassung EN 13381-7:2019.
- [11] Entwurf Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL), Fassung 2023-09.
- [12] FprEN 1991-1-2:2023-10. Eurocode 1 – Actions on structures – Part 1-2: Actions on structures exposed to fire.
- [13] Zehfuß, J.; Brunkhorst, S.: Brandbeanspruchung durch Naturbrandmodelle nach Eurocode anstatt ETK – Erleichterung für den Holz-Wohnungsbau? In: 6. Internationale Tagung Bauphysik & Gebäudetechnik (BGT), Rosenheim, 28./29.04.2022.
- [14] Brunkhorst, S.: Branddynamik in Räumen mit strukturellen Brandlasten. Dissertation TU Braunschweig, 2024.
- [15] Schmid, J.: Natural Fire Exposure of Structural Timber-Contribution to Determine the Influence in the Fully Developed and the Decay Phase. Dissertation, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. 2020.
- [16] Brunkhorst, S.; Zehfuß, J.; Engel, T.; Kurzer, C.; Werther, N.; Steeger, F.; Butscher, D. (2021): TIMpuls Großversuche an Holzbauten. In: Braunschweiger Brandschutz-Tage 2021: 35. Fachtagung Brandschutz Forschung und Praxis, 15. und 16. September 2021; Tagungsband. Braunschweig: iBMB, 2021. (Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig; H. 241). S. 219-248.
- [17] DIN EN 1991-1-2/NA:2015-09 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke.

MHolzBauRL 2023 – Aktuelles zur Überarbeitung der Muster-Holzbaurichtlinie

Björn Kampmeier
Hochschule Magdeburg-Stendal
Magdeburg, Deutschland



Felix Steeger
Hochschule Magdeburg-Stendal
Magdeburg, Deutschland



MHolzBauRL 2023 – Aktuelles zur Überarbeitung der Muster-Holzbaurichtlinie

1. Einleitung

Bereits kurz nach Einführung der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (M-HolzBauRL 2020) [1] wurde im Jahr 2021 die Projektgruppe Muster-Holzbaurichtlinie gegründet, um die Richtlinie fortzuschreiben. Dies geschah vor dem Hintergrund neuer Forschungsergebnisse, insbesondere aus dem 2022 abgeschlossenen Forschungsvorhaben TIMpuls [2]. Die Arbeiten hatten zum Ziel die Anwendbarkeit der Holzbauweise weiter zu erleichtern, ohne jedoch dabei das bisherige Sicherheitsniveau zu senken. In diesem Beitrag werden die Inhalte des veröffentlichten Entwurfs der zukünftigen Muster-Holzbaurichtlinie in Fassung vom 18. September 2023 (Entwurf M-HolzBauRL 2023) dargestellt und die Neuerungen gegenüber der M-HolzBauRL 2020 erläutert. Die wesentlichen Neuerungen sind:

- Erweiterung des Anwendungsbereichs
- Ersatz des Kapselkriteriums K durch den Beginn des Abbrands t_{ch}
- Erweiterung der Holztafelbauweise auf die Gebäudeklasse 5
- Vereinfachte Fugenausbildung der Bauteile
- Erweiterte Lösungsmöglichkeiten zur Installationsführung
- Vereinfachte Realisierung ohne zusätzliche Bauartgenehmigungen

Nach deren Erläuterung werden anschließend die im Entwurf M-HolzBauRL 2023 aufgeführten Möglichkeiten zur Realisierung von Holzgebäuden (Brandschutzkonzepte) vorgestellt und deren Anforderungen bzw. Erleichterungen erläutert.

2. Wesentliche Neuerungen gegenüber Ausgabe 2020

2.1. Erweiterung des Anwendungsbereichs

Die M-HolzBauRL 2020 gilt bei Anwendung der Holzmassivbauweise für sogenannte Standardbauten der Gebäudeklassen 4 und 5 und bei Anwendung der Holztafelbauweise uneingeschränkt für die Gebäudeklasse 4. Standardbauten beziehen sich auf eine Wohnnutzung mit Nutzungseinheiten $\leq 200 \text{ m}^2$. Dieser eingeschränkte Anwendungsbereich wird zukünftig erheblich erweitert.

Der Entwurf M-HolzBauRL 2023 sieht bei Verwendung einer Brandschutzbekleidung mit einem Entzündungsschutz über die gesamte Feuerwiderstandsdauer keine zusätzliche Beschränkung der Größe der Nutzungseinheiten mehr vor. Eine zusätzliche Beschränkung der Nutzungseinheitengröße auf maximal 200 m^2 ist erst zu berücksichtigen, sofern die Leistungsfähigkeit der Brandschutzbekleidung reduziert wird, bzw. diese in Teilbereichen entfällt. Begründet wird dies mit der Gleichwertigkeit des Brandverhaltens bis zum Versagenszeitpunkt der Brandschutzbekleidung und der Robustheit der berücksichtigten Bauweisen. Sowohl bei der Massivholzbauweise als auch der Holztafelbauweise mit nichtbrennbarer hohlraumfüllender Gefachdämmung ist auch bei einem frühzeitigen punktuellen Versagen der Brandschutzbekleidung nicht mit unkontrollierbar verlaufenden Hohlraumbränden zu rechnen.

Ebenso darf der Entwurf M-HolzBauRL 2023 auch auf Sonderbauten angewendet werden, wenn keine ausgewiesene Nutzung für mobilitätsbeschränkte Personen, wie bei Krankenhäusern, Pflegeheimen oder Gefängnissen etc., besteht. Ist dies nicht der Fall kann geprüft werden, ob eine Anwendung der Richtlinie vertretbar ist. Dies geschieht insbesondere unter Berücksichtigung der Anzahl der Nutzer. Hintergrund dieser Regelung ist, dass bereits in der Vergangenheit Schulen und vergleichbare Gebäude in Holz errichtet wurden, eine Berücksichtigung der M-HolzBauRL 2020 jedoch häufig strittig war. Dies soll hierdurch zukünftig erleichtert werden.

2.2. Ersatz des Kapselkriteriums durch t_{ch}

Wesentliches Ziel der Muster-Holzbaurichtlinie ist die Vermeidung schwer bekämpfbarer Hohlraumbrände. Um zu gewährleisten, dass die Feuerwehr sicher und vollständig ein Brandereignis bekämpfen kann, muss die Entstehung von Brandnestern im Bauteil während der gesamten Feuerwiderstandsdauer verhindert werden. Ebenso soll ein unentdecktes Weiterbestehen jener Brandnester innerhalb des Bauteils ausgeschlossen werden.

Das wird erreicht durch:

- die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung,
- die nichtbrennbare Hohlraumdämmung und
- die Minimierung der elektrischen Installationen innerhalb der Bauteile.

Die Brandschutzbekleidung soll allseitig und durchgängig aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Zentrales Kriterium für die Klassifizierung ist das Kapselkriterium «K» nach DIN EN 14135:2004-11 [3]. Es gilt als erfüllt, wenn keine Brand- oder Verkohlungserscheinungen auf der Holz- oder Holzwerkstoffoberfläche zu erkennen sind und im Mittel 270 °C und im Maximum 290 °C nicht überschritten werden. Folgende Kriterien dürfen nach DIN EN 13501-2:2016-12 [4] bei einer Brandraumtemperatur nach Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) nicht überschritten werden:

- die Anfangstemperatur der brandseitigen Spanplattenoberfläche darf im Mittel um nicht mehr als 250 °C überschritten werden,
- die Anfangstemperatur der brandseitigen Spanplattenoberfläche darf im Maximum um nicht mehr als 270 °C überschritten werden und
- es darf keine Entzündung oder Verkohlung an der Holzspanplattenoberfläche entstehen.

Eine Verfärbung der Trägerplatte wird noch nicht als Verkohlung angesehen. Im Folgenden wird von einer mittleren Raumtemperatur von 20 °C ausgegangen. Wenn demzufolge Bezug auf Temperaturen von 270 °C im Mittel oder 290 °C im Maximum genommen wird, geschieht dies unter Voraussetzung dieser mittleren Raumtemperatur.

Im Brandfall besteht der höchste Wärmeeintrag bei einer Wandkonstruktion aus Holz über die Verbindungsmittel, mit denen die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung auf der Holzkonstruktion befestigt wird. Diese kritischen Punkte sind für die gesamte Brandschutzbekleidung bemessungsentscheidend, wenn auch hier über die gesamte Feuerwiderstandsdauer eine Verkohlung ausgeschlossen werden soll. Diese Anforderung führt dazu, dass bei einer klassifizierten K₂60-Bekleidung, bestehend aus 2 x 18 mm GKF-Platten, zur 60 Minute auf der Holzoberfläche im Mittel nur eine Temperatur von etwa 140 °C vorliegt, siehe Abbildung 1.

Dieses Phänomen wurde bereits im Forschungsvorhaben «Optimierung K60» [6] detailliert im Labormaßstab untersucht. Im Cone Kalorimeter wurden Brandschutzbekleidungen mittels 3,9 mm starker Schnellbauschraube auf einer Indikatorplatte befestigt und durch einen elektrischen Strahler erwärmt, bis eine zuvor festgelegte Temperatur in der «ungestörten» Grenzschicht zwischen Brandschutzbekleidung und Indikatorplatte erreicht wurde. Abbildung 2 zeigt die dabei auftretenden Verfärbungs- und Verkohlungserscheinungen in Abhängigkeit der Temperatur.

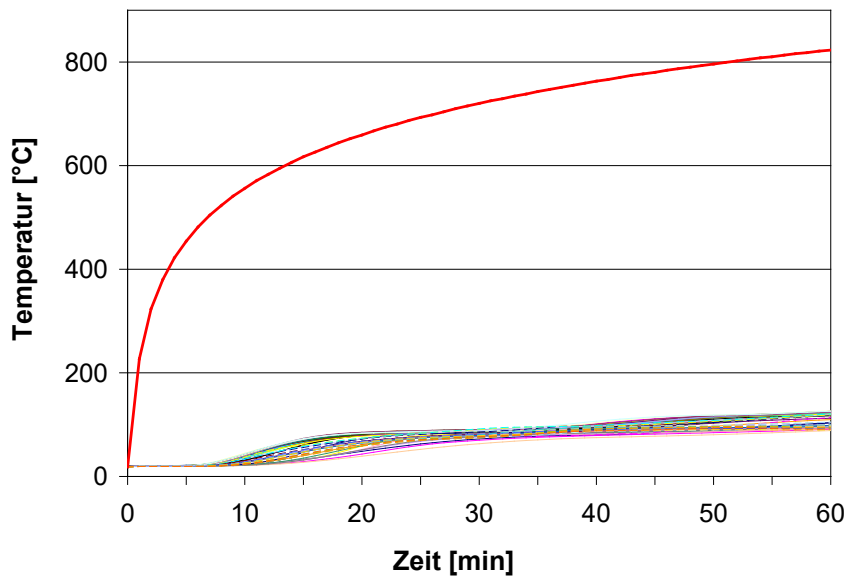


Abbildung 1: Temperaturverlauf hinter K60-Brandschutzbekleidung [5]

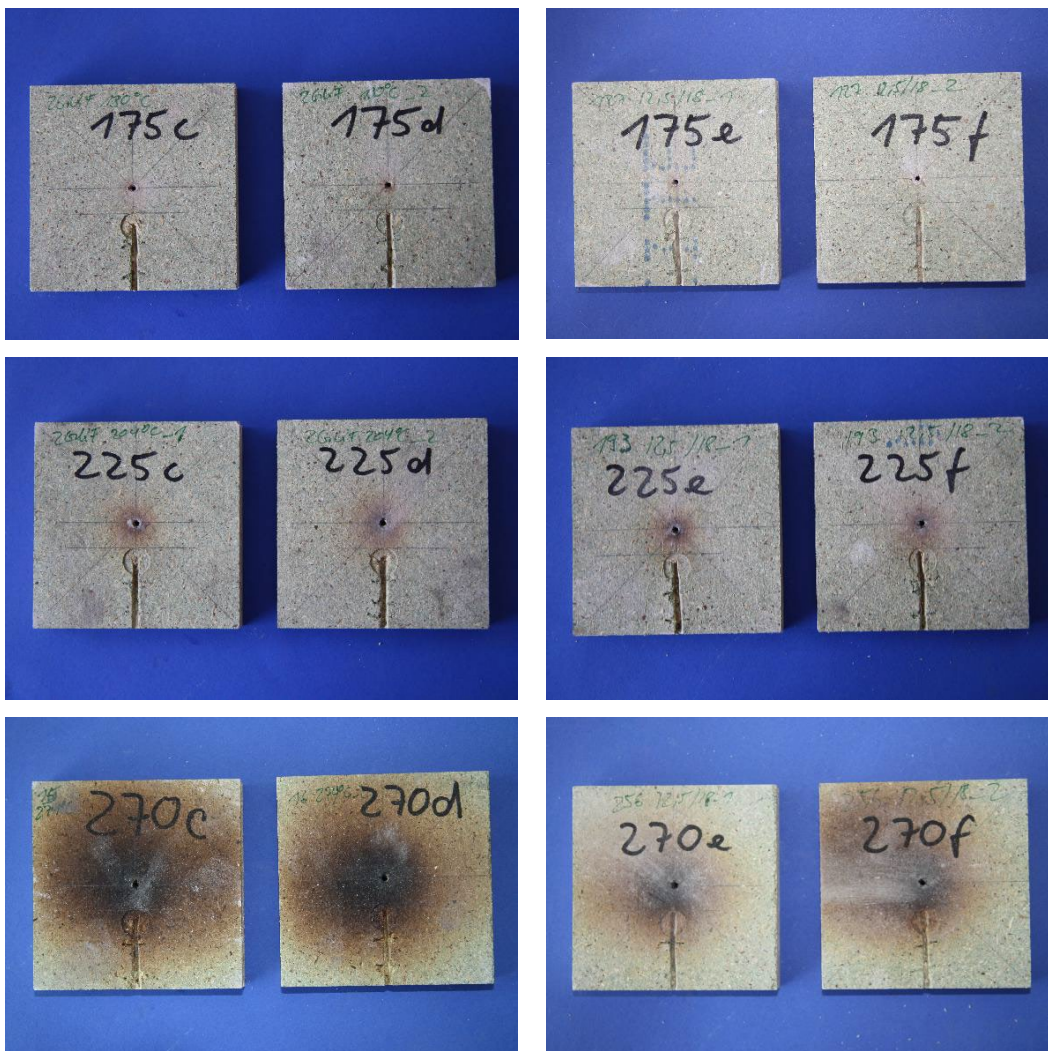


Abbildung 2: Darstellung der Verkohlungsbilder im Bereich einer Schnellbauschraube bei 175 °C, 225 °C und 270 °C [6]

Die Verkohlungsbilder bei 175 °C entsprechen in etwa dem Sicherheitsniveau einer Kapselbekleidung nach DIN EN 14135:2004-11, wie sie bisher in der M-HolzBauRL 2020 gefordert wird. Die Verkohlungsbilder bei 270 °C Oberflächentemperatur geben einen Eindruck zum Sicherheitsniveau einer t_{ch} -Bekleidung (Oberflächentemperatur 300 °C).

Die Untersuchungen haben jedoch insgesamt gezeigt, dass es nur unter äußerst ungünstigen Umständen durch ein metallisches Verbindungsmittel zu einer frühzeitigen Entzündung bzw. zu einem Weiterglimmen von Holz kommen kann. Diese Randbedingungen liegen jedoch bei üblichen Konstruktionen in Holzbauweise im Allgemeinen nicht vor.

Im Forschungsvorhaben TIMpuls konnte dieses Erkenntnis, dass es auch bei einer t_{ch} -Bekleidung über die genannte Schutzdauer nicht zu selbstständig verlaufenden Hohlraumbränden kommt, durch Brandversuche im Realmaßstab konservativ bestätigt werden. So konnte gezeigt werden, dass es bei einer Brandschutzbekleidung bestehend aus 2 x 18 mm dicken Gipsplatten und einer 90-minütigen ETK-Beflammung keine selbstständig verlaufenden Hohlraumbrände aufgetreten sind, siehe Abbildung 3. Dieses Ergebnis konnte zudem bei einer konservativ gewählten Naturbrandkurve bestätigt werden.



Abbildung 3: Verkohlungserscheinungen hinter 2 x 18 mm dicken Brandschutzbekleidungen, nach 90-minütiger ETK-Beflammung (links) und nach 90-minütiger Naturbrandbeanspruchung «TIMpuls_NB1» (rechts) [2]

2.3. Erweiterung der Holzbauweise auf die GK5

In der Gebäudeklasse 4 wird die Größe der Nutzungseinheiten auf maximal 400 m² begrenzt. In der Gebäudeklasse 5 sind auf Grund von Nutzungseinheiten bis 1600 m² durchaus nicht von der Feuerwehr beherrschbare Brandszenarien möglich. Hinzu kommt, dass auf Grund der Gebäudehöhe und erhöhten Anzahl der Nutzer auch die Personenrettung erschwert ist. Die Schadensfolge ist somit in der Gebäudeklasse 5 deutlich größer als in der Gebäudeklasse 4. Der Gesetzgeber begegnet diesem insgesamt höheren Brandrisiko vor allem durch die Bauteilanforderung feuerbeständig. Neben einer höheren Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten ist für feuerbeständige Bauteile gefordert, dass diese im Wesentlichen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Die Möglichkeit baurechtskonform Holzbauten in der Gebäudeklasse 5 auszuführen, ergibt sich aus der Öffnung des §26 der Musterbauordnung (MBO) [7]. Seit Beschluss der Baumministerkonferenz vom 27.09.2019 [8] ist es zulässig, dass «andere Bauteile, die feuerbeständig oder hochfeuerhemmend sein müssen, aus brennbaren Baustoffen zulässig (sind), sofern sie den Technischen Baubestimmungen nach § 85a entsprechen.».

Auf Grundlage dieser Öffnung ist es möglich, das Konzept der Holzbauweise mit Brandschutzbekleidung auch auf die Gebäudeklasse 5 anwenden zu können. So wie in der Gebäudeklasse 4 Holzbauteile mit einem 60-minütigen Entzündungsschutz als gleichwertig zur mineralischen Massivbauweise angesehen werden können, kann dieses Prinzip auf Bauteile der Gebäudeklasse 5 mit einem 90-minütigen Entzündungsschutz übertragen werden. Durch die Brandschutzbekleidung ist sichergestellt, dass sich die Holzbauteile nicht wesentlich am Brandgeschehen beteiligen.

Zudem konnte im Forschungsvorhaben TIMpuls nachgewiesen werden, dass auch unter einer konservativ gewählten Naturbrandkurve, das Brandverhalten beherrschbar ist. Dieser Lösungsweg wird durch die bauaufsichtlich eingeführte, brandschutztechnische Bemessung der Eurocodes ermöglicht. Durch DIN EN 1991-1-2:2010-12 [9] ist es in Deutschland neben der Bemessung nach ETK möglich den erforderlichen Feuerwiderstand von Bauteilen durch eine sogenannte Naturbrandbemessung nachzuweisen. Dabei wird ein im Brandfall in Abhängigkeit der vorliegenden Brandlasten und Ventilationsöffnungen zu erwartender Temperaturzeitverlauf berechnet. Die Bauteile müssen diesen Brandverlauf ohne Verlust ihrer Funktion wie Tragfähigkeit und Raumabschluss überstehen. In Anlehnung an diese Naturbrandbemessung wurden in TIMpuls Brandversuche mit der in Abbildung 4 dargestellten Naturbrandkurve «TIMpuls_NB_1» durchgeführt.

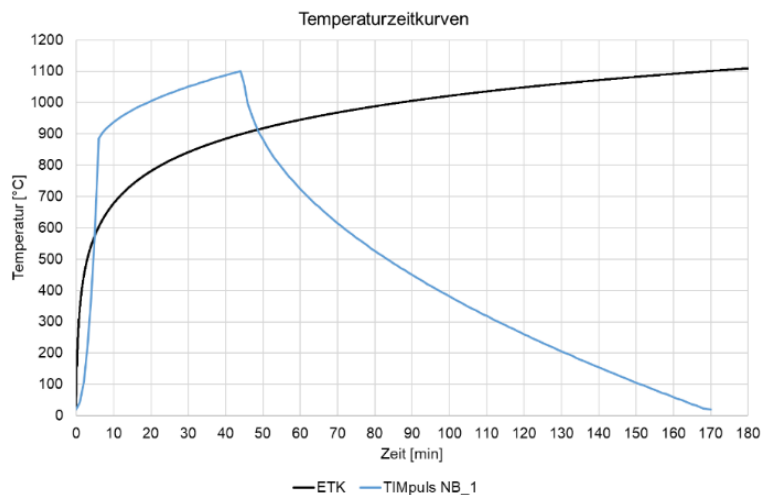


Abbildung 4: Verlauf der Einheits-Temperaturzeitkurve und der Naturbrandkurve «TIMpuls NB_1» [2]

Ein Überschreiten der Entzündungstemperatur von 300 °C auf der Holzoberfläche, unterhalb der Brandschutzbekleidung, trat auch hier erst nach über 90 Minuten Brandbeanspruchung auf, sodass auch in der Realität bis zu diesem Zeitpunkt von einer Gleichwertigkeit ausgegangen werden kann. Nach Versagen der Brandschutzbekleidung stellt sich für die Feuerwehr ein beherrschbares Brandverhalten der Bauteile dar. Kritisch für die Feuerwehren sind nicht entdeckte Hohlraumbrände. Diese können bei Holzmassivbauteilen auf Grund der hohlraumfreien Bauweise nicht auftreten, sodass, wie auch in TIMpuls gezeigt, die Feuerwehr die Bauteile nach dem Brand wirksam ablöschen kann. Aber auch für die Holztafelbauweise konnte dies nachgewiesen werden. Nach Versagen der Brandschutzbekleidung brennt soweit vorhanden zunächst eine unterhalb der Brandschutzbekleidung angeordnete Holzwerkstoffplatte. Dieses Brandverhalten ist vergleichbar mit dem der Holzmassivbauteile. Aber auch wenn das Brandgeschehen auf die Bauteilebene der Ständer übergegangen war, blieb das Brandverhalten beherrschbar. Der hohlraumfüllend eingebrachte, nichtbrennbare Dämmstoff verhindert eine schnelle Brandausbreitung. Zudem schützte er die Flanken der Holzständer, sodass diese in erster Linie nur einen einseitigen Abbrand erfahren, siehe Abbildung 5.



Abbildung 5: Schutzwirkung der Steinwolle-Dämmung für die Gefache [10]

Dies erleichtert den Löschangriff für die Feuerwehr und reduziert sogar die Wärmefreisetzung im Vergleich zur Holzmassivbauweise. Auf Grund dessen ist eine Erweiterung des Anwendungsbereichs auf die Gebäudeklasse 5 aus brandschutztechnischen Gründen vertretbar.

2.4. Vereinfachte Regeln zur rauchdichten Fugenausbildung

Bereits im Zuge der Öffnung der Landesbauordnung Baden-Württemberg im Jahr 2015 [11] zugunsten des mehrgeschossigen Holzbaus wurden Regelungen geschaffen, die den Einsatz von Baustoffen aus Holz als tragende und aussteifende Bauteile in Gebäuden bis zur Hochhausgrenze, auch ohne eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung, ermöglichen. Dabei wurden in einem dem über das Land Baden-Württemberg sowie den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderten Forschungsvorhaben «Entwicklung einer Richtlinie für Konstruktionen in Holzbauweise in den GK 4 und 5 gemäß der LBO BW (HolzbauRLBW)» [12] Regelungen entwickelt, die eine Brand- und Rauchausbreitung über Bauteil- und Elementfugen von Holzkonstruktionen ausreichend lang behindern. Ziel des Projektes war es, Bauteilanschlüsse zu entwickeln, die möglichst durch ohnehin vorhandene Maßnahmen zur Luftdichtigkeit auch in der Lage sind, die erforderliche Rauchdichtigkeit zu gewährleisten. Hierzu wurden Probekörper bestehend aus einem ca. 1 m² großen Wandbauteil und einem 1 m² großen Deckenbauteil L-förmig verbunden und in einem ETK-Brandofen eingebaut und beflammt. Auf der brandabgewandten Seite der Fügestelle wurde ein Rauchfangkasten angeordnet mit dem die Rauchgase analysiert und der Leckagestrom gemessen wurde, siehe Abbildung 6. Dies wurde vergleichend zu den Holzbauanschlüssen ebenfalls mit bauaufsichtlich akzeptierten mineralischen Anschlüssen nach DIN 4102-4:2016-05 [13] durchgeführt.

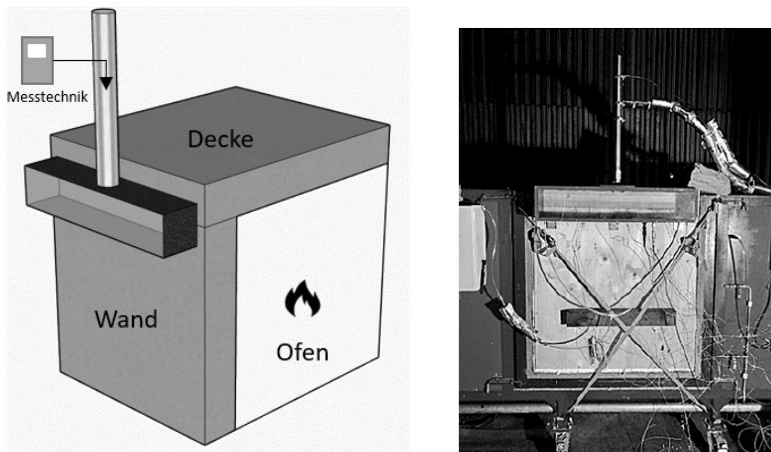


Abbildung 6: 1 m x 1 m Bauteilofen mit angeschlossener Rauchfangkasten [12]

Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen konnten gesicherte quantitative Messungen zum Rauchdurchtritt bei Bauteil- und Elementfugen von Holz-Holz-Anschlüssen durchgeführt werden. Die sich aus dem Projekt ergebenden Leitdetails wurden in der Schriftenreihe des INFORMATIONSDIENST HOLZ veröffentlicht [14] und stehen somit am Bau beteiligten Akteuren zur Verfügung. Im Ergebnis sind brandsichere und zugleich wirtschaftliche Anschlussdetails entwickelt worden, die über die VwVTB Baden-Württemberg in das baden-württembergische Baurecht übernommen wurden. Diese Konstruktionsdetails wurden nun ebenfalls in den Entwurf M-HolzBauRL 2023 als Anhang 3 übernommen. Parallel ist geplant, diese ebenfalls in die DIN 4102-4:2016-05 aufzunehmen.

2.5. Führung von Installationen

Bis einschließlich zur M-HolzBauRL 2020 wurde die Thematik Führung von Installationen bis auf wenige generelle Anforderungen kaum behandelt, was häufig zu unterschiedlichen Auslegungen und damit zu Unsicherheiten führte. Zudem erwiesen sich die Lösungsvorschläge zur Installationsführung als praxisfern. Der Entwurf M-HolzBauRL 2023 sieht erstmals in nennenswertem Umfang Vorgaben zur Führung von Installationen vor, die sich zudem bereits in den letzten Jahren als praktikabel erwiesen haben. So wurde beispielsweise aufgenommen, dass der Mindestabstand von 150 mm einer Installationsdose zu einem Holzständer unterschritten werden darf, wenn dieser mit einer mindestens 12,5 mm dicken Gipsplatte bekleidet wird. Dies ermöglicht es einen üblichen Abstand eines Lichtschalters zur Tür einzuhalten. Zudem wurde die Möglichkeit geschaffen einzelne elektrische Leitungen oberflächennah innerhalb massiver Holzbauteile zu führen.

2.6. Verzicht auf zusätzliche Bauartgenehmigungen

Die Projektgruppe hat sich zudem zum Ziel gesetzt, dass Bauartgenehmigungen für die üblichen Konstruktionen nicht zwangsweise erforderlich sind. Dieser bereits in der M-Holz-BauRL 2020 eingeschlagene Weg wird mit dem Entwurf M-HolzBauRL 2023 fortgeführt, wobei anzumerken ist, dass einige Erleichterungen derzeit noch nicht nutzbar sind. Zentraler Bestandteil der Regelungen ist weiterhin, dass die Bauteilanforderungen Feuerwiderstandsdauer und Dauer des Entzündungsschutzes getrennt nachgewiesen werden können. Für übliche Bauarten kann die Feuerwiderstandsdauer über die DIN EN 1995-1-2:2010-12 [15] oder DIN 4102-4:2016-05 nachgewiesen werden. Mit dem aktuellen Stand der beiden Bemessungsnormen leider nur für Wände bis 90 Minuten und Decken bis 60 Minuten in Holztafelbauweise. Für die Holzmassivbauweise ist der Nachweis über diese Bemessungsnormen aktuell leider nicht möglich. Dies wird sich erst mit Einführung der neuen Fassung der DIN EN 1995-1-2 (voraussichtlich 2026) ändern. Dann stehen rechnerische Bemessungsverfahren für sämtliche Holztafel- und Holzmassivbauteile zur Verfügung. Um bereits bis dahin im mehrgeschossigen Holzbau handlungsfähig zu sein ist es erforderlich, dass allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse nach Ziffer C4 der M-VVTB [16] wieder für den Holzbau genutzt werden können. Dazu muss der seit der Fassung 2019/1 [17] für den Holzbau gestrichene Nachweisweg wieder geöffnet werden. Auf Initiative der Projektgruppe MHolzBauRL wurden entsprechende Vorschläge erarbeitet. Dieser hoffentlich bald wieder mögliche Nachweisweg sollte allerdings auch nach Einführung der neuen Fassung der DIN EN 1995-1-2 nutzbar bleiben, um Sonderkonstruktionen oder produktspezifische Vorteile in der Leistungsfähigkeit gegenüber den Bemessungsverfahren zu ermöglichen. [18]

Wie bereits zuvor erwähnt erfolgt der Nachweis des Entzündungsschutzes zukünftig über den Wert t_{ch} . Hierzu hält der Entwurf M-HolzBauRL 2023 vier Bemessungstabellen für Gipsplattenbekleidungen für die Schutzzeiten 30, 60 und 90 Minuten bereit. Alternativ kann dieser Wert ebenfalls über die DIN EN 1995-1-2:2010-12 rechnerisch bestimmt werden. Da rechnerische Nachweisverfahren häufig zu konservativen Ergebnissen führen kann darüber hinaus die Leistungsfähigkeit t_{ch} produktspezifisch mittels Brandversuch nach DIN EN 13381-7:2019-09 [19] geführt werden. Hierzu sei anzumerken, dass die gemäß Entwurf M-HolzBauRL 2023 als $t_{ch} = 90$ Minuten klassifizierte 2x18 mm dicke Gipsplattenbekleidung gemäß Rechenverfahren nach DIN EN 1995-1-2:2010-12 nur eine Schutzdauer von 76 Minuten erreichen würde. Auch hier haben die im Forschungsvorhaben TIMpuls durchgeführte Brandversuche gezeigt, dass die tatsächliche Leistungsfähigkeit größer ist. Es wurden 2 x 18 mm dicke Brandschutzbekleidungen unter ETK-Beanspruchung sowohl im kleinmaßstäblichen Brandofen nach DIN 4102-8:2003-10 [20], als auch im Realmaßstab untersucht. Im Kleinmaßstab wurden als Indikatorplatten Spanplatten, OSB-Platten (mit und ohne Mineralwollehinterlegung) als auch Massivholzplatten untersucht. Hiernach wurden Schutzzeiten größer 90 Minuten erreicht, siehe Abbildung 7.

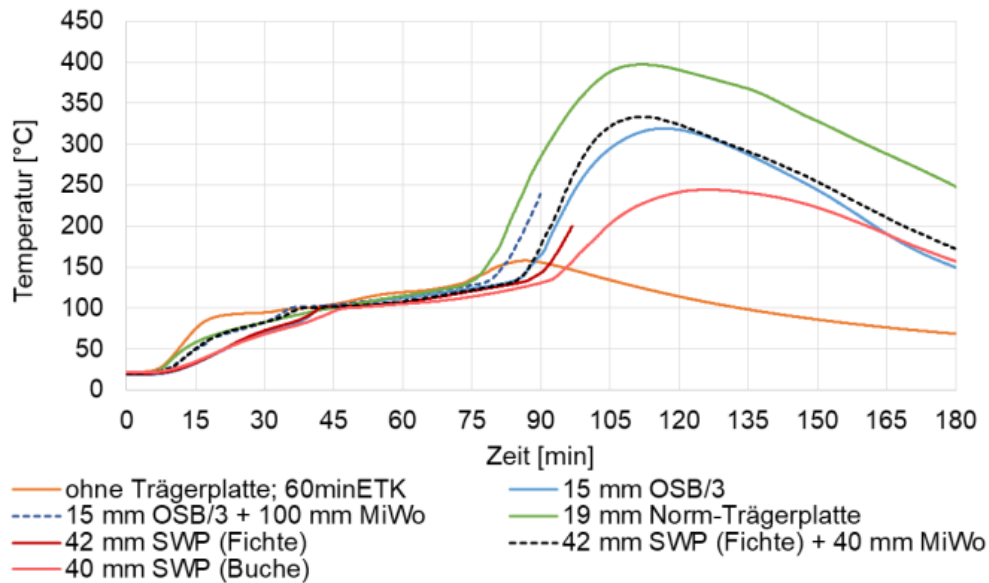


Abbildung 7: Vergleich der Durchwärmung (Grenzschichttemperatur) bei unterschiedlichen Trägerplatten und ggf. Hinterlegung mit Mineralwolle für 2 x 18 mm Gipsbekleidungen unter ETK-Beanspruchung, vgl. Abbildung 92 in [2]

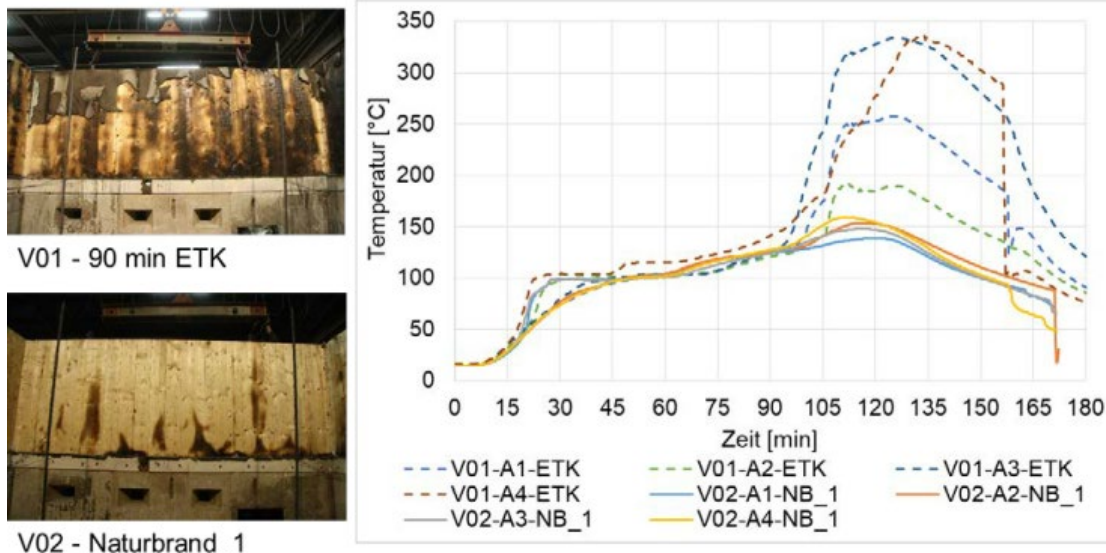


Abbildung 8: Gegenüberstellung der Grenzschichttemperatur und Verkohlungsbild bei 2 x 18 mm Gipsfaserplatten, vgl. Abbildung 135 in [2]

Auch im Großbrandversuch «V01» mit ETK-Brandbeanspruchung waren zwei Wandbauteile mit 2x18 mm dicken Gipsplatten bekleidet. Abbildung 8 zeigt die Auswertung für ein Wandbauteil mit 4 Messachsen (gestrichelte Linien). Hiernach konnte ein Entzündungsschutz der Bauteile größer 105 Minuten nachgewiesen werden.

3. Brandschutzkonzepte

Der Entwurf M-HolzBauRL 2023 sieht grundsätzlich einen Entzündungsschutz der Holzbauteile mittels Brandschutzbekleidung über die gesamte geforderte Feuerwiderstandsdauer vor. Dies bedeutet für hochfeuerhemmende Bauteile einen Entzündungsschutz durch die Brandschutzbekleidung mit $t_{ch} = 60$ Minuten und für abweichend feuerbeständige Bauteile mit $t_{ch} = 90$ Minuten. Diese Vorgaben für den Entzündungsschutz dürfen zwar reduziert werden, jedoch ist dann die Gleichwertigkeit zu den mineralischen Bauweisen oder den Holzbauweisen mit vollständigem Entzündungsschutz nicht mehr gegeben. Das Brandrisiko würde sich somit erhöhen, was den Zielvorgaben zur Überarbeitung der Richtlinie widerspricht. Um das Brandrisiko wieder auf das akzeptierte Maß zu reduzieren

muss die Eintretenswahrscheinlichkeit oder die Schadensfolge reduziert werden. Dies geschieht durch eine Verkleinerung der zulässigen Größe der Nutzungseinheiten auf 200 m². Durch diese Maßnahme wird zudem die je Nutzungseinheit einem Brand zur Verfügung stehende Brandlast auf das bisher bauaufsichtlich akzeptierte Maß reduziert. Zudem gilt eine Brandfläche von maximal 200 m² noch als für die Feuerwehr beherrschbar.

Die bereits aus der M-HolzBauRL 2020 bestehende Beschränkung sichtbarer Holzoberflächen auf die Deckenunterseite oder 25 % der Wandoberflächen bleibt bestehen. Die Hintergründe hierzu werden in [2] dargestellt.

Somit ergeben sich gemäß Entwurf M-HolzBauRL 2023 die Möglichkeiten zur baurechtskonformen Realisierung von Holzgebäuden in den Gebäudeklassen 4 und 5, entsprechend der Tabellen 1 und 2.

Tabelle 1: Zulässige Holzmassivbauweisen für die Gebäudeklassen 4 und 5 entsprechend Entwurf M-HolzBauRL 2023

<i>Brandschutzkonzept</i>	<i>MB4 (sta)</i>	<i>MB5 (sta)</i>	<i>MB4 (red)</i>	<i>MB5 (red)</i>
<i>zulässig in Gebäudeklasse</i>	4	5	4	5
<i>Feuerwiderstandsdauer der Bauteile</i>	60 min	90 min	60 min	90 min
<i>Dauer des Entzündungsschutzes</i>	60 min	90 min	30 min	30 min
<i>Brandschutzbekleidung*</i>	2 x 15 mm	2 x 18 mm	1 x 15 mm	1 x 18 mm
<i>zulässiger Anteil brennbarer (unbekleideter) Raumboflächen</i>	0 %		<i>Deckenunterseite oder 25 % der Wände eines Raumes</i>	
<i>Brandverhalten der Gefachdämmstoffe</i>	- / -		- / -	
<i>max. Nutzungseinheitengröße</i>	400 m ²	1.600 m ²	200 m ²	200 m ²
<i>Abschnitt der MHolzBauRL</i>	4.2		4.3b und 4.3c	

* Gipsplatten (Feuerschutzplatte Typ GKF) nach DIN 18180:2014-09 in Verbindung mit mindestens Typ DF nach DIN EN 520:2009-12 oder aus Gipsfaserplatten (GF, Rohdichte mindestens 1000 kg/m³) nach DIN EN 15283-2:2009-12 oder mit entsprechenden Leistungseigenschaften nach Europäischer Technischer Bewertung

Tabelle 2: Zulässige Holztafelbauweisen für die Gebäudeklassen 4 und 5 entsprechend Entwurf M-HolzBauRL 2023

<i>Brandschutzkonzepte</i>	<i>HTB4 (sta)</i>	<i>HTB5 (sta)</i>	<i>HTB4 (red)</i>
<i>zulässig in Gebäudeklasse</i>	4	5	4
<i>Feuerwiderstandsdauer der Bauteile</i>	60 min	90 min	60 min
<i>Dauer des Entzündungsschutzes</i>	60 min	90 min	60 min
<i>Brandschutzbekleidung*</i>	2 x 15 mm	2 x 18 mm	2 x 12,5 mm oder 18 mm + 12 mm HWS-Platte
<i>zulässiger Anteil brennbarer (unbekleideter) Raumboflächen</i>	0 %		0 %
<i>Brandverhalten der Gefachdämmstoffe</i>	nichtbrennbar		nichtbrennbar
<i>max. Nutzungseinheitsgröße</i>	400 m ²	1.600 m ²	200 m ²
<i>Abschnitt der M-HolzBauRL</i>	4.2		4.3a

* Gipsplatten (Feuerschutzplatte Typ GKF) nach DIN 18180:2014-09 in Verbindung mit mindestens Typ DF nach DIN EN 520:2009-12 oder aus Gipsfaserplatten (GF, Rohdichte mindestens 1000 kg/m³) nach DIN EN 15283-2:2009-12 oder mit entsprechenden Leistungseigenschaften nach Europäischer Technischer Bewertung

4. Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag umfasst die Änderungen des Entwurfs zur zukünftigen Muster-Holzbaurichtlinie in der Fassung vom 18. September 2023 gegenüber der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise von 2020.

Die zukünftigen Änderungen umfassen die (teilweise) Erweiterung des Anwendungsbereichs auf Sonderbauten, die Beurteilung der Brandschutzbekleidung durch den Beginn des Abbrands t_{ch} , die Erweiterung der Holztafelbauweise auf die Gebäudeklasse 5, Vereinfachungen zur Fugenausbildung und neue Regelungen zur Installationsführung.

Die den Änderungen zugrundeliegenden Forschungsergebnisse, insbesondere aus dem Forschungsvorhaben TIMpuls [2], wurden entsprechend erläutert.

In den Tabellen 1 und 2 sind die zukünftigen Möglichkeiten zur Realisierung von Holzgebäuden sowie deren Anforderungen auf Grundlage des Entwurfs der M-HolzBauRL 2023 zusammengefasst dargestellt.

Es wurde ferner darauf hingewiesen, dass die angestrebten Erleichterungen für die Bauteilnachweise ohne zusätzliche Bauartgenehmigungen erst nach Einführung der zukünftigen Fassung der DIN EN 1995-1-2 wirksam werden.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Deutsches Institut für Bautechnik (2020) Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL) – Fassung Oktober 2020.
- [2] Engel, T. et al. (2021) Schlussbericht zum Verbundvorhaben TIMpuls «Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung zur Fortschreibung bauaufsichtlicher Regelungen im Hinblick auf eine erweiterte Anwendung des Holzbaus». Gülzow-Prüzen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe.
- [3] DIN EN 14135:2004-11 Brandschutzbekleidungen - Bestimmung der Brandschutzwirkung; Deutsche Fassung EN 14135:2004.
- [4] DIN EN 13501-2:2016-12 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen. Deutsche Fassung EN 13501-2:2016.
- [5] Hosser, D.; Kampmeier, B.: Untersuchungen zur Optimierung und Standardisierung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen; Teilprojekt 3b: Brandtechnische Untersuchungen zur Optimierung der Flammenschutzmittelzusammensetzung und des Brandverhaltens auf Bauteilebene; Schlussbericht eines vom BMELV geförderten und der FNR betreuten Forschungsvorhaben; FKZ:22008905; 2007
- [6] Hosser, D. et al. (2013) Optimierung der Konstruktion und der Herstellprozesse von hochfeuerhemmenden Holztafelementen unter sicherheitsrelevanten, technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten (Optimierung K60) – Abschlussbericht. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- [7] Musterbauordnung (MBO) der Bauministerkonferenz. Fassung November 2002 zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 23.09.2022.
- [8] Musterbauordnung (MBO) der Bauministerkonferenz. Fassung November 2002 zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22.02.2019.
- [9] DIN EN 1991-1-2:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke; Deutsche Fassung EN 1991-1-2:2002 + AC:2009
- [10] Winter, S. et al. (2022) Konstruktionsgrundsätze für das mehrgeschossige Bauen mit Holz - abgeleitet aus dem Forschungsprojekt TIMpuls. Braunschweiger Brandschutz-Tage 2022. Braunschweig.
- [11] Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in der Fassung vom 5. März 2010 zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. November 2023 (GBl. S. 422).
- [12] (2020) Abschlussbericht "Entwicklung einer Richtlinie für Konstruktionen in Holzbauweise in den GK 4 und 5 gemäß der LBO BW".
- [13] DIN 4102-4:2016-05 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile.
- [14] Dederich, L. (2021) Leitdetails für Bauteilanschlüsse in den Gebäudeklassen 4 und 5 – Holzbau Handbuch Reihe 3 Teil 5 Folge 2. Berlin.
- [15] DIN EN 1995-1-2:2010-12 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2009.
- [16] Deutsches Institut für Bautechnik (2023) MVVTB Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) – Ausgabe 2023/1.
- [17] Deutsches Institut für Bautechnik (2019) MVVTB Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) – Ausgabe 2019/1.
- [18] Gammerl, B. (2023) Regelsetzung für den Holzbau – Holztafelbau in GK 5, Musterholzbau-RL und Sonderwege. Braunschweiger Brandschutz-Tage 2023. Braunschweig.
- [19] DIN EN 13381-7:2019-09 Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen - Teil 7: Brandschutzmaßnahmen für Holzbauteile; Deutsche Fassung EN 13381-7:2019.
- [20] DIN 4102-8:2003-10 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Kleinprüfstand.

HOBRATEC – Weiterentwicklung der Brandbekämpfungsmethoden für den mehrgeschossigen Holzbau

Julius Lange
Hochschule Magdeburg-Stendal
Magdeburg, Deutschland



Alexander Wellisch
Feuerwehr Hamburg
Hamburg, Deutschland



Patrick Sudhoff
Hochschule Magdeburg-Stendal
Magdeburg, Deutschland



HOBRATEC – Weiterentwicklung der Brandbekämpfungsmethoden für den mehrgeschossigen Holzbau

1. Einleitung

1.1. Projekt HOBRATEC

Der Anspruch nachhaltig zu handeln, zu leben und zu konsumieren ist durch den drohenden Klimawandel zu einem gesamtgesellschaftlichen Thema geworden. Auch im Baugewerbe ist diese Entwicklung, die mehr zu sein scheint als ein Trend, deutlich zu spüren [1]. Allein durch die Zementproduktion entstehen jedes Jahr 2,8 Milliarden Tonnen Kohlenstoffdioxid, was ca. 8 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen ausmacht [2]. Aus diesem Grund gibt es nicht nur in Deutschland ein größeres Bestreben darauf, eine klimafreundlichere Bauweise vorzuziehen. Diese klimafreundlichere Bauweise fußt zumeist auf dem Baustoff Holz, denn Holz bindet im Anbauzyklus Kohlenstoffdioxid und kann im Nachgang thermisch verwertet werden. Zusätzlich ist Holz ein nachwachsender Rohstoff und kann deshalb nachhaltig angebaut werden. Diese Bestrebungen führten und führen in Deutschland auch zur Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen des Holzbaus. Da sich hierdurch die Voraussetzungen für den Einsatz der Feuerwehr grundlegend ändern, bedarf es einer Anpassung der Brandbekämpfungsmethoden und -techniken für den modernen Holzbau. Zur Entwicklung und Erprobung neuer Einsatztaktiken wurde aus diesem Grund das Projekt HOBRATEC von der Feuerwehr Hamburg, der Hochschule Magdeburg-Stendal und dem Institut für Brand- und Katastrophenschutz in Heyrothsberge initiiert. In [3], [4] und [5] wurde das Projekt bereits vorgestellt und die Projektziele mit der zugrunde liegenden Motivation und dem Stand von Wissenschaft und Technik näher erläutert. Neben der Weiterentwicklung neuer Einsatztaktiken für Brandereignisse in modernen Holzgebäuden lag der Fokus der Untersuchungen vor allem auf Bränden innerhalb von Wand- und Deckenbauteilen. Insbesondere wurden dabei die Themen Detektion, Löschmethode und Branddynamik behandelt. In diesem Beitrag werden die Versuchsmethodik und erste Ergebnisse des Projekts präsentiert.

1.2. Untersuchungsziele

Um das Projektziel der sicheren Lokalisierung und effizienten Bekämpfung von Bränden in modernen Holzkonstruktionen zu erreichen, war es erforderlich, Erkenntnisse über die Branddynamik innerhalb von Holzkonstruktionen zu sammeln. Dies ermöglichte es, die am besten geeignete Brandbekämpfungstaktik für das jeweilige Brandereignis festzulegen. Die Analyse verschiedener Einflussfaktoren lieferte wichtige Erkenntnisse für weitere Untersuchungen und die Entwicklung von Brandbekämpfungsmethoden.

Ein wesentliches Problem bei der Brandbekämpfung im modernen Holzbau ist die Erkennung von in einer geschlossenen Konstruktion verborgenen Bränden. Dies umfasst nicht nur die Lokalisierung des Brandherdes, sondern auch das Feststellen seiner Ausdehnung. Ein Ziel des Forschungsprojektes war es, gängige Methoden zur Detektion bzw. Lokalisierung von Bränden zu untersuchen und gegebenenfalls zu verbessern.

Moderne Holzbauweisen zeichnen sich durch mehrschichtige Konstruktionen aus, was die Lokalisierung von Bränden innerhalb der Struktur erschwert. Um Brände effizient zu bekämpfen, müssen diese Bauteile von der Feuerwehr geöffnet werden, was spezielle Öffnungstechniken erfordert. Eine neue Herausforderung für die Feuerwehr stellt der zukünftig vermehrte Einsatz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen dar.

Effiziente Brandbekämpfung bedeutet, dass ein vollständiger Löschprozess auch mit reduziertem Löschmitteleinsatz erreicht wird. Ein Untersuchungsziel war daher die Überprüfung gängiger Löschmethoden und -geräte auf ihre Eignung in den betrachteten Szenarien. Darüber hinaus bestand die Aufgabe darin, Handlungsempfehlungen für Einsatzkräfte der Feuerwehr zu entwickeln.

2. Grundlagen und Hintergründe

2.1. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Neben herkömmlichen mineralischen Dämmstoffen wie Glas- oder Steinwolle werden als Hohlraumdämmung zunehmend auch Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (nawaRo) eingesetzt. Neben Holzfaserdämmstoffen und Zellulose (Altpapier) gibt noch weitere Rohstoffquellen wie Hanf, Jute oder Seegras und viele andere. Abbildung 1 zeigt eine kleine Auswahl von unterschiedlichen Dämmstoffen aus nawaRo.

Ein Vorteil besteht in ihrer Eigenschaft, während der Wachstumsphase Kohlenstoff zu binden und somit etwa 1,5 kg an CO₂-Äquivalent pro kg Dämmstoff speichern zu können [6].

Im Hinblick auf die Klimaschutzziele stellen sie somit eine nachhaltige Alternative dar, wobei eine Besonderheit in ihrem Schmel- und Glimmverhalten besteht.



Abbildung 1: Auswahl von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen

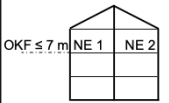
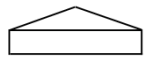
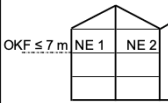
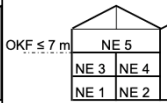
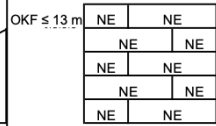
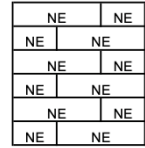
Dämmstoffe aus nawaRo können in verschiedenen Anwendungsbereichen eingesetzt werden, abhängig vom Typ des Dämmmaterials:

- Wand: Gefachdämmung, für Trennwände und als Innendämmung
- Decke: Gefachdämmung, Luft- und Trittschalldämmung sowie zur Dämmung von Bodenplatten und Geschossdecken
- Dach: Unterdeckung, Flachdächer, Aufsparrendämmung sowie Zwischen- und Untersparrendämmung
- Fassade: Als Teil eines Wärmedämmverbundsystems oder für Außenwände mit Vorhangfassaden

Der Marktanteil von Dämmstoffen aus nawaRo betrug 2019 etwa 9 %, die sich aus 58 % Holzfasern, 32 % Zellulose und 10 % sonstige Dämmstoffe zusammensetzen [7]. Ein Grund für den niedrigen Marktanteil stellen unter anderem die derzeit hohen bauordnungsrechtlichen Anforderungen an den Brandschutz dar. So können Dämmstoffe aus nawaRo in Regelbauweise nur in Gebäuden geringer Höhe eingesetzt werden.

2.2. Bauordnungsrechtliche Einordnung

In Deutschland werden die Anforderungen an Baustoffe, Bauteile und Bauwerke basierend auf dem System der Gebäudeklassen (GK) geregelt. Die Klassifizierung von Gebäuden erfolgt nach der Höhe des obersten Geschossfußbodens eines möglichen Aufenthaltsraumes über der Geländeoberfläche im Mittel sowie nach der Anzahl und der flächenbezogenen Ausdehnung der Nutzungseinheiten. Abbildung 2 zeigt eine Übersicht der in der Musterbauordnung definierten Gebäudeklassen.

GK 1a	Gk 1b	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
					
freistehende Gebäude OKF ≤ 7 m ≤ 2 NE	freistehende Gebäude land- und forst- wirtschaftliche Nutzung	nicht freistehend OKF ≤ 7 m ≤ 2 NE Σ NE ≤ 400 m ² ohne UG	sonstige Gebäude OKF ≤ 7 m	OKF ≤ 13 m Σ NE ≤ 400 m ² ohne UG	sonstige Gebäude -

NE = Nutzungseinheit

OKF = Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist

Abbildung 2: Gebäudeklassen gemäß Musterbauordnung (MBO)

Vor Novellierung der Musterbauordnung im Jahr 2019 bestanden in der GK 4 die Anforderung, hochfeuerhemmende Bauteile aus im Wesentlichen nichtbrennbaren Baustoffen (F 60-AB bzw. (R)EI 60 mit A2-s1,d0) oder brennbaren Baustoffen mit einer brandschutztechnischen Bekleidung gemäß der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFH HolzR) und nichtbrennbare Dämmstoffen zu verwenden. Für die GK 5 wurden feuerbeständige Bauteile gefordert, die im Wesentlichen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen mussten. Mit Änderung des §26 Abs. 3 MBO können fortan abweichend Bauteile, an die hochfeuerhemmende oder feuerbeständige Anforderungen bestehen, aus brennbaren Baustoffen bestehen, sofern sie den Technischen Baubestimmungen nach §85 MBO entsprechen [8]. Mit Einführung der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL) in der Fassung 2020 [9] wurden die Anforderungen durch eine Technische Baubestimmung konkretisiert. Die frühere Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFH HolzR wurde durch diese neue Richtlinie ersetzt. Mit Stand Mai 2024 ist sie in allen Bundesländern bauordnungsrechtlich eingeführt. In Baden-Württemberg wird eine modifizierte Version der MHolzBauRL angewendet.

Gemäß der MHolzBauRL (2020) können Standardgebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 in Holzmassivbauweise realisiert werden. Standardgebäude der Gebäudeklasse 4 können zudem in Holztafelbauweise errichtet werden. Die Richtlinie spezifiziert in Abschnitt 3.4, dass die verwendeten Dämmstoffe, mit wenigen Ausnahmen wie der Trittschalldämmungen, nichtbrennbar sein müssen und einen Schmelzpunkt von mindestens 1000 °C aufzuweisen haben.

Die HolzBauRL (2022) [10] in Baden-Württemberg, die auf der MHolzBauRL (2020) basiert, fordert ebenso wie letztere die Verwendung von nichtbrennbaren Dämmstoffen. Mit der Einführung der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VwV TB) vom 12.12.22 wurden jedoch in Anlage A 2.2/BW2 abweichende Bestimmungen zugelassen, die anstelle von nichtbrennbaren Dämmstoffen die Verwendung von Dämmmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen grundsätzlich ermöglichen. Dadurch wurde erstmals die Möglichkeit geschaffen, brennbare Dämmstoffe in Bauteilen mit abweichenden hochfeuerhemmenden Anforderungen unter kontrollierten Bedingungen einzusetzen. Dabei ist die Installationsführung außerhalb des Gefaches zu führen, außerdem wird die maximale Fläche der Nutzungseinheiten beschränkt. Für Dämmstoffe die kein schwerentflammables Verhalten aufweisen ist eine zusätzliche Bekleidung in Form einer Holzwerkstoffplatte vorzunehmen.

In der Regelbauweise ist die Verwendung von brennbaren Dämmstoffen außerhalb dieser speziellen Anwendungen jedoch ausgeschlossen. Der aktuelle Entwurf der MHolzBauRL 2023 [11], der sich derzeit in der finalen Bearbeitung befindet, sieht zwar eine Erweiterung der Holzrahmen- oder Holztafelbauweise auf die Gebäudeklasse 5 vor, jedoch wird nach wie vor die Verwendung von nichtbrennbaren Dämmstoffen vorausgesetzt. Eine Ausnahme bilden nicht-klassifizierte Bauteile wie beispielsweise nichttragende Innenwände innerhalb einer Nutzungseinheit. Da für diese Bauteile keine spezifischen baurechtlichen Regelungen hinsichtlich der Baustoffklassifizierung gelten, können hier grundsätzlich brennbare Dämmstoffe verwendet werden.

2.3. Brand- bzw. Schwelverhalten

Eine Besonderheit von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen stellt ihr Brandverhalten dar. Nach Auslösung eines Zündvorgangs setzt ein langsam fortschreitendes Glimmen oder Schwelen ein, das an den Oberflächen der Dämmstofffasern stattfindet.

Nach DIN EN 16733 ist Schwelen definiert als die «Verbrennung eines Materials ohne Flammenbildung und mit oder ohne sichtbares Licht» wobei dies eine glühende Verbrennung (Glimmen) einschließt [12].

Bei den Schwelprozessen handelt es sich um oberflächliche Reaktionen, deren Oxidation unvollständig ist und auch bei niedrigen Sauerstoffkonzentrationen stattfinden kann. Durch die niedrigen Temperaturen von ca. 500-700 °C und die langsame Brandausbreitungsgeschwindigkeit können Schwelbrände z.B. im Inneren von Bauteilen schwieriger zu detektieren sein.

Die ersten thermische Zersetzungsprozesse setzen bei Holzfaserdämmstoffen bei etwa 250 °C ein. Experimentelle Entzündungstemperaturen hinter einer Bekleidung, bei denen von einem kontinuierlichen Schwelprozess ausgegangen wird, liegen im Bereich von 300-400 °C [13].

Die experimentell bestimmten Schwelgeschwindigkeiten variieren im Bereich von 10-60 cm/h, wobei die Schwelgeschwindigkeit von der Rohdichte sowie den lokalen Wärme- und Stofftransporteigenschaften abhängt.

In *Abbildung 3* ist ein Schwelversuch nach DIN EN 16733 mit einer handelsüblichen Dämmstoffmatte (Rohdichte 50 kg/m³) abgebildet. Die Schwelfront benötigt etwa zwei Stunden, um das obere Ende der 80 cm langen Platte zu erreichen.

Die Schwelgeschwindigkeit in verputzten Dämmplatten innerhalb einer Fassade beträgt zum Vergleich etwa 0,5 m pro Tag [14].

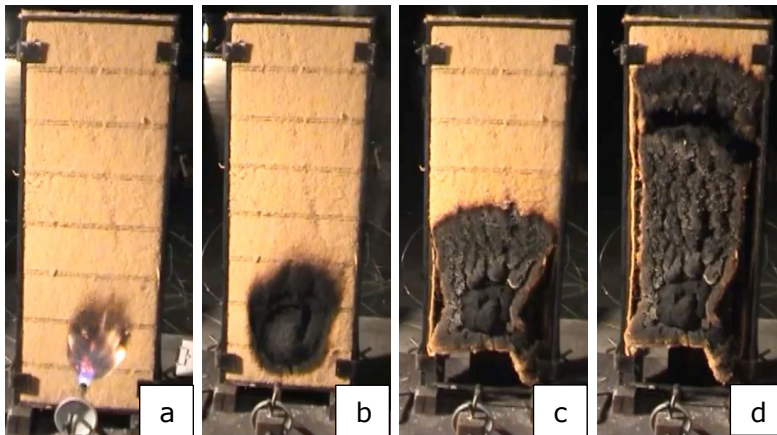


Abbildung 3: Verlauf einer Schwelprüfung nach DIN EN 16733 mit Holzfaserdämmplatten während der Beflammung (a), unmittelbar danach (b) sowie 1 h (c) und 2 h nach der Beflammung (d)

Das Schwelverhalten von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wurde bereits in mehreren Forschungsprojekten experimentell untersucht [13], [15]. Hieraus ergaben sich einerseits Maßnahmen für den Entzündungsschutz wie beispielsweise Brandschutzbekleidungen für Holztafelbauteile oder Dickschichtputzsysteme für Fassaden. Außerdem wurden Maßnahmen abgeleitet, mit denen das Schwelen auf bestimmte Bereiche begrenzt werden kann. Neben der empirischen Forschung werden zunehmend auch numerische Modelle eingesetzt, mit denen das Brandverhalten von Bauteilen mit Dämmstoffen aus nawaRo zukünftig besser vorhergesagt werden kann.

In [16] wurde ein Ingenieurmodell entwickelt, mit dem die Heißbemessung von Holztafelbauteilen zukünftig vereinfacht werden soll. Weiterhin wurden komplexe Modelle wie PyroProBiD [17] entwickelt, um das Verständnis für die komplexen Transport- und Reaktionsprozesse zu verbessern. Neben der Prävention und Vorhersage stellen jedoch Detektion und Brandbekämpfungstechniken und -taktiken einen wichtigen Schwerpunkt für die Erweiterung des Anwendungsbereichs von Dämmstoffen aus nawaRo dar.

Aus diesem Grund wurden innerhalb des HoBraTec-Projektes eine Vielzahl von Brandversuchen mit Schwerpunkt auf Branddynamik, Öffnungstechniken und Löschmethoden durchgeführt.

3. **Versuchsmethodik**

Der moderne Holzbau ist von einer Vielzahl an möglichen Bauteilaufbauten geprägt. Tragende, aussteifende und raumabschließende Bauteile sind allerdings im mehrgeschossigen Holzbau ab Gebäudeklasse 4 präzise reglementiert. Im Besonderen wird in der aktuellen Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (Muster-Holzbaurichtlinie) eine Gefachdämmung aus nichtbrennbaren Dämmstoffen und eine Brandschutzbekleidung aus 2 x 18 mm dicken Gipsplatten vorgeschrieben. In Baden-Württemberg wird diese Regelung durch die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VwVTB) modifiziert. Unter bestimmten Voraussetzungen sind dort brennbare Dämmstoffe in konstruktiven Bauteilen zulässig. Neben konstruktiven Bauteilen, die von den einschlägigen Regelungen zum Brandschutz im Holzbau erfasst werden, müssen von der Feuerwehr auch Wände beachtet werden, in denen brennbare Dämmstoffe nicht ausgeschlossen sind. Als Beispiele können hier nicht tragende Außenwände sowie Wände innerhalb von Nutzungseinheiten ohne brandschutztechnische Funktion genannt werden. Aus diesem Grund erstreckte sich die Auswahl an zu untersuchenden Bauteilaufbauten auch auf weniger stark bekleidete Wände. Außerdem wurde eine repräsentative Auswahl an Bauteilen mit brennbaren Dämmstoffen untersucht.

Um allgemeingültige Empfehlungen abzuleiten, war es erforderlich, eine große Bandbreite an möglichen Bauteilen experimentell zu untersuchen. Dabei wurde der Systematik gefolgt, erste orientierende Versuche im Kleinmaßstab durchzuführen, um diese später im größeren Maßstab zu belegen. Validiert wurden die erzielten Versuchsergebnisse abschließend mit Großversuchen im Realmaßstab.

3.1. **Versuche zur Untersuchung von Öffnungstechniken**

Zur Identifizierung geeigneter Werkzeuge zur Öffnung von Wand- und Deckenbauteilen in Holzbauweise wurden Versuche im mittleren Maßstab an Bauteilen mit einer Größe von 1,9 m x 2 m durchgeführt (Abbildung 4). Dafür erfolgte zunächst eine Auswahl von Wand- und Deckenaufbauten, die besondere Herausforderungen erwarten lassen. Als relevant wurden mehrschichtige Außenwandkonstruktion in Holztafelbauweise ermittelt, welche in der Auswahl der Dämmstoffe und der Feuerwiderstandsdauer variierten. Die Deckenkonstruktionen wiesen ebenfalls einen mehrschichtigen Aufbau auf, deren oberer Abschluss Fertigelemente aus Trockenestrich bildeten. Um ein möglichst breites Untersuchungsspektrum abzubilden, wurden zusätzlich Wand- und Deckenelemente aus Massivholz betrachtet.

Die Werkzeugauswahl bezog sich auf übliche Einsatzgerätschaften der Feuerwehr, wobei die verwendeten Werkzeuge in brechende (z.B. Feuerwehraxt, Nageleisen, Halligan-Tool) und zerspanende (z.B. Säbelsäge, Kettensäge) Werkzeuge unterteilbar sind. Hier wurde insbesondere auf akkubetriebene Geräte gesetzt, welche sich durch die elektrische Antriebsart besser für Arbeiten im Innenbereich eignen. Außerdem wurden mit Verbrennungsmotor betriebene Kettensägen und Trennschleifer verwendet, welche eine höhere Leistung aufweisen.



Abbildung 4: Öffnungsversuche an Wand- Deckenprobekörpern

Um die Strukturen des deutschen Feuerwehrwesens abzubilden, wurden die Versuchsreihen von Kräften der Berufsfeuerwehr sowie von Kräften der Freiwilligen Feuerwehr durchgeführt. Unter den Einsatzkräften befanden sich auch Personen, welche über keinerlei handwerklichen Hintergrund verfügten.

3.2. Versuche im mittleren Maßstab am Bauteilofen der h²

Zur Bearbeitung der zuvor beschriebenen Fragestellungen in Bezug auf das Brandverhalten, die Branddetektion und zu Löschmethoden bei Holzbauteilen wurden Versuche im Bauteilofen der Hochschule Magdeburg-Stendal durchgeführt. Dieser Ofen wird mit einem regelbaren Gasbrenner betrieben, wodurch unterschiedliche Temperaturzeitkurven abgefahren werden können. Zum Einbau der Probekörper verfügt der Bauteilofen über zwei seitliche vertikale und eine obere horizontale Öffnung, die jeweils eine Größe von rund einem Quadratmeter aufweisen. Somit ist es möglich, verschiedene Kombinationen aus zwei Wandbauteilen und einem Deckenbauteil zu prüfen. Nicht genutzte Öffnungen werden während Versuchen mit Blindbauteilen verschlossen. Die Durchführung der Brandversuche erfolgte mittels Einheitstemperaturzeitkurve (ETK), welche die Grundlage der Feuerwiderstandsprüfungen darstellt. Hierdurch ist eine Übertragbarkeit zu einer hohen Anzahl von Klassifizierungsversuchen gegeben. Die Dauer der Prüfung von 30 Minuten unter ETK wurde aus dem Wärmestromäquivalent repräsentativer Naturbrandkurven abgeleitet. Das unterstellte Szenario entspricht einem Raumbrand, welcher eine intensive Brandentwicklung und schnellen Übertritt in die Vollbrandphase aufweist, aber von der Feuerwehr im Rahmen der geforderten Zeit bekämpft wird. Die Probekörper wurden mit wenigen Ausnahmen in Holztafelbauweise konstruiert und variierten beim verwendeten Dämmstoff und den Bekleidungsschichten. Um zuverlässig einen Hohlraumbrand in diesen Konstruktionen zu initiieren und in der Praxis nicht gänzlich auszuschließenden Fehlstellen zu berücksichtigen, wurde die Brandschutzbekleidung der meisten Wand-Probekörper über eine Bohrung mit 68 Millimetern Durchmesser durchdrungen. Der Versuchsablauf ist in Abbildung 5 skizziert. Zur Messung des Durchwärmungsverhaltens waren alle Probekörper engmaschig mit Thermoelementen versehen. Nach einer 30-minütigen Beflammung im Ofen wurden die Probekörper ausgebaut und oberflächlich mit Wasser gelöscht. Die Löschwassermenge wurde dokumentiert. Nach der Brandbeaufschlagung im Bauteilofen schloss sich eine zweistündige Beobachtungsphase an.

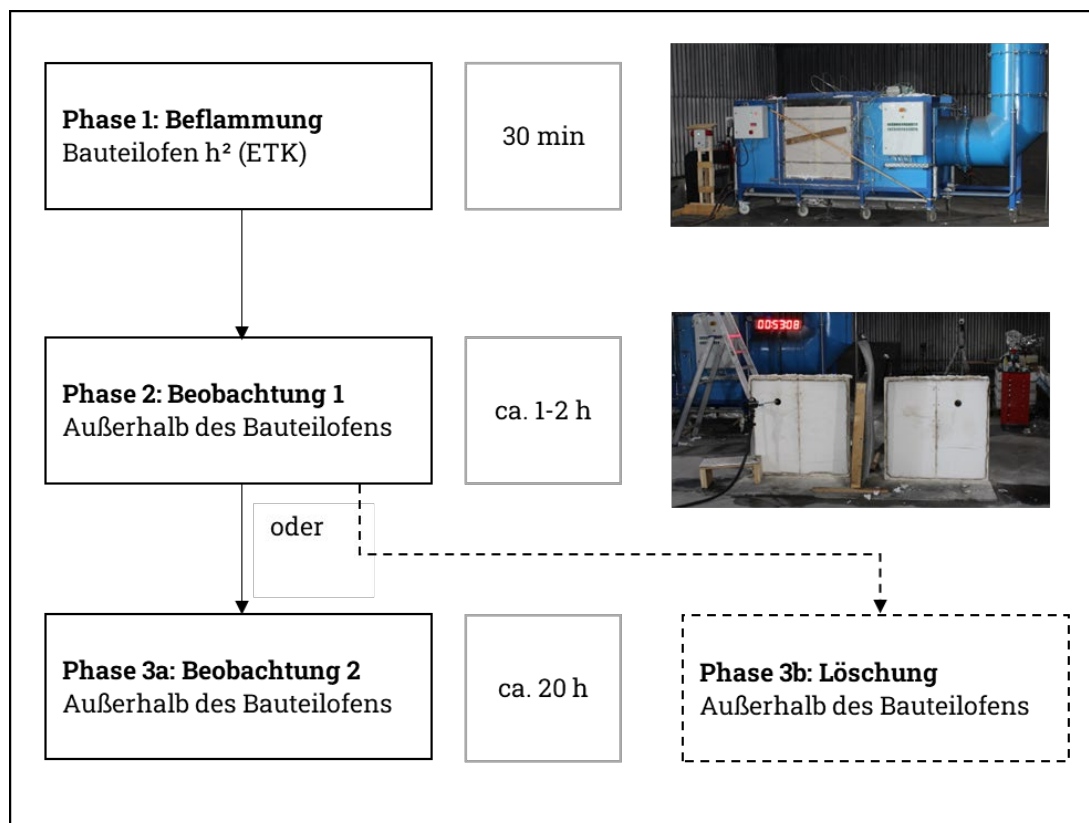


Abbildung 5: Ablaufdiagramm der Brandversuche im Bauteilofen

In dieser Zeit wurden die Probekörper visuell und weiterhin mittels Thermoelemente, Wärmebildkameras, einem Abgas- und Emissions-Analysator und feuerwehrtypischen Mehrgasmessgeräten überwacht. Die Messtechnik hatte den Zweck die Detektions- und Löschmaßnahmen der Feuerwehr zu dokumentieren und auf Wirksamkeit zu überprüfen. In einem Teil der Versuche wurde anschließend mit verschiedenen Mitteln ein Löscherfolg erzwungen und das Vorgehen, welches dazu nötig war, dokumentiert. Beim Großteil der Versuche durchliefen die Probekörper jedoch eine zweite Beobachtungsphase. Diese dauerte etwa 20 Stunden an. In dieser Zeit wurde mit reduzierter Messtechnik untersucht, ob die Probekörper einen (Schwel-)Brand innerhalb der Konstruktion ausbilden und wie dieser über die Zeit verläuft. Auf diese Weise wurden insgesamt 38 Bauteile untersucht.

3.3. Versuche im realen Maßstab im Brandcontainer

Im nächsten Schritt erfolgten Brand- und Öffnungsversuche an einzelnen Bauteilen im realen Maßstab. Der hierzu verwendete Brandcontainer (Abbildung 6) besteht aus einem umgebauten Seecontainer, welcher den Einbau eines zirka $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ großen Wandbauteils und eines $2 \times 1,76\text{ m}$ großen Deckenbauteils erlaubt. Er besitzt eine Größe von $6\text{ m} \times 2,4\text{ m} \times 2,4\text{ m}$ und ermöglicht es, einen Raumbrand mittels Holzkrippe nachzustellen. Die mobile Brandlast wurde so gewählt, dass die im Deckenbereich zu erwartenden Temperaturen ähnlich der ETK verlaufen. Zur Überwachung der Temperatur in den Bauteilen waren bis zu 120 Thermoelemente in den Probekörpern verbaut. Zusätzlich kamen außer handgehaltenen Wärmebildkameras und Mehrgasmessgeräten hochauflösende Wärmebildkameras zum Einsatz, mit denen auch geringe Temperaturunterschiede an den Bauteiloberflächen ermittelt werden konnten. Nach einer 30-minütigen Brandphase wurden die Brände von Einsatzkräften der Feuerwehr gelöscht und der Raum gelüftet. Es schloss sich eine Detektionsphase mit Wärmebildkameras und Gasmessgeräten zur Lokalisierung etwaiger Schwelbrände an. Dabei standen den Einsatzkräften lediglich handgehaltene Messgeräte zur Verfügung.

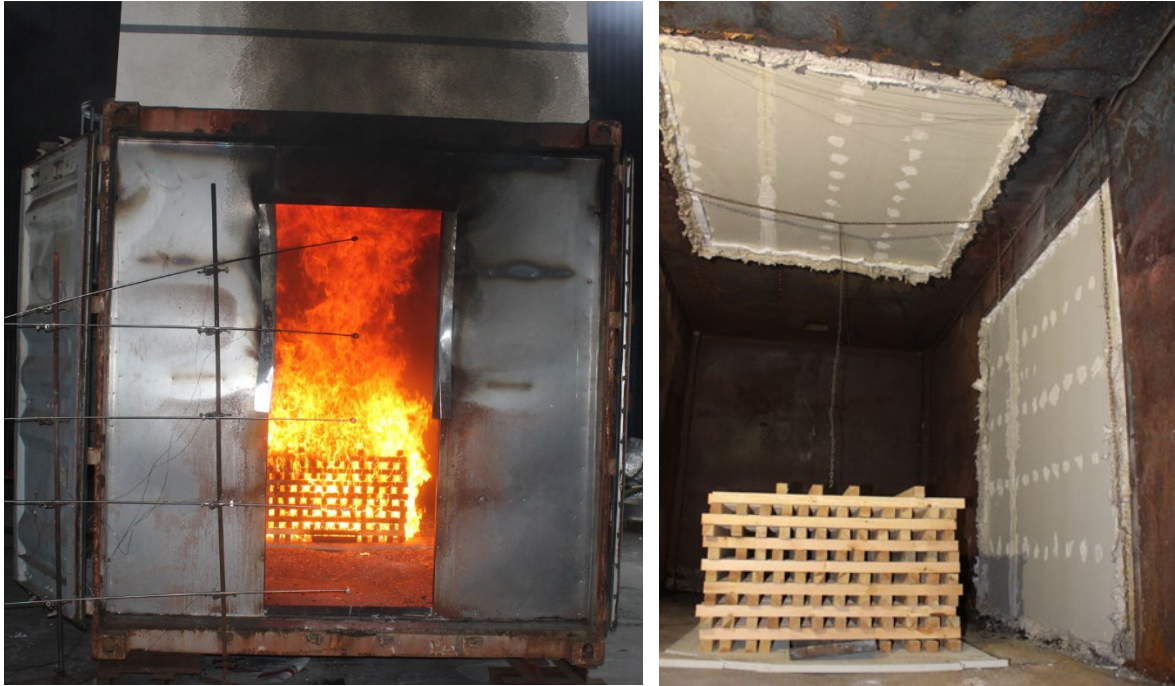


Abbildung 6: HoBraTec-Brandcontainer

Die übrigen Messungen dienen der wissenschaftlichen Begleitung des Brandversuchs. Offensichtliche Brände wurden direkt gelöscht. Beim anschließenden Löschen eines verdeckten Brandes im Inneren der Konstruktion sind verschiedene Einsatzmittel getestet worden. Insgesamt wurden vier Brandversuche mit unterschiedlichen Probekörpern durchgeführt. Bei zwei Versuchen wurde auf ein Löschen der Hohlraumbrände nach der Brandbeaufschlagung verzichtet und eine bis zu 20 Stunden andauernde Beobachtungsphase angeschlossen.

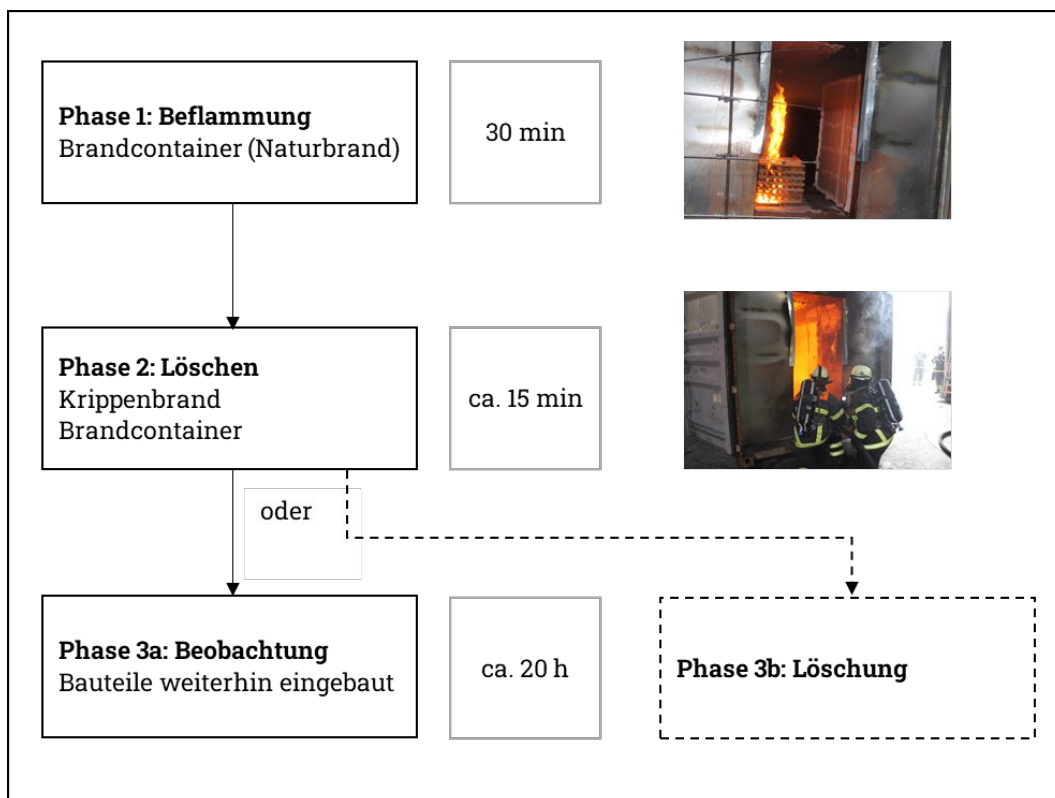


Abbildung 7: Ablaufdiagramm der Brandversuche im Brandcontainer

3.4. Großbrandversuche im Zentrum für Brandforschung

Die großmaßstäblichen Versuche fanden im Zentrum für Brandforschung (ZeBra) der TU Braunschweig statt. Das ZeBra verfügt über einen Versuchsstand aus Stahlbeton, der es ermöglicht bis zu vier Geschosse (EG – 3. OG) mit vorgehängter Fassade auszuführen und anschließend zu beflammen. Insgesamt wurden vier Versuche durchgeführt. Zwei Versuche verfolgten die Fragestellungen zur Löschbarkeit von Holzaußenwandbekleidungen, zwei weitere Versuche die Branddynamik und Detektion von Hohlraumbränden in Holztafelbauteilen. In diesem Beitrag werden nur die Ergebnisse der zweiten Versuchsreihe vorgestellt.

Zur Untersuchung von Wandbauteilen nach einer Raumbrandbeanspruchung wurde im 3.OG des Versuchsstands ein Raum mit einem Volumen von 5,8 m × 2,9 m × 2,4 m in Holztafelbauweise errichtet und mittels eines Holzkrippenbrandes brandbeaufschlagt. Dazu wurden zwei Holzkrippen mit dem Abmaßen 1 m × 1 m × 0,52 m und einem Gewicht von 110 kg im Raum positioniert. Die Wandbauteile unterschieden sich in der Art der Gefachdämmung (nichtbrennbare sowie brennbare Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (nawaRo)) und der Dimensionierung der Brandschutzbekleidung. Zur Schaffung von ausreichenden Zu- und Abluftflächen wurde an der einen Stirnseite eine Tür (0,875 m × 2 m) und an der anderen Stirnseite ein Fenster (1 m × 1 m) realisiert. Unter Berücksichtigung dieser Ventilationsverhältnisse entspricht dies einer maximalen Wärme-freisetzungsrate von ca. 4 MW. 30 Minuten nach Zündung der Holzkrippen wurde der Brand durch Einsatzkräfte der Feuerwehr gelöscht und somit die Brandbeaufschlagung auf die Wandbauteile beendet. Abbildung 8 zeigt den Versuchsaufbau der Großbrandversuche im Zentrum für Brandforschung.

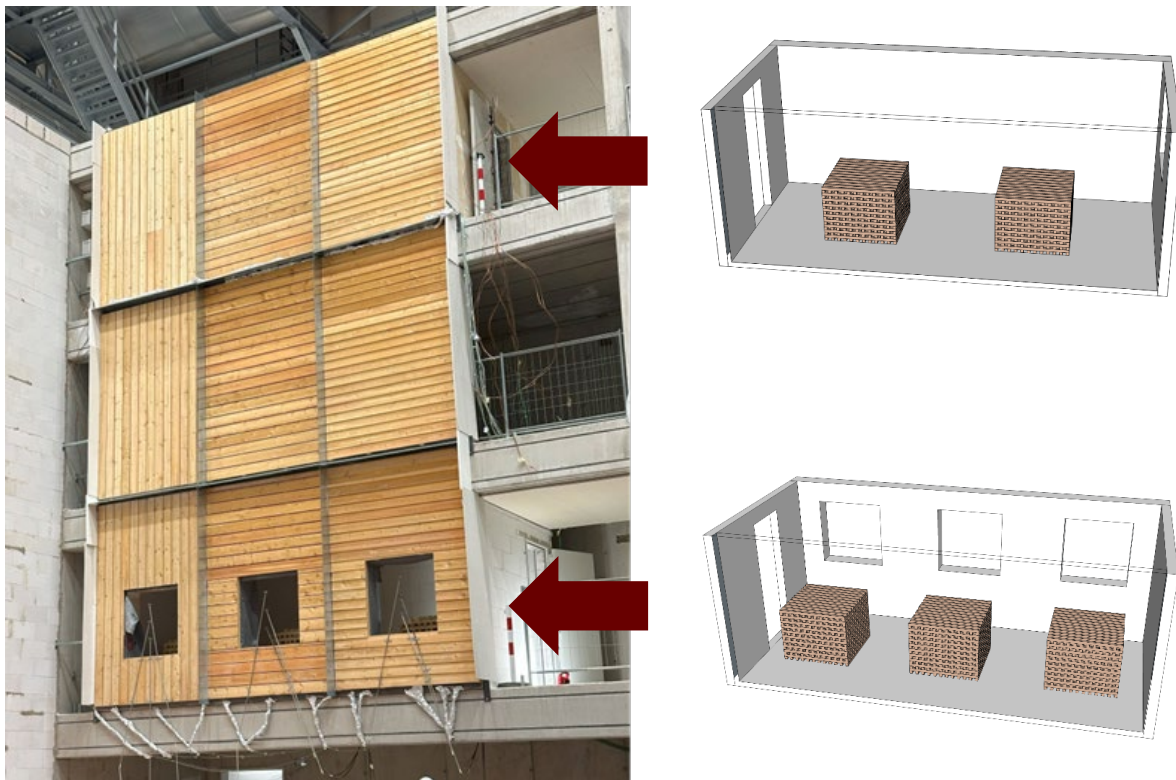


Abbildung 8: Versuchsaufbau Großbrandversuche im Zentrum für Brandforschung

4. Projektergebnisse

4.1. Branddynamik von Konstruktionsbränden

Durch die unterschiedlichen Versuchsskalierungen und die große Anzahl von verschiedenen Probekörpern, konnten im Projekt HOBRATEC Erkenntnisse zur Branddynamik von Konstruktionsbränden gewonnen werden. Bei dem betrachteten Szenario stehen dabei die brennbaren Bestandteile von Holzbauteilen im Vordergrund. Hierbei wurden besonders nawaRo -Dämmstoffe und Holzwerkstoffplatten betrachtet. Auf die genauere Untersuchung des Brand- und Löschverhaltens von Massivholzbauteilen wurde verzichtet, da dies als hinlänglich erforscht gilt [18] [19]. Am Anfang eines Brandes steht die Entzündung der Materialien. Bei den Versuchen in den verschiedenen Maßstäben konnten 2 Entzündungsmechanismen unterschieden werden. Einerseits konnte die Entzündung von Dämmstoff durch die alleinige Durchwärmung der Bekleidungsstagen beobachtet werden. Dies stellt ein kritisches Szenario dar, da das Bauteil zwar von außen durch die Brandbelastung gezeichnet ist, aber keine mechanischen Beschädigungen der Brandschutzbekleidung sichtbar wird (Abbildung 9).

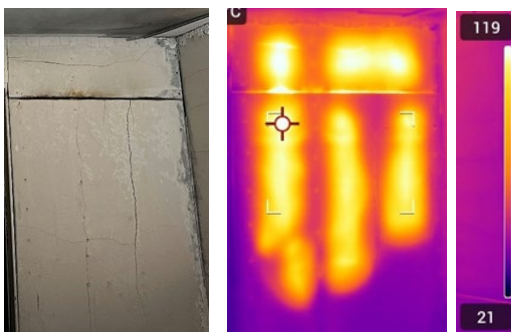


Abbildung 9: Schwelender Dämmstoff hinter geschlossener Brandschutzbekleidung.



Abbildung 10: Entzündeter Dämmstoff hinter Brandschutzbekleidung mit Öffnung für Hohlwanddose.

Unter diesen Randbedingungen ist ein Übersehen des Brandes in der Konstruktion durch die Feuerwehr nicht unwahrscheinlich. In Abbildung 11 sind interpolierten Temperaturwerte in Dämmstoffen mit unterschiedlicher Bekleidung über die Zeit in Abhängigkeit der Dämmstofftiefe aufgetragen. Diese wurden aus Messwerten von Brandversuchen generiert. Es wird deutlich, dass eine 18 mm dicke Brandschutzbekleidung nicht ausreicht um einen brennbaren Dämmstoff vor einem kurzen intensiven Vollbrand zu vor Entzündung zu schützen. Im Gegensatz dazu ist allerdings festzuhalten, dass Bauteile die stärker bekleidet sind, brennbare Dämmstoffe über 30 Minuten wirksam vor Entzündung schützen. Dies gilt beispielsweise für Bekleidungen nach Musterholzbau Richtlinie. Andererseits kann die Entzündung durch Installationen oder andere Fehlstellen in der Brandschutzbekleidung erfolgen. Diese sind für die Feuerwehr zwar einfacher zu detektieren, allerdings können hierdurch deutlich höhere Temperaturen von über 600 °C innerhalb kürzerer Zeit in der Konstruktion auftreten und neben dem Schwelen von nawaRo-Dämmstoffen auch Holzwerkstoffplatten oder Vollholz entzündet werden. Das allgemeine Abbrandverhalten von brennbaren Baustoffen bei Konstruktionsbränden wird stark von den vorherrschenden Randbedingungen beeinflusst. Durch die vorhandene Abkapselung der brennbaren Baustoffe sind die Verbrennungsprozesse meist unterventiliert und können als unvollständig beschrieben werden. Dementsprechend wird während den Verbrennungsreaktionen überdurchschnittlich viel Kohlenstoffmonoxid emittiert [20].

Es konnte während der Versuche ebenso beobachtet werden, dass sich die Brandausbreitungsgeschwindigkeit innerhalb der Konstruktion abhängig von den Ventilationsbedingungen verändert. Der Schwelbrand verläuft in Richtung der durch Spalten und Ritzen vorgegebenen Luftströme. Sobald der betreffende Baustoff von der Schwelfront erreicht wird, vergrößerte sich die Ventilationsöffnung und der Schwelbrand gewinnt an Intensität oder entwickelte sich zu einem offenen Flammenbrand.

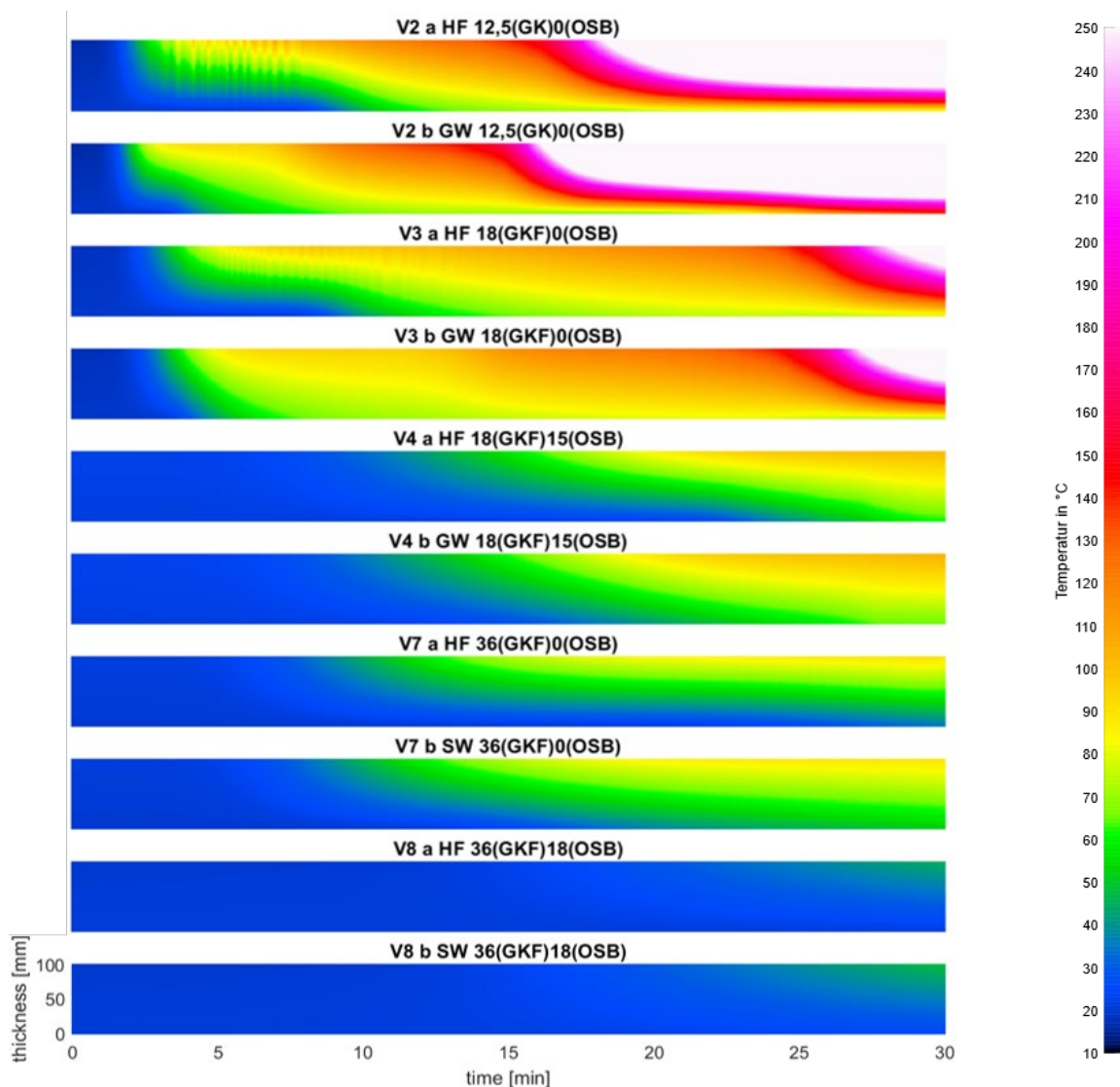


Abbildung 11: Durchwärmung von Dämmstoffen mit unterschiedlicher Bekleidung

Bei Versuchen mit OSB-Platten und nichtbrennbarer Gefachdämmung konnte weiterhin festgestellt werden, dass diese nach Entzündung durch Schwachstellen in der Brandschutzbekleidung selbstständig weiterschwelen können (Abbildung 12). Dabei unterscheidet sich das Brandausbreitungsverhalten gegenüber den bisher betrachteten Schwelbränden mit nawaRo-Dämmstoffen. Vertikale Holzrippen, die bei Schwelbränden in Gefachdämmstoffen den Verbrennungsprozess für einen längeren Zeitraum auf ein Gefach begrenzen, erzielen bei schwelenden OSB-Platten keinen Effekt, da diese vor den Holzrippen flächig fortgeführt werden.

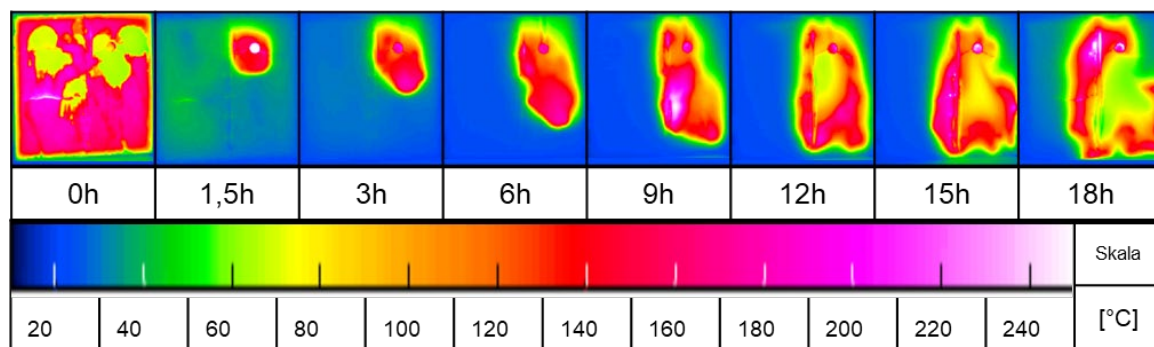


Abbildung 12: Wärmebildaufnahmen einer in einem Wandprobekörper verbauten schwelenden OSB-Platte [21]

4.2. Detektionsmethoden für Brände in Holzkonstruktionen

Für eine effektive Brandbekämpfung ist die Lokalisierung von verdeckten Bränden entscheidend. Durch die geringe Sauerstoffzufuhr kommt es, wie bereits beschrieben, zu einer unvollständigen Verbrennung, die im Vergleich zu einem Flammenbrand durch eine niedrige Verbrennungstemperatur und eine hohe CO-Freisetzung gekennzeichnet ist. Der Wärmetransport vom Hohlraumbrand zur Bauteiloberfläche erfolgt sehr langsam, so dass sich die Oberflächentemperatur erst nach einer gewissen Zeit von den Bereichen ohne Hohlraumbrand unterscheidet. Diese Zeit ist abhängig von der Anzahl der Schichten zwischen Hohlraumbrand und Oberfläche (z.B. zusätzliche Schichten durch Installationsebenen) oder der Anzeigegenauigkeit der Wärmebildkamera. Eine Erwärmung der Wand, z.B. durch einen bereits gelöschten Zimmerbrand, verdeckt den Hohlraumbrand zusätzlich. In diesem Fall muss mehr Zeit für die Detektion des Hohlraumbrandes eingeplant werden. Es ist zu beachten, dass eine Kühlung der Wand während des Löschangriffs eine Detektion von Hohlraumbränden mittels Wärmebildkameras erschwert. Dennoch ist die Wärmebildkamera für den Einsatzerfolg wichtig, da große Flächen schnell abgesucht werden können.

Eine weitere Möglichkeit zur Erkennung von Hohlraumbränden ist die Messung von Brandgasen. Hier eignet sich besonders Kohlenmonoxid (CO) als Leitgas, da es in großen Mengen freigesetzt wird und mit den Mehrgasmessgeräten der Feuerwehr gemessen werden kann. Zudem kann CO Baustoffe wie Gips, aber auch OSB, durchdringen, wodurch es an der Bauteiloberfläche gemessen werden kann [22]. Auch hier erschweren zusätzliche Schichten den Nachweis. Außenwandbauteile können innenseitig mit einer Dampfbremse in Form einer Folie ausgeführt sein. Bei diesen Bauteilen ist eine Messung durch die Bekleidung nicht möglich, da der Folienwerkstoff die CO-Permeation massiv behindert. Durch Bohrungen kann CO jedoch im Bauteil nachgewiesen werden. Wichtig ist, dass die Gasmessgeräte vorsichtig gehandhabt werden. Bei Hohlraumbränden werden große Mengen CO freigesetzt, die leicht zur Beschädigung der Messtechnik führen können. Der Einsatz von CO-Warngeräten ist ebenso möglich, da es nicht um die Konzentrationsbestimmung, sondern nur um den grundsätzlichen Nachweis geht.

Nach der initialen Brandbekämpfung, z. B. eines Raumbrandes, ist eine Erkundung der Konstruktion erforderlich. Es gilt festzustellen, ob die Wand- und Deckenkonstruktionen brennbare Baustoffe aufweisen, die einen Schwelbrand ermöglichen. Aus der Analyse der Branddynamik von Konstruktionsbränden ist bekannt, dass diese insbesondere an Schwachstellen wie Lichtschaltern und/oder Steckdosen entstehen können, da die Brandschutzbekleidung überbrückt wird. Aus diesem Grund sollte ein Brandraum zunächst auf Schwachstellen wie Steckdosen, Lichtschalter oder Risse untersucht werden. Ist an diesen Stellen ein Rauchaustritt sichtbar, ist dies ein sicheres Indiz für einen Hohlraumbrand. Anschließend ist es geboten, Bereiche ohne sichtbaren Rauchaustritt mit einer Wärmebildkamera und einem CO-Messgerät zu untersuchen. Aufgrund der Thermik während eines Brandes ist das Augenmerk besonders auf die oberen Raumbereiche zu richten. Grundsätzlich sind zum Ausschluss eines Brandes innerhalb der Konstruktion mehrere Messungen erforderlich. Insbesondere bei Wänden innerhalb von Nutzungseinheiten, an die keine bauordnungsrechtlichen Anforderungen gestellt werden, kann es aufgrund geringerer Bekleidungsdicken zu Schwelbränden innerhalb der Konstruktion kommen. Die vorgestellte Taktik wurde bei Brandversuchen im Realmaßstab erfolgreich angewandt.

4.3. Löschmethoden für Hohlraumbrände

In der Literatur werden verschiedene Möglichkeiten zur Bekämpfung von Hohlraumbränden vorgestellt [23]. Das Öffnen der jeweiligen Bauteile ist i.d.R. unumgänglich und zudem arbeitsintensiv. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Arbeiten unter umluftunabhängigem Atemschutz durchgeführt werden müssen. Ist die Konstruktion geöffnet, kann das brennende Material ausgehoben, ins Freie gebracht und ggf. gelöscht werden. Diese Einsatztaktik wird in der Literatur [23] als sehr aufwändig beschrieben, da alle Bauteile geöffnet werden müssen. Der Aufwand kann unter Berücksichtigung der im Rahmen des Forschungsprojektes HoBraTec gewonnenen Erkenntnisse signifikant reduziert werden, wenn zunächst

eine sorgfältige Branddetektion erfolgt. Im Idealfall können die Öffnungsmaßnahmen auf wenige Gefache beschränkt werden, was personelle, technische sowie zeitliche Ressourcen schont und zudem eine Schadenminimierung erwarten lässt.

In der genannten Literatur wird das Einbringen von Wasser mittels Löschlanze als zielführend angesehen. Das Wasser wird direkt in die Konstruktion eingebracht, um den Hohlraumbrand zu beenden und so die Gefahr der Durchzündung beim Öffnen der Konstruktion zusätzlich zu reduzieren. Bei den im Rahmen des Forschungsprojektes HoBraTec durchgeführten Versuchen im mittleren Maßstab zeigte sich, dass die Löschlanze oberhalb des Hohlraumbrandes angesetzt werden muss, da der Hohlraumbrand andernfalls über der Einstichstelle weiter schwelt. Außerdem hat sich gezeigt, dass bei Anwendung dieser Taktik ein gesicherter Erfolg nicht vorausgesetzt werden kann. Nach dem Einbringen des Löschmittels ist daher eine Bauteilöffnung geboten. Dennoch kann die mit dem Einbringen von Löschmittel erreichbare Minderung der Branddynamik geboten sein, wenn ein sofortiges und gezieltes Ausheben des Brandes ausscheidet. Generell ist ein sparsamer Löschmitteleinsatz innerhalb von Gebäuden anzustreben, um Folgeschäden zu minimieren. In diesem Kontext wird der Einsatz von Netzmitteln empfohlen, da das Wasser aufgrund der verringerten Oberflächenspannung besser in das brennende Material eindringen kann. Die Verwendung von Löschschaum ist aufgrund des schlechteren Eindringverhaltens nicht empfehlenswert.

Bohrlöschsysteme stellten sich als universell einsetzbar heraus. Bei den durchgeführten Versuchen zeigten sich hingegen Einsatzgrenzen von Schneidlöschsystemen bei der Anwendung an Massivholzbauteilen. Das Wasser lief entlang der Klebschichten ab, anstatt die Struktur zu durchdringen. Auf die Untersuchung von Löschgasen wurde verzichtet, da die innerhalb von Bauteilen beobachteten Glimmbrände auch bei geringen Sauerstoffkonzentrationen stattfinden und keine ausreichende Kühlung zu erwarten ist.

4.4. Werkzeuge zur Bauteilöffnung

Die Untersuchungen der Werkzeuge ergaben für alle Bauteilaufbauten vergleichbare Ergebnisse. Der Einsatz von brechenden Werkzeugen ist nur unter hohem Kraft- und Zeitaufwand umsetzbar. Ein Durchdringen von mehreren Bekleidungslagen ist unter Berücksichtigung des zeitbegrenzenden Faktors bei einem Atemschutzeinsatz nicht praktikabel. Zerspanende Werkzeuge ermöglichen ein präziseres und oftmals ergonomischeres Arbeiten. Eine wesentliche Erkenntnis bezieht sich auf die praktischen Fähigkeiten des Anwenders. So wurde festgestellt, dass Einsatzkräfte mit handwerklichem Hintergrund regelmäßig ein besseres Arbeitsergebnis erzielen.

Trennschleifer mit Verbrennungsmotor sowie akkubetriebene Schneid- und Spreizgeräte eignen sich aufgrund des Gewichtes und der mit dem Einsatz verbundenen Gefahren nur bedingt. Die Verwendung von Schneid- und Spreizgeräten ist zudem nicht effektiv, da lediglich ein kleinteiliges Ausbrechen der Bekleidungslagen erreicht werden kann. Die Öffnungsversuche mit Handkreissäge, Säbelsäge sowie Stichsäge waren hingegen erfolgreicher. Herausfordernd sind hierbei jedoch die zum Teil sehr geringen Schnitttiefen und die beim Betrieb von Säbel- und Stichsägen auftretenden Gerätevibrationen. Die Fertigkeiten des Geräteführers spielen eine entscheidende Rolle. Als favorisiertes Arbeitsmittel ist die Motorsäge identifiziert worden. Es ließen sich sowohl mit der benzinbetriebenen Motorsäge als auch mit der akkubetriebenen Motorsäge gute Arbeitsergebnisse erzielen. Die Einsatzkräfte sind in der Anwendung geschult, was einen maßgeblichen Erfolgsfaktor darstellt. Durch die Verwendung eines Schnitttiefenbegrenzers kann die Anwendersicherheit weiter erhöht werden. Spezielle Ketten sind nicht erforderlich.

5. Zusammenfassung

Die vorläufigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass Schwelprozesse dominieren, wenn es zu Bränden innerhalb von Holzkonstruktionen kommt. Es wurden verschiedene Einflussfaktoren auf die Branddynamik von Konstruktionsbränden identifiziert und erste Zusammenhänge formuliert. Dabei konnte festgestellt werden, dass es Unterschiede zwischen verschiedenen Baustoffen und Bauteilen gibt. Des Weiteren wurde erforscht, wie Verbrennungsprodukte zur Erkennung von Hohlraumbränden genutzt werden können. Es wurde

deutlich, dass die alleinige Nutzung von Wärmebildkameras nicht ausreicht, um Brände innerhalb der Konstruktion gesichert ausschließen zu können. Dies ist auf die Oberflächenkühlung durch Löschwasser, die bei Schwelbränden vergleichsweise geringe Wärmefreisetzung und die für eine Branddetektion ungünstige Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen zurückzuführen. Als zielführend hat sich hingegen die Kombination von Thermographie und Gasmesstechnik herausgestellt, wobei hohe fachliche Anforderungen an die Einsatzkräfte gestellt werden müssen.

Die Zielsetzung des Forschungsprojektes HoBraTec bestand darin, die im Lebenszyklus eines Gebäudes denkbaren Modifikationen objektiv zu bewerten und entsprechende Lösungen für die Brandbekämpfung zu entwickeln. Der bauordnungsrechtliche Status quo wird auf Grundlage der Forschungsergebnisse nicht in Frage gestellt.

6. Fördernachweis

Die Projektergebnisse stammen aus dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) über den Projektträger VDI Technologiezentrum GmbH (VDI TZ) geförderten Vorhaben HOBRATEC (FKZ 13N15746, 13N15747 und 13N15748).

7. Literaturverzeichnis

- [1] A. Frühwald und M. Knauf, «6. Europäischer Kongress EBH,» in *Der Beitrag von Forst und Holz zum Klimaschutz: Beispiel Nordrhein Westfalen*, 2013.
- [2] R. Nestler, *Die klimaschädliche Gier nach Zement*, Der Tagespiegel, 2019.
- [3] D. Butscher, A. Wellisch, B. Kampmeier, P. Sudhoff, K. Klein, J. Lange, S. Koch und M. Neske, «Optimierung der Brandbekämpfungsmethoden und -techniken für Gebäude in moderner Holzbauweise: Das Projekt HOBRATEC,» in *Tagungsband der 68. Jahresfachtagung der vfdb*, Würzburg, 2022.
- [4] A. Wellisch, «Moderne Gebäude in Holzbauweise – Ist die Anpassung von Taktik und Technik der Feuerwehr erforderlich?,» in *Braunschweiger Brandschutz-Tage 2022*, Braunschweig, 2022.
- [5] J. Lange, A. Wellisch, R. Westphal, B. Kampmeier, S. Wegner, D. Butscher, K. Klein und M. Neske, «Optimierung der Brandbekämpfungsmethoden und -techniken für Gebäude in moderner Holzbauweise: Ergebnisse aus dem Projekt HOBRATEC,» in *70. Jahresfachtagung der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V.*, Magdeburg, 2024.
- [6] «ÖKOBAUDAT-Datenbank, Informationsportal Nachhaltiges Bauen, (Generische/repräsentative Datensätze nach DIN EN 15804+A2),» 19 04 2024. [Online]. Available: <https://www.oekobaudat.de>.
- [7] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., «Marktübersicht Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen,» Gülzow-Prüzen, 10. Auflage 2019.
- [8] «Musterbauordnung – MBO, Fassung November 2002 zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22./23.09.2022».
- [9] «Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise – MHolzBauRL (Fassung Oktober 2020)».
- [10] «Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise Baden-Württemberg – HolzBauRL, Fassung Dezember 2022».
- [11] «Entwurf der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL), Fassung 18. September 2023».
- [12] «DIN EN 16733:2016-07, Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Bestimmung der Neigung eines Bauprodukts zum kontinuierlichen Schwelen; Deutsche Fassung EN 16733:2016».
- [13] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.), «Schlussbericht zum Verbundvorhaben: Mehr als nur Dämmung – Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen: Zusammenfassender Bericht zum Gesamt-Verbundprojekt,» Gülzow-Prüzen, 2021.

- [14] J. Küppers, Grundlagenuntersuchungen zum Brandverhalten von WDVS mit nachwachsenden Rohstoffen, TU Braunschweig: Dissertation, 2020.
- [15] F. Steeger, J. Küppers und S. Brunkhorst, «Schwel- und Brandverhalten von Wärmedämmverbundsystemen aus Holzfaserdämmplatten,» *Bautechnik*, Band 94, Ausgabe 6, pp. 361-367, 12 05 2017.
- [16] M. Rauch, Beurteilung der raumabschließenden Funktion brandbeanspruchter Holzbauteile mittels einer «Component Additive Method», München: Dissertation, 2022.
- [17] P. Sudhoff, «PyroProBiD: Ein Modell zur Vorhersage des Schwelverhaltens von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen,» in *Magdeburg-Köthener Brand- und Sicherheitstagung 2024*, Magdeburg, 2024.
- [18] A. Frangi, M. Fontana und G. Bochicchio, «Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Brandverhalten von Brettsper Holzplatten,» *Bauphysik*, pp. 387-397, 2007.
- [19] B. Kampmeier und S. Winter, «Stand der Wissenschaft zum Brandschutz im mehrgeschossigen Holzbau,» *Bautechnik* 92, pp. 432-440, 2015.
- [20] P. Sudhoff, «Quantifizierung der CO-Freisetzung bei Schwelprozessen von Holzfaserdämmstoffen in WDVS einschließlich Überprüfung der Anwendbarkeit auf Holz basierender Pyrolysemodelle,» Magdeburg, 2018.
- [21] J. Lange und B. Kampmeier, «Brandverhalten von Hohlraumkonstruktionen im modernen Holzbau,» in *23. Nachwuchswissenschaftler*innenkonferenz*, Wernigerode, 2023.
- [22] S. Wegner, J. Kaufmann und D. Butscher, «Untersuchung der Permeation von Kohlenstoffmonoxid durch komplette Wandaufbauten – Forschungsbericht Nr. 209,» Institut für Brand und Katastrophenschutz Heyrothsberge, Heyrothsberge, 2021.
- [23] L. Vylund und K. Palmkvist, «Taktik och metodik för släckning av höga trähus RISE Rapport 2017:65,» RISE Research Institutes of Sweden, Borås, 2017.

Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg – erweiterte Anwendungsmöglichkeiten des mehr-geschossigen Holzbaus in Baden-Württemberg

Bernd Gammerl
Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen
Stuttgart, Deutschland



Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg – erweiterte Anwendungsmöglichkeiten des mehr-geschossigen Holzbaus in Baden-Württemberg

1. Einleitung

Der Holzbau hatte und hat immer noch einen Schwerpunkt in der Gebäudeklasse 1 und dem klassischen Fertighaus. Dass es möglich ist, mit Holz größer und höher zu bauen und dass auch komplexere Bauaufgaben mit dem Baumaterial Holz zu bewältigen sind, ist aber schon lange bekannt – man denke nur an mittelalterliche Rathäuser, Dachstühle von großen Kirchen oder auch große Keltergebäude in Weinbaugemeinden.

Herausragende Holzbauprojekte – was bautechnische Komplexität, Anspruch an Gestaltung und auch schiere Höhe angeht – sind daher grundsätzlich nichts Neues, aber in den letzten Jahren nehmen sie deutlich zu. Das ist vor allem auf den Erkenntnisgewinn im Holzbau und auch im Brandschutz mit diesem brennbaren Baustoff zurückzuführen. Diese auf der Basis vieler Versuche und wissenschaftlicher Arbeiten erzielten Erkenntnisgewinne – insbesondere der Abschlussbericht «Entwicklung einer Richtlinie für Konstruktionen in Holzbauweise in den GK 4 und 5 gemäß der LBO BW» [1], die daraus abgeleiteten «Leitdetails für Bauteilanschlüsse in den Gebäudeklassen 4 und 5» [2] und Ergebnisse aus dem Verbundvorhaben TIMpuls mit mehreren Teilvorhaben «Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung zur Fortschreibung bauaufsichtlicher Regelungen im Hinblick auf eine erweiterte Anwendung des Holzbaus» [3] – werden nun seit einigen Jahren schrittweise in der Überarbeitung von Vorschriften zum Holzbau fruchtbar. Der Ausgangspunkt war dabei die Regelung in § 26 Absatz 3 Landesbauordnung BW (LBO BW [4]). Ein Schritt auf diesem Weg ist die Regelung zur Holzbau-Richtlinie Baden-Württemberg, die zum Jahresbeginn 2023 in Kraft getreten ist ([5] und [6]).

Grundlage dieser Regelung war die oft zu Unrecht geschmähte und damals in der Projektgruppe Brandschutz der Arbeitsgemeinschaft der Bauministerkonferenz (ARGEBAU) erarbeitete Muster-Holzbau-Richtlinie vom Oktober 2020 (MHolz-BauRL 2020, [7]), die erstmals geregelten Holzbau in der Gebäudeklasse 5 vorsah und auch weitere Türen zu neuen Möglichkeiten insbesondere der sichtbaren Holzoberflächen aufgestoßen hat. Aber die Fachwelt wollte nun mehr Holz, mehr sichtbares Holz, mehr Freiheiten beim Fügen von Holzbauteilen und witterte Zögerer und Zauderer am Werk, ohne dies substantiiert zu belegen. Die ARGEBAU richtete 2021 eine eigene Projektgruppe ein, die der Autor zusammen mit Prof. Ludger Dederich von der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg leitet. Es kann von Diskussionsrunden dieser Projektgruppe berichtet werden, in denen auch die ausgewiesenen Fachleute dieser Projektgruppe noch hinzulernten, wenn sie sich auf die Blickwinkel der anderen Teilnehmenden einließen. Es gibt zwar ein gewisses Potential zur Weiterentwicklung der Regelung, dieses war jedoch weder praktisch materiell noch formell auf einfache Weise zu heben, im Ergebnis konnte aber eine Überarbeitung erstellt werden. Die Anhörung zu dieser neuen Muster-HolzBauRichtlinie lief bis ins Spätjahr 2023. Die gut 380 Einsprüche aus Fachkreisen wurden bewertet und teilweise eingearbeitet.

So lange waren Regierung und Holzbaubranche in Baden-Württemberg jedoch nicht bereit zu warten. So berief 2022 die oberste Baurechtsbehörde Baden-Württemberg beim Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen eine weitere Gruppe von Fachleuten ein, die auf der Basis der vorhandenen Erkenntnisse eine solche Regelung entwarf. Der vorliegende Beitrag schildert diese Regelung in Baden-Württemberg vor dem Hintergrund des Ringens um das bauordnungsrechtliche Mindestanforderungsniveau, das einerseits noch geeignet ist, hinreichend sichere bauliche Anlagen zu gewährleisten und das andererseits

einem klimafreundlichen Baumaterial so viel Potential erschließt, wie dies technisch verantwortet werden kann. Diese beiden Ziele sind natürlich nicht auf Baden-Württemberg begrenzt, da die zu diskutierenden Forschungsergebnisse und vor allem auch der Diskurs selbst in einem größeren Zusammenhang stehen [8].

2. Zentrale Themen der Holzbau-Richtlinie Baden-Württemberg 2023

Die für den Holzbau wesentlichen Bauarten sollen so geregelt werden, dass keine – oder jedenfalls möglichst wenige – Bauartgenehmigungen erforderlich sind und diese Bauarten mit möglichst vielen unterschiedlichen Bauprodukten angewendet werden können. Dafür bedurfte es produktneutraler Anforderungsdefinitionen. Gleichwohl war im Auge zu behalten, dass gängige Konstruktionen und Produkte, die sich in Baupraxis und in Versuchen bewährt hatten, nicht durch punktuell zu weitgehende Anforderungen ausgeschlossen wurden. Zudem war auf ein Ineinandergreifen der unterschiedlichen Technischen Baubestimmungen zu achten, insbesondere der Eurocode 5 (EC5 - DIN EN 1995, [9]) und DIN 4102 ([10] mit dem neuen Teil DIN 4102-4/A1) spielen für den Holzbau eine zentrale Rolle und müssen im Zusammenspiel funktionieren.

Zugleich sollen diese Bauarten dann auch für möglichst viele Vorhaben fruchtbar sein: Nicht nur Standardbauten mit Wohnnutzung und wohnungsähnlicher Nutzung sollen geregelt werden, sondern auch alle Sonderbauten, für die ein brennbarer Baustoff nicht im Einzelfall aufgrund der besonderen Art der Nutzung ausgeschlossen werden muss.

Ferner zeigte die praktische Umsetzung der MHolzBauRL 2020, dass klargestellt werden musste, wie man mit besonderen Begründungen auch jenseits des Regelungshorizonts der Richtlinie arbeiten kann, auch wenn dieser Regelungshorizont möglichst viele gängige Konstruktionen abdecken sollte.

Ein weiteres Thema war, die Holztafelbauweise unter geeigneten Bedingungen für die Gebäudeklasse 5 zu ermöglichen. Gleichzeitig war das Schutzniveau der brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung von brennbaren Baustoffen, der sogenannten «Kapselung», kritisch auf Optimierungspotential zu prüfen, da Versuche zeigten, dass diese Konstruktionen deutlich auf der sicheren Seite liegen. Geprüft werden sollte zudem die Verwendung brennbarer Dämmstoffe, um vor allem Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo-Dämmstoffe) zu ermöglichen.

Auf Anregung aus der planerischen Praxis, vielfacher Wünsche unterschiedlichster Gruppen von Bauherrschaften und nicht zuletzt aufgrund von Überlegungen zur Ressourcenschonung galt es, die Zulässigkeit von unbekleideten Bauteilen aus Holz – vor allem aus massivem Holz – näher zu untersuchen. Der Baustoff Holz soll dadurch erlebbar gemacht werden und gleichzeitig ist zu beachten, dass der für die Bekleidung bevorzugte Gips, der derzeit vor allem als Abfallprodukt aus der Rauchgasentschwefelung beim Verbrennen fossiler Energieträger (meist Kohle) anfällt (REA-Gips), in zunehmend geringerem Umfang zur Verfügung stehen wird, wenn die Defossilisierung der Energieerzeugung vorankommt.

Ein besonders kritischer Punkt hat bei genauer Betrachtung mit der Holzbauweise gar nichts zu tun: Die Frage, ob, inwieweit und unter welchen Bedingungen Außenwandbekleidungen aus brennbaren Baustoffen bestehen dürfen, stellt sich ja nicht nur bei baulichen Anlagen mit einer tragenden Holzkonstruktion, sondern auch bei allen anderen denkbaren Konstruktionen. Und dennoch bleibt das Thema in der MHolzBauRL 2020 und im Entwurf der überarbeiteten MHolzBauRL 2023 präsent und löst Diskussionen zur Anforderung bezüglich wirksamer Löschmaßnahmen aus.

Die Optionen für Gebäudeaufstockungen in Holzbauweise und die Möglichkeiten des Modulbaus in Holz waren zu berücksichtigen. Hierbei waren die Anforderungen an die Installationsführung besonders sensibel anzugehen.

Als ebenfalls dickes Brett erwies sich die Frage, ob der Holzbau eines erhöhten Maßes an Qualitätssicherung bedarf. Im Ergebnis wurde diese Frage weitgehend verneint.

3. Abwägung und Details

3.1. Bauarten, Bauprodukte und das Ineinandergreifen von technischen Regeln

Die Regelungen der Richtlinie sollten Bauartgenehmigungen für die gängigen Konstruktionen möglichst erübrigen und dabei für möglichst viele Bauprodukte offen gestalten, ohne dabei qualitative «Ausreißer» zu fördern. Auf diese Weise sollen Anwendende, Bauherrschaften und auch genehmigende Stellen von bürokratischem Aufwand, Zeitaufwand, Kosten und Personaleinsatz entlastet werden. Zudem wird der Holzbau attraktiver für kleine und mittlere Unternehmen, die erfahrungsgemäß den Aufwand für Bauartgenehmigungen eher scheuen als größere Unternehmen.

Insofern werden die mindestens erforderlichen Qualitäten der Konstruktionen für Feuerwiderstand, Brennbarkeit, Rohdichte und andere Eigenschaften so weit als möglich allgemein beschrieben. Da – u. a. bei den Gipsplatten – Bauprodukte bekannt sind, die mit ihren Eigenschaften trotz ähnlicher Materialkennwerte hinsichtlich einzelner Anforderungen höhere Qualitäten erreichen als andere Produkte der gleichen Produktgruppe, können für diese Produkte dennoch Zulassungen sinnvoll sein, die diese höhere Leistungsfähigkeit bestätigen.

Wesentlich abweichende Bauarten können weiterhin über allgemeine oder vorhabenbezogene Bauartgenehmigungen ermöglicht werden. Im Zuge zukünftiger Anpassungen der Regelungen wird dann zu prüfen sein, ob weitere Bauarten in den allgemeinen Kanon aufgenommen werden können.

Bei den Bauarten im Holzbau fand insbesondere eine Abstimmung mit den diesbezüglichen Regelungen in DIN 4102-4/A1 und in Eurocode 5 (DIN EN 1995) statt. Nicht an allen Stellen der Regelungen konnte dabei ein vollständiger Gleichlauf erreicht werden, aber die Vorschriften sind doch jedenfalls kompatibel und weisen keine grundsätzlichen Widersprüche auf.

Ein Sonderthema lag in den allgemein bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen (abP) gemäß Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) Ziffern C3.21, C4.1 und C4.2, die seit der Fassung 2019/1 für die Holzbauweise nicht mehr möglich waren. Die Holzbaupraxis will insbesondere die abP gemäß MVV TB Ziffern C4.1 und C4.2 weiter nutzen. Auf Initiative der Projektgruppe MHolzBauRL hat die Fachkommission Bauaufsicht dazu im ersten Halbjahr 2023 der Fachkommission Bautechnik Änderungen vorgeschlagen, die diese Möglichkeit wieder in Kraft setzen können. Einzelne Bundesländer, darunter Baden-Württemberg, haben die bestehenden abP nach den benannten Ziffern übergangsweise für weiter anwendbar erklärt. Die Thematik gewinnt derzeit durch das Auslaufen der Geltungsdauer vieler bestehender abP an Relevanz. Einzelne Bundesländer überbrücken dieses Problem dadurch, dass abP – jedenfalls bestimmte abP – auch über ihre Geltungsdauer hinaus für anwendbar erklärt werden; dies ist auch in Baden-Württemberg geplant.

Noch nicht geklärt werden konnte, ob – insbesondere für den Nachweis der Leistungsfähigkeit von Brandschutzbekleidungen – auch auf Klassifizierungs- oder Beurteilungsberichte zurückgegriffen werden kann oder ob dafür immer abP zu erstellen sind. Unstreitig können die Leistungen von Brandschutzbekleidungen, die über einen definierten Zeitraum verhindern müssen, dass dahinterliegende brennbare Baustoffe sich am Brand beteiligen, gemäß DIN EN 1995-1-2 berechnet werden. Diese technische Regel ermöglicht aber auch die versuchsgestützte Ermittlung dieser Leistungseigenschaft. Die Prüfung nach DIN EN 13381-7 [12] ergibt in diesem Zusammenhang einen Beurteilungsbericht gemäß Abschnitt 14 der Norm. Stellen, die solche Prüfungen durchführen wollen, müssen gemäß Bauproduktenverordnung der EU notifiziert sein. Um das Ergebnis der Prüfung in einem abP bestätigen zu können, müssen diese Stellen zudem als Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ-Stelle) durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) anerkannt sein. Notifizierung und Anerkennung erfordern jeweils eigene Verfahren, die wiederum Zeit in Anspruch nehmen. Ein Denkansatz, der auch von Teilen der Projektgruppe MHolzBauRL vertreten wird, ist daher, direkt auf die Beurteilungsberichte zuzugreifen, statt zusätzlich ein abP zu erstellen, das inhaltlich keinen Mehrwert bietet.

3.2. Anwendungsbereich der (M)HolzBauRL

Diskussionswürdig ist die Anwendung der (M)HolzBauRL bei Sonderbauten. Dies gilt insbesondere für die in den Bundesländern auf unterschiedliche Weise kodifiziert geregelten Sonderbauten und mit Abstrichen auch für die unregulierten Sonderbauten. Wenn in einer Sonderbauvorschrift die Feuerwiderstandsanforderung «feuerbeständig» für ein Bauteil oder die Anforderung «schwerentflammbar» für eine Außenwandbekleidung steht, kann nach Dafürhalten von Teilen der Fachwelt jedenfalls nicht ausgeschlossen werden, dass diese Vorschrift die gemäß (M)HolzBauRL möglichen Konstruktionen bewusst ausschließen wollte. Aus diesem Grund sollen in diesen Fällen die Konstruktionen gemäß MHolzBauRL 2020 nur als Abweichungen gemäß § 67 MBO bzw. § 85a MBO [11] zulässig sein.

Die Vorschrift in Anlage A2.2/BW2 zur Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg (VwV TB BW) verzichtet auf diese Einschränkung der Anwendung bei geregelten Sonderbauten, gibt aber vor, dass der Bauantrag eine Begründung enthalten muss, die die Verwendung von brennbaren Baustoffen unter Beibehaltung des vorgesehenen Sicherheitsniveaus darstellt. Für unregulierte Sonderbauten können in Baden-Württemberg in jedem Fall Anforderungen an die Brennbarkeit von Baustoffen und das Brandverhalten von Bauteilen gestellt werden, wenn es dafür im Einzelfall in der Nutzung angelegte Gründe gibt. Diese Anforderungen gehen dann der grundsätzlichen Anwendbarkeit der Holzbaurichtlinie vor.

Die zukünftige MHolzBauRL 2023 soll grundsätzlich nicht anwendbar sein für Bauteile in Kellergeschossen gemäß § 2 Absatz 6 Satz 1 Halbsatz 2 MBO sowie in unterirdischen Mittel- und Großgaragen. Sollen in diesen Situationen Bauarten in Holzbauweise angewendet werden, wäre eine entsprechende Anwendung der MHolzBauRL bei Bedarf einzelfallbezogen zu regeln. Erfahrungsgemäß wird das eher selten vorkommen.

Die zukünftige MHolzBauRL 2023 soll ferner nur dann für Sonderbauten unmittelbar anwendbar sein, wenn diese Sonderbauten keine brandschutztechnisch zusammenhängenden Raumgruppen aufweisen, welche größer als 400 m² sind, und wenn zudem die Nutzung grundsätzlich für selbstrettungsfähige Personen bestimmt ist; Krankenhäuser und Pflegeheime werden insoweit bei Holzbauweisen einen erhöhten Bedarf an die Nachweiserstellung haben. Bei Kindertagesstätten und bei grundsätzlicher Möglichkeit der Anwesenheit von Menschen mit Behinderung oder alten Menschen soll die MHolzBauRL 2023 jedoch auch bei Sonderbauten unmittelbar anwendbar sein.

3.3. Abweichungen von der (M)HolzBauRL

Immer wieder wird behauptet, von den Regelungen der (M)HolzBauRL könne nun gar nicht mehr abgewichen werden und insofern hätten sich die Möglichkeiten für den Holzbau sogar eher reduziert. Das ist nicht der Fall! Wer nach der in Landesrecht umgesetzten MHolzBauRL plant oder konstruiert, handelt jedenfalls rechtmäßig und benötigt regelmäßig keine weitergehenden Anwendbarkeitsnachweise (Bauartgenehmigungen). Der Umkehrschluss – es dürfe nur noch nach der MHolzBauRL bzw. der entsprechenden Landesregelung geplant und konstruiert werden – ist nicht zulässig. Wenn Abweichungen von den Bauarten gemäß (M)HolzBauRL jedoch wesentlich sind, so sind Bauartgenehmigungen erforderlich. Im Übrigen können Brandschutzkonzepte erforderlich werden, wenn Abweichungen von der (M)HolzBauRL vorliegen.

Ferner können für unregulierte Sonderbauten gemäß § 2 Absatz 4 MBO auch Erleichterungen in Frage kommen, wenn diese aufgrund der jeweiligen Art der Nutzung möglich sind.

3.4. Holztafelbau allgemein und in Gebäudeklasse 5

Die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung war in der Muster-Richtlinie für hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise von 2004 (M-HFHolzR, [12]) mit dem sogenannten Kapselkriterium verbunden. Dieses Kriterium forderte, dass hinter dieser Brandschutzbekleidung keine Verfärbung der brennbaren Baustoffe stattfinden durfte. Versagenskriterium war somit regelmäßig eine Verfärbung im Bereich der Verbindungsmittel (Schrauben oder Klammern), wo sich aufgrund der erhöhten Wärmeleitfähigkeit der Verbindungsmittel

zuerst Verfärbungen zeigten. Hinsichtlich einer tatsächlichen Brandbeteiligung der brennbaren Baustoffe lagen die nach dem Kapselkriterium ausgelegten Bekleidungen damit sehr weit auf der sicheren Seite, so dass auch nach einer Verfärbung der brennbaren Baustoffe ein tatsächliche Brandbeteiligung dieser Baustoffe noch über einen maßgeblichen Zeitraum hätte verhindert werden können. Eine weitere Auswirkung dieser Regelung ist, dass viele Versuche unmittelbar nach der 60. Minute abgebrochen wurden, um möglichst wenig Verfärbung um die Verbindungsmittel zu erhalten, obwohl die Brandschutzbekleidungen teilweise durchaus eine Brandbeteiligung der brennbaren Teile für deutlich längere Branddauern hätten verhindern können.

Immer noch hinreichend sicher ist das Versagenskriterium des Beginns der Verkohlung (tch: time to charring), das auch in Eurocode 5 (DIN EN 1995-1-2) für den Holzbau in Bezug genommen wird und welches für bestimmte Bekleidungs-systeme rechnerisch nach DIN EN 1995-1-2 oder mit dem Prüfverfahren nach DIN EN 13381-7 [13] bestimmt werden kann. Dieses Versagenskriterium liegt der Holzbaurichtlinie Baden-Württemberg zugrunde und wird absehbar auch der zukünftigen MHolzBauRL 2023 zugrunde liegen.

In der Gebäudeklasse 5 wurden schon viele Vorhaben mit Holztafelbauweise realisiert, bislang war dies jedoch nur als Abweichung und mit besonderen Begründungen möglich. Forschungsergebnisse zur Brandausbreitung über Element- und Bauteilfugen hinweg und auch Brandversuche ([14], [15]) zeigen, dass dies allgemein zugelassen werden kann, da die einschlägigen Konstruktionen bei Beachtung der jeweils geltenden Technischen Baubestimmungen die für Gebäudeklasse 5 erforderliche Feuerwiderstandsfähigkeit in allen Belangen (Ausbreitung von Feuer und Rauch) nachweislich erreichen können. Die Anlage A2.2/BW2 zur Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg (VwV TB BW) hat dies mit dieser Begründung bereits im Vorgriff ermöglicht.

Wird bei Aufstockungen erstmals die Gebäudeklasse 5 (oder auch nur die Gebäudeklasse 4) erreicht, so stellt sich jeweils die Frage, welche Anforderungen an die neuen Bauteile der Aufstockung und welche Anforderungen an die Bauteile der vorhandenen Bausubstanz zu stellen sind. Dies ist jedoch – und das sei ausdrücklich betont – kein Regelungsgegenstand einer Holzbaurichtlinie. Als eine Vorgehensweise kommt in Frage, von den neuen Bauteilen der Aufstockung eine Feuerwiderstandsfähigkeit zu fordern, die analog zu der gemäß der neuen Gebäudeklasse zu fordernden Feuerwiderstandsfähigkeit eingeordnet wird. Dies nur analog zu fordern vermeidet die Thematik, dass in einem solchen Gebäude unter Umständen ein Bauteil mit einer höheren Feuerwiderstandsfähigkeit auf einem Bauteil mit geringerer Feuerwiderstandsfähigkeit ablastet. Dies wäre materiellrechtlich unzulässig. Die «Analog-Forderung» ermöglicht den Einsatzkräften der Feuerwehr dennoch einen längeren Zeitraum für den Inneneinsatz und kompensiert so die längeren Rüstzeiten, die durch die größere Fußbodenhöhe über dem Gelände entstehen. Mit der gleichen Begründung kann das Forderungsniveau für die bereits bestehende Bausubstanz unverändert belassen werden – die Rüstzeiten für die Feuerwehr ändern sich dort nicht. Ergänzende Anforderungen an die bestehende Bausubstanz können jedoch dort angezeigt sein, wo entweder bereits vor der Aufstockung eine konkrete Gefahr für Leben oder Gesundheit vorlag oder wo sich diese konkrete Gefahr erstmals ergibt. Um diese konkrete Gefahr abzustellen, können in Einzelfällen insbesondere Maßnahmen an den Türen zum Treppenraum oder an den Elektroschaltkästen in Frage kommen. Meist reichen dabei handwerkliche Ertüchtigungen aus. Nachträgliche Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden oder aussteifenden Bauteile in der vorhandenen Gebäudestruktur sind regelmäßig nicht erforderlich.

Eine andere derzeit diskutierte Option ist, unter definierten Bedingungen auch von der neu geplanten Aufstockung keine höhere Feuerwiderstandsfähigkeit für die tragenden Bauteile zu fordern als im Bestandteil des Gebäudes vorliegt. Insbesondere in Fällen, in denen auch nach der Aufstockung alle Nutzungseinheiten über zwei Rettungswege verfügen scheint sich dieser Ansatz durchzusetzen.

3.5. Prüfung der Zulässigkeit brennbarer Dämmstoffe

Ein Auftrag der Bauministerkonferenz an die Projektgruppe MHolzBauRL war die Prüfung, ob brennbare Dämmstoffe gegebenenfalls unter zu definierenden Randbedingungen zugelassen werden können. Dies zielt vor allem auf Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen ([16] bis [19]). Eine solche Regelung wäre jedoch produktneutral anhand von allgemeinen Kriterien zu formulieren und Dämmstoffe aus erdölbasierten Materialien könnten wohl nicht ausgeschlossen werden, zumal deren Glimmverhalten – jedenfalls teilweise – günstiger ist als das Glimmverhalten von Holzfaserdämmstoffen.

Eine allgemeine Zulässigkeit von brennbaren Dämmstoffen ist in der zukünftigen MHolzBauRL 2023 nur für Fußbodenaufbauten vorgesehen, sofern diese mit einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung ausgeführt werden; in der Regel handelt es sich bei dieser Bekleidung auf der Oberseite der Decke um eine Estrichschicht.

Während Anlage A2.2/BW2 zur VwV TB für Baden-Württemberg diesen Schritt auf der Grundlage probabilistischer Vergleichsbetrachtungen – eine neue Regelung darf nur Situationen ermöglichen, die mit maximal gleicher Wahrscheinlichkeit zu Schadensereignissen führen ([20] bis [23]) – für Gebäudeklasse 4 geht, wenn die Gebäude ausschließlich Nutzungseinheiten von maximal 100 m² Bruttogrundfläche aufweisen, wird dies gemäß zukünftiger MHolzBauRL 2023 weiterhin allenfalls mit einer Abweichung gemäß § 67 MBO oder einer Erleichterung gemäß § 51 MBO möglich sein. Der maßgebliche Dämmstoff in der Holzbauweise wird weiterhin nichtbrennbar bleiben.

Neben den normalentflammbaren Dämmstoffen nimmt Anlage A2.2/BW2 zur VwV TB für Baden-Württemberg mit der Anforderung «schwerentflammbar und aus brennbaren Baustoffen» auch eine noch in Entwicklung begriffene Dämmstoffgruppe in Bezug, deren bislang erstes Produkt entwickelt wird (Pyroresist). Dieser Dämmstoff besteht zwar aus Holzfasern, soll sich jedoch wie ein schwerentflammbarer Dämmstoff verhalten, er hat bislang die entsprechenden Kleinbrandprüfungen bestanden.

3.6. Zulässigkeit brennbarer Oberflächen – Schutzziele und Maßnahmen

Diese Thematik ist nicht nur wegen der gestalterischen Ziele von Planenden oder Bauherrschaften relevant. Es geht auch um Ressourcenschonung: Es sollte keine Brandschutzbekleidung gefordert werden, wo diese nicht zwingend erforderlich ist. Wenn die Kohleverstromung zukünftig reduziert wird – was aus Klimaschutzgründen dringend geboten ist – wird deutlich weniger Gips aus Rauchgasentschwefelungsanlagen zur Verfügung stehen. Wenn der Gips dann nicht mehr als Abfallprodukt verfügbar ist, wird sich die Frage nach der Gewinnung von Gips und nach dem Preis intensiver stellen als heute. Leimbauplatten könnten eine Alternative darstellen, wenn sich Hersteller finden, die solche Produkte herstellen wollen und dafür die erforderlichen Nachweise führen können. Unbegrenzt wird aber auch Lehm nicht zur Verfügung stehen, wenn wir nicht unsere urbaren Flächen reduzieren wollen.

Die MHolzBauRL 2020 lässt bei Massivholzbauweise bislang in jedem Raum maximal die Decke oder 25% der Wände mit brennbarer Oberfläche und somit holzsichtig zu. Diese Regelung wird sich absehbar auch zukünftig nicht anders gestalten lassen, da die Auswirkungen der Größe und ggf. auch der Lage der brennbaren Oberflächen auf die Wärmefreisetzung und die Brandausbreitung noch Gegenstand der Forschung sind. Zur Vermeidung einer großen Vielzahl an Realbrandversuchen könnten hier bei Definition einer geeigneten Versuchsanordnung Berechnungen gemäß den Ingenieurmethoden des Brandschutzes [24] eine Rolle spielen.

Bei größeren Anteilen brennbarer Oberflächen in einem Raum muss in kleinen Räumen mit einem früheren Flashover gerechnet werden, so dass ein Innenangriff der Feuerwehr erschwert wird oder gar nicht mehr möglich ist. Brandversuche zeigen, dass bei flächenmäßig vergleichbar großer sichtbarer brennbarer Oberfläche im Decken- bzw. Wandbereich sich die Temperaturen im Brandraum kaum unterscheiden.

Außerdem ist bei größeren Anteilen brennbarer Oberflächen mit mehr unverbrannten Pyrolysegasen vor den Fassadenöffnungen zu rechnen, nachdem die Fenster geplatzt sind. Dies führt zu deutlich höheren Flammen über diesen Fassadenöffnungen und kann so zu einer Brandausbreitung nicht nur ins darüber liegende Geschoss, sondern bis ins übernächste Geschoss führen. In diesem Fall müsste die Feuerwehr nicht nur einen Vollbrand im Brandgeschoss und einen Entstehungsbrand im darüber liegenden Geschoss, sondern zwei Entstehungsbrände bekämpfen. Darauf kann die Feuerwehr mit der üblichen Einsatzstärke zu Beginn eines Einsatzes jedoch nicht hinreichend reagieren, so dass der Brand mit einer höheren Wahrscheinlichkeit nicht beherrscht werden kann.

Natürlich kann dem erhöhten vertikalen Brandausbreitungsrisiko durch Einsatz einer automatischen Löschanlage entgegengewirkt werden, aber der anlagentechnische Brandschutz bleibt weiterhin bestimmten Sonderbauten und Kompensationen vorbehalten und wird nicht Teil der allgemeinen Regelungen.

Was die Brandausbreitung über die Fassade betrifft, wirken Brandschürzen oder vorspringende Obergeschosse dieser Problematik entgegen. Dies kann jedoch als ausgesprochen spezifische Situation nur in Einzelfällen eine Rolle spielen und nicht Gegenstand einer allgemeinen Vorschrift werden.

Die immer wieder angeführte Argumentation, dass in der Schweiz regelhaft eine Brandausbreitung bis ins übernächste Geschoss akzeptiert wird, greift ebenfalls zu kurz, da gemäß den Brandschutzvorschriften, die in der Schweiz durch die Vereinigung der kantonalen Feuerversicherungen (VKF) aufgestellt werden, in vielen Fällen bei Vorhaben, bei denen dies zu einer kritischen Situation führen kann, entweder deswegen oder aufgrund weiterer Erwägungen eine automatische Löschanlage gefordert wird.

Auch die Argumentation, dass es nicht verboten sei, Räume vollflächig mit sägerauen Brettern auszukleiden bzw. zur Holzdecke alle Wände mit Bücherregalen vollzustellen, oder dass es «Messie-Wohnungen» gibt, die sehr hohe Brandlasten und sehr viele brennbare Oberflächen aufweisen, greift zu kurz, da man solche Extremfälle nicht allgemeinen Regelungen zugrunde legen kann.

In der Fachdiskussion wird dabei kaum noch in Frage gestellt, dass zunehmend ventilationsgesteuerte Brände auftreten, bei denen der im Brandraum verfügbare Sauerstoff die Brandentwicklung begrenzt, nicht die im Brandraum verfügbare Brandlast. Dies ist im Wesentlichen auf bessere Verglasungen und allgemein auf eine höhere Dichtigkeit und verstärkte Dämmung zurückzuführen. Auch dies reduziert die beschriebene Problematik aber nicht wesentlich, da in diesen Fällen bei der Öffnung des Brandraumes durch die Einsatzkräfte mit der dann zuströmenden Luft eine schlagartige Brandausbreitung droht, die im Fall des sogenannten «back-draft» für die Einsatzkräfte sehr gefährlich werden kann.

Versuche weisen darauf hin, dass sich größere Abstände zwischen brennbaren Oberflächen insbesondere bei längeren Brandverläufen positiv auswirken, weil Rückzündungen durch Strahlungswärme dann eine geringere Rolle spielen. Übereck-Anordnungen von brennbaren Oberflächen wirken sich hingegen eher beschleunigend auf die Brandausbreitung aus. Diese Sondereffekte sind jedoch nicht so wesentlich, dass sich daraus weitergehende Möglichkeiten ableiten ließen, brennbare Oberflächen zuzulassen.

Diskussionen im Detail betreffen brennbare Oberflächen von linearen Bauteilen, wie Stützen und Unterzüge, die zu den maximal zulässigen brennbaren Oberflächen noch hinzukommen. In geringem Umfang dürfte dies in vielen Fällen keine wesentliche zusätzliche Gefährdung zur Folge haben. Wo aber die Grenze zu ziehen ist, ist kaum generell zu begründen. Ein Ansatz wäre, die Fläche der Decke als absolute Obergrenze für brennbare Oberflächen im Raum zu setzen und die Verteilung im Raum dann freizugeben. Auslegungen, die feststellen, dass die Regelung nur von Decken und Wänden spricht und insofern Stützen und Unterzüge gar nicht von der Anforderung erfasst seien, sind wenig hilfreich, da das Schutzziel erkennbar die Begrenzung der Branddynamik durch brennbare Oberflächen ist und dieses Schutzziel nicht durch Exegese am Wortlaut erreicht werden kann. Zudem könnten vertikale Oberflächen linearer Bauteile als «Wände» und horizontale Oberflächen als Teile der Decke betrachtet werden.

Eine Sonderthematik besteht hinsichtlich der brennbaren Oberflächen bei Kreuzlagenholz (KLH) oder Brettsperrholz (BSP) (englisch: cross laminated timber – CLT), das in vielerlei Hinsicht leistungsfähiger ist als Vollholz. Bei der Abbrandrate und daraus folgend auch bei der Energiefreisetzung hat Vollholz jedoch den Vorteil, dass die Verkohlungsschicht mit dem verbleibenden Restquerschnitt eine homogene Verbindung aufweist. Bei BSP kommt es bei einer hinreichenden Brandzehrung in der Deckschicht zur Delamination, bei der diese Schicht samt Verkohlung und einem geringen Restquerschnitt abfällt, so dass dem Brand plötzlich wieder unverbrannte Oberfläche «zur Verfügung» steht. Diese Thematik zeigt sich auch an den Stirnseiten dieser Bauteile in Abhängigkeit von deren konkreter Ausführung. Dieser Vorgang wirkt grundsätzlich beschleunigend auf den Brandverlauf und auf den Verlust der Resttragfähigkeit. Die Thematik ist bekannt und wird derzeit noch produktbezogen geregelt; allgemeine Vorschriften sind in Vorbereitung.

3.7. Normalentflammbare Außenwandbekleidung – Schutzziele und Maßnahmen

Die (M)HolzBauRL umfasst auch Regelungen zu normalentflammbaren Außenwandbekleidungen, die gemäß § 5 Absatz 2 Satz 2 LBOAVO (entspricht § 28 Absatz 5 Satz 2 MBO) möglich sind und für die Anhang 6 MVV TB nicht anwendbar ist. Diese Außenwandbekleidungen können auch an Gebäuden angewendet werden, die nicht mit tragenden Holzkonstruktionen ausgeführt werden. Insofern ist die Verortung in der MHolzBauRL zwar möglich, aber keinesfalls zwingend.

Schutzziel ist, eine Brandausbreitung auf oder in der Außenwandbekleidung so zu begrenzen wie bei schwerentflammbaren Außenwandbekleidungen, um Brände beherrschbar zu halten. Insofern ist auf wirksame Löschmaßnahmen abzustellen. Von Seiten der Feuerwehren wird dabei zurecht auf die Problematik der brennbaren Dämmstoffe hingewiesen, die in nichttragenden Außenwandkonstruktionen auch als Gefachdämmstoffe zulässig sind. Zwar liegt zwischen diesen brennbaren Gefachdämmstoffen und dem Hinter- oder Belüftungsspalt der Außenwandbekleidung eine nichtbrennbare Schicht (regelmäßig 18 mm oder mindestens 15 mm dicke, geeignete Gipsplatten), aber dennoch müssen die Einsatzkräfte im Brandfall prüfen, ob diese brennbaren Dämmstoffe vom Brand erfasst wurden. Dies gilt auch dann, wenn die Feuerwehr nicht weiß, welche Gefachdämmstoffe im jeweiligen Gebäude verwendet wurden. Die Frage, zu welchem Zeitpunkt im Verlauf eines Einsatzes diese Prüfung erfolgen muss, kann ausschlaggebend dafür sein, ob Aufstellflächen für Drehleiterfahrzeuge den Zugriff auf alle Bereiche der Fassaden ermöglichen müssen oder ob die Erreichbarkeit aller Fassadenbereiche mit Löschmittel zunächst ausreichend ist und Nachuntersuchungen erst zu einem späteren Zeitpunkt vorgenommen werden können. In Einzelfällen wurde die zweite Lösung bislang dann akzeptiert, wenn die nichtbrennbare Schicht aus geeigneten Gipsplatten mit 18 mm Dicke ausgeführt wurde. Von der AGBF Bund (Arbeitsgemeinschaft der Leiterinnen und Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland) gibt es zu dieser Thematik ein aufschlussreiches Papier vom März 2023 [25]. Weitere Veröffentlichungen der AGBF Bund befassen sich unter anderem auch mit Dämmstoffen aus Holzfasern in Außenwänden (April 2024) [19].

Während die MHolzBauRL 2020 für die angesprochene nichtbrennbare Schicht allgemein geeignete Gipsplatten ([13] und [26] bis [28]) von mindestens 15 mm Dicke forderte und die HolzBauRL Baden-Württemberg diese Anforderung so übernommen hat, wird zukünftig bei brennbaren Gefachdämmstoffen wohl eine Schicht von mindestens 18 mm Dicke gefordert werden. Alternativ werden allerdings auch Dämmstoffmatten mit spezifischen Materialkennwerten für diese nichtbrennbare Schicht ermöglicht.

Sofern vor dieser nichtbrennbaren Schicht – also im Bereich der eigentlichen Außenwandbekleidung – ausnahmsweise noch Dämmstoffe zum Einsatz kommen sollen, müssen diese in jedem Fall nichtbrennbar sein.

3.8. Anforderungen bei Aufstockung und im Modulbau – Anschlüsse und Leitungen

Die HolzBauRL Baden-Württemberg und die MHolzBauRL umfassen bislang keine umfassenden Regelungen zu den besonderen Anforderungen, die an die Zwischenräume zwischen Modulen und an die Fuge – oder besser: an den Hohlraum – zwischen bestehender Bausubstanz und Aufstockung zu stellen sind. Werden diese Zwischenräume und Fugen konsequent mit nichtbrennbaren Dämmstoffen ausgedämmt, Leitungen nicht ohne brandschutztechnische Maßnahmen in diesen Fugen geführt und die Fugen durchdringende Leitungen brandschutztechnisch abgeschottet, so dürften diese Konstruktionen regelmäßig zulässig sein. Dennoch bleiben die Anforderungen an die Fügepunkte zur Lastabtragung umstritten: Müssen diese so bemessen werden, dass sie einem Vollbrand gemäß Einheits-Temperatur-Zeitkurve standhalten können, obwohl nur wenig Sauerstoff vorhanden ist und kaum Zündquellen gegeben sind?

3.9. Qualitätssicherung

Die (M)HolzBauRL umfasst keine besonderen Regeln zur Qualitätssicherung. Dass die Bauleitung die Maßnahme begleiten können muss, ist keine Mehrforderung gegenüber den allgemeinen Anforderungen. Dass Planunterlagen das Vorhaben hinreichend beschreiben müssen, ist lediglich ein Merkposten.

Natürlich ist ein hoher Vorfertigungsgrad wünschenswert, da die Fertigungsgenauigkeit werkseitig höher ist als auf der Baustelle und zudem Maßnahmen der Qualitätssicherung besser greifen. Aber in den wenigsten Fällen werden Bauteile auf der Baustelle gar nicht mehr ergänzt, so dass die Teilvorfertigung die Regel ist. Eine nähere Definition bezüglich des Vorfertigungsgrades erscheint daher wenig zielführend.

4. Ausblick

Das Ende des Wegs ist sicher noch nicht erreicht, einen Schritt weiter aber werden wir mit der zukünftigen MHolzBauRL 2023 sein. Wir werden besser und einfacher mit Holz bauen können und sollten dabei offen bleiben für die Stärken anderer Baustoffe. Wir werden weiter die Welt um uns in Europa und auch außerhalb Europas beobachten und Nachahmenswertes identifizieren und umsetzen müssen.

Ein interessanter Ansatz findet sich beispielsweise ganz allgemein für das Bauordnungsrecht in Slowenien. Dort können Bauherren und Unternehmen ein fremdes Bauordnungskonzept aus einem EU-Land «importieren» und danach bauen [29]. Dabei wird sicher vor allem an die größeren Nachbarn Italien und Österreich gedacht und in gewisser Weise zwingt wahrscheinlich auch die eigene Leistungsfähigkeit zu einer solchen Öffnung. Aber Not macht bekanntlich erfinderisch und vielleicht sollten wir auch ohne Not nach solchen Ansätzen Ausschau halten, um zu effektiven Lösungen zu kommen.

Wir sollten uns vor allem von dem Gedanken verabschieden, dass wir nur zulassen dürfen, was eindeutig «auf der sicheren Seite» liegt und was wasserdicht bewiesen niemals zu einer Gefahr führen kann. Vielmehr sollte zunächst alles als zulässig betrachtet werden, was nicht mit gutem Grund als unzulässig gekennzeichnet ist. Die Aufgabe im Bauordnungsrecht bleibt die Suche nach dem geringstmöglichen Anforderungsniveau, das ein noch hinreichendes Sicherheitsniveau gewährleistet.

5. Literaturangaben

- [1] Abschlussbericht zum Forschungsprojekt «Entwicklung einer Richtlinie für Konstruktionen in Holzbauweise in den Gebäudeklassen 4 und 5 gemäß der LBO BW – HolzbauRLBW», Dezember 2020, www.holzbauoffensive.bw.de → Forschung und Weiterentwicklung → Abschlussbericht – HolzbauRLBW.
- [2] Leitdetails für Bauteilanschlüsse in den Gebäudeklassen 4 und 5, Juli 2021, www.holzbauoffensive.bw.de → Forschung und Weiterentwicklung → Broschüre Informationsdienst Holz.

- [3] Engel, T. et al., Schlussbericht zum Verbundvorhaben TIMpuls «Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung zur Fortschreibung bauaufsichtlicher Regelungen im Hinblick auf eine erweiterte Anwendung des Holzbaus», 2022, www.cee.ed.tum.de/hbb/forschung/laufende-forschungsprojekte/timpuls.
- [4] Land Baden-Württemberg, Landesbauordnung (LBO) in der Fassung vom 5. März 2010, letzte Änderung vom 20.11.2023
- [5] Land Baden-Württemberg, Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise Baden-Württemberg (HolzBauRL BW) – Ausgabe 2022/12, www.landesrecht-bw.de/jportal/docs/anlage/vvbw/pdf/VVBW-MLR-20221212-SF-A005.pdf.
- [6] Land Baden-Württemberg, Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Landesentwicklung und Wohnen über Technische Baubestimmungen (VwV TB – Ausgabe 2022/12, www.landesrecht-bw.de/jportal/docs/anlage/vvbw/pdf/VVBW-MLR-20221212-SF-A001.pdf.
- [7] Deutsches Institut für Bautechnik (2020) Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) – Ausgaben 2021/1, 2023/1, Berlin.
- [8] Wellisch, A., Urbaner Holzbau in Hamburg – Wie viel Gewicht muss auf die Feuersicherheit gelegt werden? in: BRANDSchutz Deutsche Feuerwehr-Zeitung, Mai 2019.
- [9] DIN EN 1995-1-2:2010-12, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall, Beuth Verlag, Berlin.
- [10] DIN 4102: DIN 4102-4:2016-05, DIN 4102-4/A1:2023-04 Entwurf, DIN 4102-17:2017-12, Beuth Verlag, Berlin.
- [11] Musterbauordnung der Bauministerkonferenz (MBO), 23.09.2022, www.is-ergebau.de.
- [12] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHolzR (2004), www.is-ergebau.de.
- [13] DIN EN 13381-7:2019-09, Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen – Teil 7: Brandschutzmaßnahmen für Holzbauteile, Beuth Verlag, Berlin.
- [14] Kampmeier, B. et al., Behinderung des Rauchdurchtritts bei Holzbauanschlüssen, FeuerTrutz, Köln, 2023.
- [15] Suttner, E.; Werther, N.; Dumler, P., Stand der Technik zur Qualität von Bauteil- und Elementfugen in Holzbaukonstruktionen im Hinblick auf den Durchtritt von Feuer und Rauch, TU München, 2020.
- [16] Engfeld, A., Baustoff Holzweichfaserplatten – Ein ökologischer, aber brandgefährlicher Baustoff. In: Schadenprisma, 1/2009.
- [17] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Abschlussberichte zum Forschungsvorhaben «nawaro-Dämmstoffe» – Weg frei für mehr Naturdämmstoffe beim Bauen, September 2020.
- [18] Hosser, D.; Kampmeier, B., Untersuchungen zur Optimierung und Standardisierung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen; Schlussbericht Forschungsvorhaben, FNR, September 2020.
- [19] AGBF Fachausschuss Vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz der deutschen Feuerwehren (FA VB/G), Fachempfehlung «Löschmaßnahmen bei Bränden von Holzfaserdämmung», Januar 2024.
- [20] Kampmeier, B., Risikogerechte Brandschutzlösungen für mehrgeschossigen Holzbau, TU Braunschweig IBMB: Heft 206, 2008.
- [21] Karlsson, B., Fire Risk Index Method – Multistorey Apartment Buildings FRIM-MAB Version 2.0 – Trätek, Rapport, Stockholm, 2002.
- [22] Magnusson, S.-E.; Rantatalo, T., Risk assessment of timberframe multistorey apartment buildings – proposal for a comprehensive fire safety evaluation procedure – Report 7004, Lund University, Sweden, 1998.
- [23] Merk, M., Sicherheit mehrgeschossiger Holzgebäude im Brandfall – Eine Risikoanalyse unter stochastischer Abbildung realer Ereignisverläufe im Brandfall. TU München, 2015.

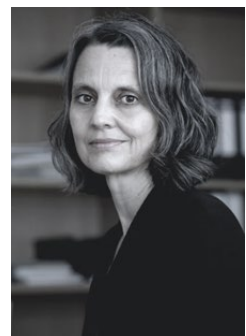
- [24] Zehfuss, J. (Hrsg.): Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, 4.überarbeitete und ergänzte Auflage, Verein zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb), Münster; Braunschweig, März 2020.
- [25] AGBF Fachausschuss Vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz der deutschen Feuerwehren (FA VB/G), Fachempfehlung «Wirksame Löscharbeiten an Holzfassaden», März 2023.
- [26] DIN 18180:2014-09, Gipsplatten – Arten und Anforderungen, Beuth Verlag, Berlin.
- [27] DIN EN 520:2009-12, Gipsplatten – Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren, Beuth Verlag, Berlin.
- [28] DIN EN 14135:2004-11, Brandschutzbekleidungen – Bestimmung der Brandschutzwirkung, Beuth Verlag, Berlin.
- [29] Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg (Hrsg.), Übersicht zu den baurechtlichen Rahmenbedingungen für den Holzbau im Alpenraum, Stuttgart, 2020.

Block B2
Aufwertung durch Umnutzung und Verdichten



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 im 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.

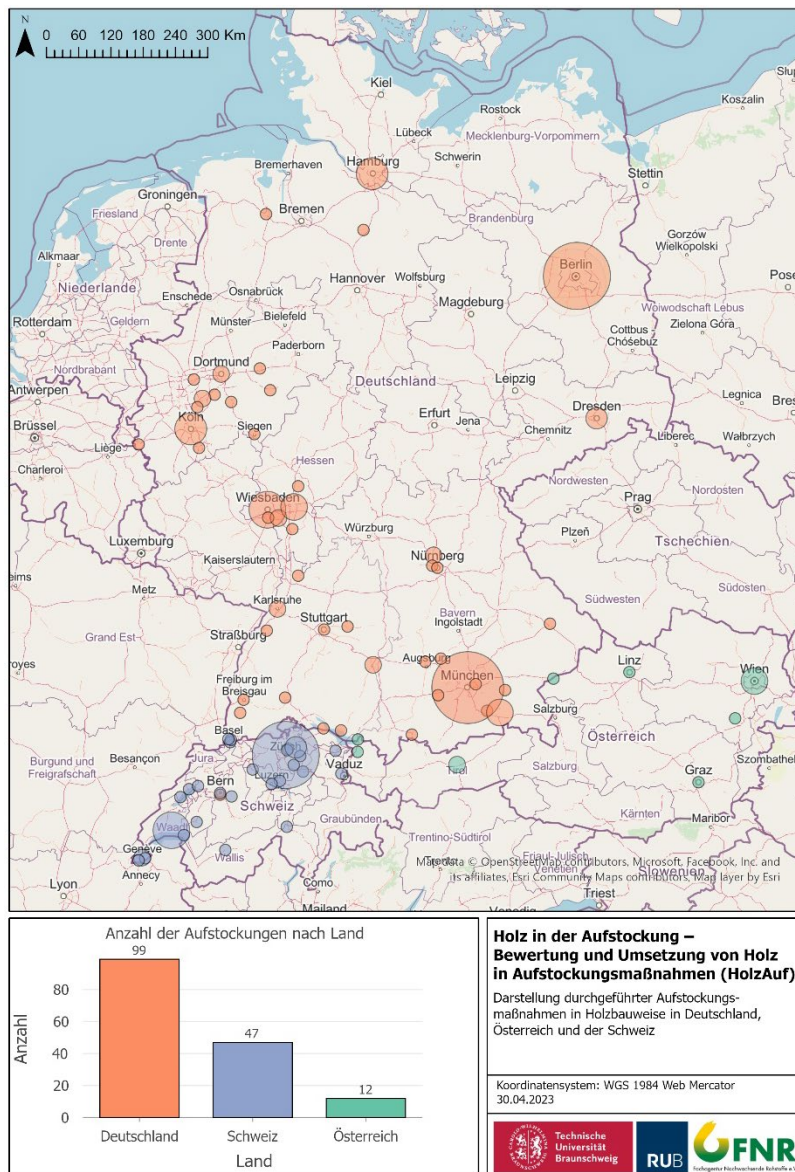


Abbildung 1: Karte mit Aufstockungsmaßnahmen in Holzbauweise für den DACH-Raum aus [5]

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 Entsorgungs-

phase (Modul C) aufteilen. Darüber hinaus können Gutschriften außerhalb der Systemgrenzen weitere Vorteilhaftigkeiten durch Wieder-/Wiederverwendung 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 3 dargestellt ist.

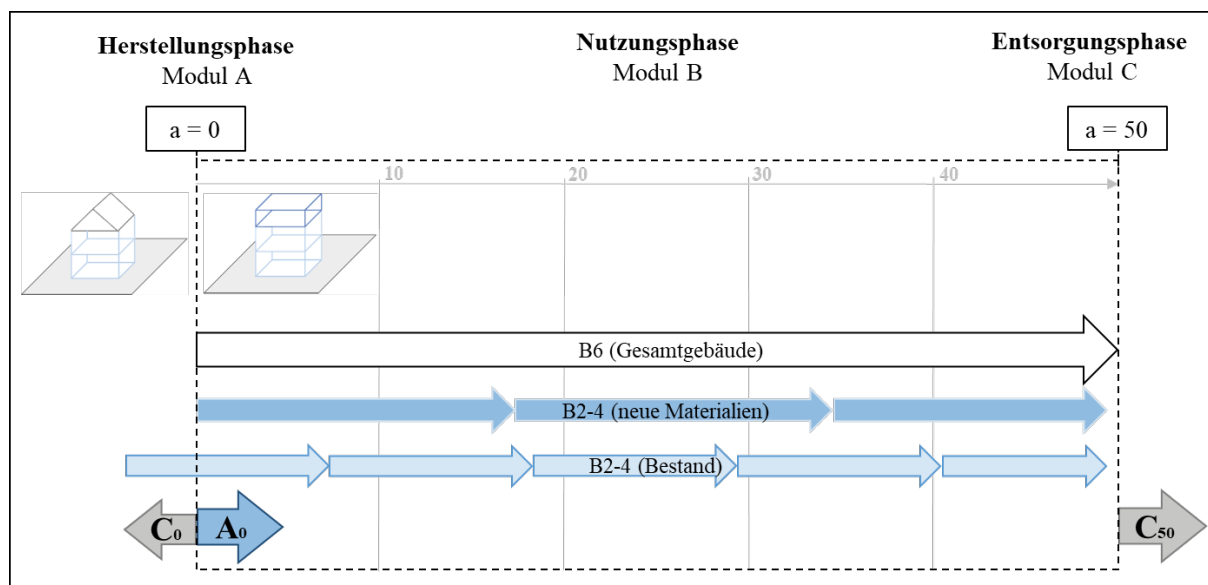


Abbildung 2: Grafische Darstellung der Lebenszyklusmodulanpassungen zur ökologischen Bewertung von Aufstockungs- und Sanierungsmaßnahmen [8]

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 Ökobaudat 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 Neubaustandards (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 $4,77 \text{ kgCO}_2\text{-Äq./m}^2\text{BGF*a}$ 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 $0,29 \text{ kgCO}_2\text{-Äq./m}^2\text{BGF*a}$ 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.

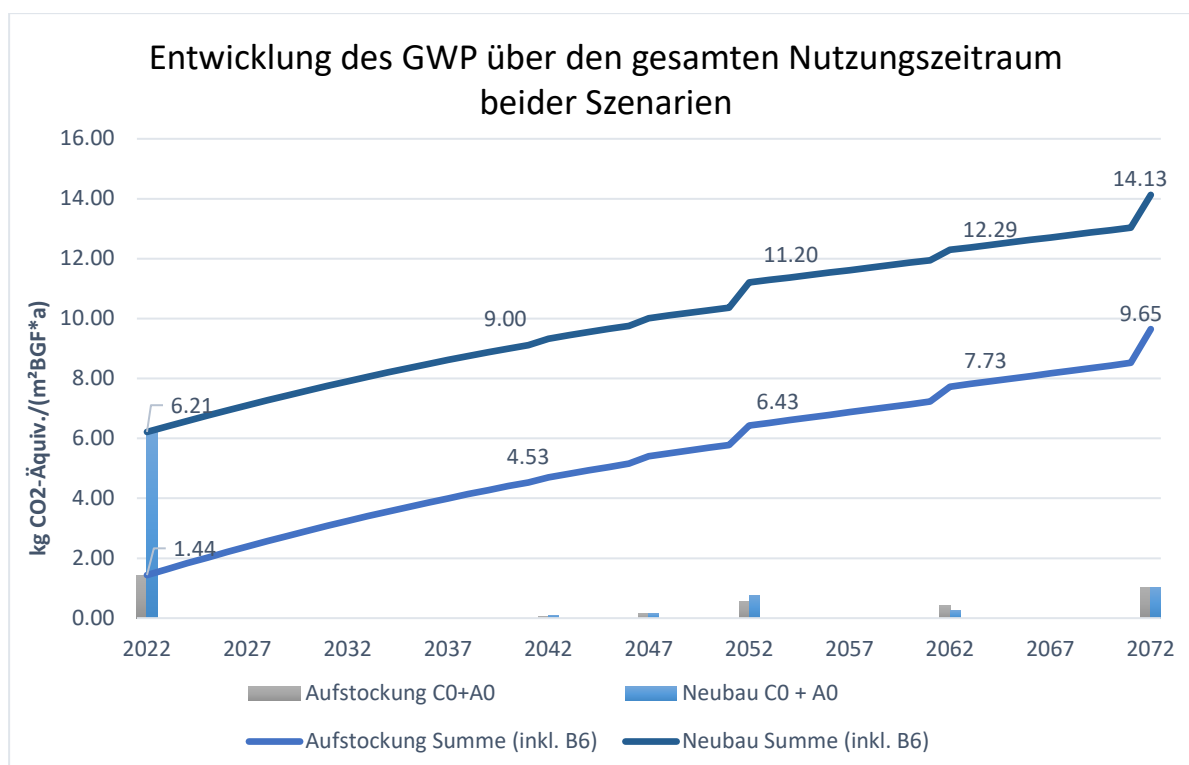


Abbildung 3: Emissionsentwicklung beider Maßnahmen über den Lebenszyklus nach [8]

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 – Wohnraumpotentiale 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.

Fischbeker Höfe – Revitalisierung einer Kaserne aus dem Jahr 1940

M. Eng. Roman Lindenberg
ASSMANN Beraten + Planen GmbH
Hamburg, Deutschland



Fischbeker Höfe – Revitalisierung einer Kaserne aus dem Jahr 1940

1. Allgemeines

In Hamburger Stadtteil Neugraben-Fischbek liegt ein ehemaliges Kasernengelände, welches in den letzten Jahren komplett zum Wohnquartier umgestaltet wurde. Einige Gebäude mussten weichen, andere wurden in die neue Nutzung eingebunden. Im Folgenden soll die Revitalisierung einer der beiden erhaltenen Kasernen von ca. 1940 näher betrachtet werden. Die Kaserne steht nicht unter Denkmalschutz, sie trägt jedoch durch den Erhalt der Bestandsstruktur wesentlich zum Erscheinungsbild des ab 2013 neu projektierten Wohnquartieres «Fischbeker Heidbrook» bei.

Nach dem Ende des zweiten Weltkrieges dienten die alten Kasernen «Fischbeker Höfe A» unter anderem als Flüchtlingsunterkünfte, aber auch, wie in Teilen auch zukünftig, als altersgerechte Wohnanlage sowie Pflegeheim. Die letzte Nutzung durch die Bundeswehr endete 2004. Nach einem mehrjährigen Leerstand und nach Erstellung eines neuen Bebauungsplanes nahm sich der Projektentwickler *DeepGreen Development* aus Hamburg eines Teils des Areales an. Im Jahr 2016 wurde eine erste statische Machbarkeitsstudie durch Assmann Beraten + Planen GmbH (nachfolgend kurz Assmann oder ABP) erstellt. Die Machbarkeitsstudie sah von Beginn an vor, den bestehenden Dachstuhl des Kasernengebäudes abzutragen und eine 1 bis 2-geschossige Aufstockung in Holzbauweise zu errichten. Der Bestand sollte entkernt werden und neue Treppenkerne zur Erschließung entstehen. Für die künftigen Bewohner:innen wurde zudem eine begrünte Tiefgarage geplant. Vorgesetzte Balkone sollten außerdem den Raum der Kaserne weiter öffnen und als zusätzliche Flucht- und Rettungswege dienen. Der abgetragene Dachstuhl wird in Teilen eine Wiederverwendung in einem direkt angrenzenden Neubau als Fassade finden.

Nach Fertigstellung des Gebäudekomplexes im Jahr 2023, bestehend aus 5 Wohnhäusern (GK4) und einem Kitagebäude (Sonderbau), stehen den Nutzer:innen nunmehr ca. 14.000 m² Bruttogrundfläche mit ca. 120 Wohneinheiten zu Verfügung. Aktuell befindet sich der im Norden der Abbildung 1 zu sehende Gebäudekomplex, «Fischbeker Höfe B», in der Ausführung. Hier verantwortet Assmann ebenfalls die Tragwerksplanung und statische Baubegleitung.

Bei den Bestandsgebäuden handelt es sich um einen klassischen mineralischen Bau, bestehend aus UG, EG, 1.OG und DG. Den Charme des Gebäudes machen die vorgefundenen verschiedenen Tragsysteme aus. Die Wände bestehen zum Teil aus Kalksandstein und zum Teil aus Klinker-Verbandsmauerwerk. Die Geschossdecken weichen je nach Geschoss ab. So wurde die Kellergeschossdecke als Gewölbedecke konstruiert, während die EG-Decke als Stahlsteindecke ausgeführt wurde. Die zum Dachtragwerk angrenzende 1.OG-Geschossdecke wurde wiederum als Stahlbetondecke mit Drillwulststahl ausgeführt.



Abbildung 1: Draufsicht der fertiggestellten Kaserne Fischbeker Höfe A (© DeepGreen Development)

1.1. Projektauftritt – Machbarkeit der Revitalisierung prüfen

Der Planungsalltag und auch die Lehre im Bauwesen sind weitestgehend geprägt von linearen Prozessen. Beim Umgang mit dem Bestand ist das Vorgehen jedoch in Gänze anders. Die Planung im Bestand ist ein iterativer Prozess. Eine ausführliche Bauwerks-Anamnese ist besonders in Bezug auf die vorhandene Bausubstanz und die vorhandenen Tragsysteme von entscheidender Bedeutung. Sie braucht je nach Umfang einige Zeit und benötigt damit zusätzliche Ressourcen, um die vorhandenen Potenziale des Bestandes durch in die Tiefe gehende Vorbetrachtungen zu beleuchten. Der Aufschlag liegt somit immer beim Bestand. Dabei kann der oft gehörte Grundsatz «mindestens zwei Geschosse kann man auf jeden Bestand aufstocken» nicht der Regelfall sein, wie die Erfahrung des Autors zeigt. Jede geplante Aufstockung ist im Einzelfall zu betrachten und in einer «Phase 0» [1] entsprechend zu untersuchen.

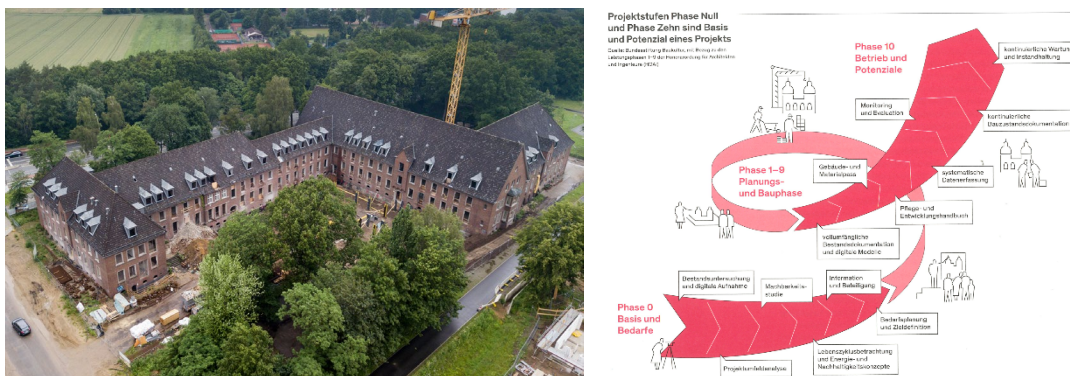


Abbildung 2: Bild links; Draufsicht Bestandsgebäude, Bild rechts; Besonderheit beim Bauen im Bestand, «Planungsphase 0» [1]

Inwieweit eine zukünftige Nutzung wirtschaftlich sinnvoll ist, hängt im Wesentlichen von den im Folgenden genannten Randbedingungen ab.

Erstens: Was kann das Gebäude bisher, und was soll es zukünftig können, sind also bspw. Lastreserven durch Umnutzung erwartbar? So sind die Nutzlastannahmen von Kasernen und Lagerstätten deutlich höher als für die Wohnraumnutzung – es sind also i.d.R., im Vergleich zur vorherigen Nutzung, Traglastreserven vorhanden. Eben dieser Vorteil der reduzierten Nutzlasten konnte bei den Fischbeker Höfen ausgespielt werden.

Zweitens: Liegen offensichtliche Mängel vor, die auf eine mindere Substanz oder Tragfähigkeit schließen lassen?

Drittens: Wie soll aufgestockt oder umgenutzt werden, wie viele Geschosse sind möglich?

Viertens: Wie kann der Grundriss beim Übergang zum Bestand sinnvoll aussehen, damit aufwändige Abfangungen und Verstärkungen des Bestandes umgangen werden können?

Fünftens: Wie sind die Fundamente ausgelegt, bieten diese vorhandene Lastpuffer oder muss die Aufstandsfläche bzw. die Einbindetiefe durch aufwändige Unterfangungen ertüchtigt werden?

Wesentliche Überlegungen können also bereits weit vor einem kostspieligen Bestandsgutachten durch Ortsbegehungen von qualifizierten und erfahrenen Tragwerksplanenden erfolgen. So kann ein erstes Gespür für die Tragwerks- und Umnutzungspotenziale entwickelt werden. Das Resultat der statischen Betrachtung mündet in eine Machbarkeitsstudie und bildet den Grundstein für die Entscheidungsfindung hinsichtlich einer weiteren Investition in den Bestand. Erst dann sind qualifizierte Bestandsgutachter:innen heranzuziehen, welche mit der Festigkeitsbestimmung der vorgefundenen Bausubstanz beauftragt werden. Ebenfalls empfiehlt es sich, frühzeitig qualifizierte Brandschützer:innen zu beteiligen, um etwaige kostspielige Ertüchtigungen vorab bewerten zu können.

Der Autor spricht hier als Statiker primär tragwerksplanerische Randbedingungen an, neben den statischen Randbedingungen muss bspw. die TGA-Planung ebenfalls eine vorgezogene detaillierte Betrachtung des Bestandes anstellen, damit spätere ggf. sehr kostspielige Stranganierungen frühzeitig erkannt oder aber eben planerisch früh umschifft werden können. Die Lage von neuen Durchbrüchen oder aber Durchbruchserweiterungen sind frühzeitig interdisziplinär im Planungsteam abzustimmen.

1.2. Anamnese des Bestandes aus Sicht der Tragwerksplanung

Bei dem hier vorgestellten Bauvorhaben lagen lediglich Grundrisse vor. Weder eine Statik noch Hinweise zur statischen Auslegung des Bestandes waren auffindbar. Vielschichtige Bestandsuntersuchungen wurden als Vorinvestment unabdingbar, um verlässlich in die Planung einsteigen zu können. Neben der Ermittlung der Tragsysteme, inkl. Bewehrungsscans sowie Fundamentschürfen, mussten die wesentlichen konstruktiven Detailpunkte aufgemessen und detailliert in den Geschossgrundrissen verortet werden. Zur Bestimmung der Rechenwerte für den statischen Nachweis der Bestandsbauteile wurden aufwändige Bestandssondierungen veranlasst. Zur Bestimmung der Festigkeitswerte für das bestehende Mauerwerk wurden entsprechende Spezialisten konsultiert und Materialproben in die Materialprüfanstalt nach Leipzig (MFPA Leipzig GmbH) gesendet. In der Beprobung wurden nicht nur Einzelproben von Mörtel und Steinen genommen und im Labor abgedrückt, sondern auch gesamte Wandausschnitte über Kernbohrungen entnommen, um so das reale Tragverhalten besser abschätzen zu können und die Tragfähigkeit möglichst genau und gesichert einschätzen zu können. Aus beiden Werten wurde ein Mittelwert gebildet, welcher sich als hinreichend für eine 2-geschossige Aufstockung herausstellte.

Die Sondierungspunkte wurden in Absprache mit den beteiligten Fachplaner:innen bestimmt und verortet. Nach Sichtung der Ergebnisse der Bestandsanalyse konnten die Annahmen in der statischen Machbarkeitsstudie aus dem Planungsauftrakt weitestgehend bestätigt werden. Die Fundamentschürfen und ermittelten Einbindetiefen ergaben ebenfalls eine ausreichende Tragfähigkeit für die Zusatzlast aus der Aufstockung. Die wesentliche iterative Planungshürde konnte somit genommen werden und bildete den Grundstein für die Realisierung des Bauvorhabens.

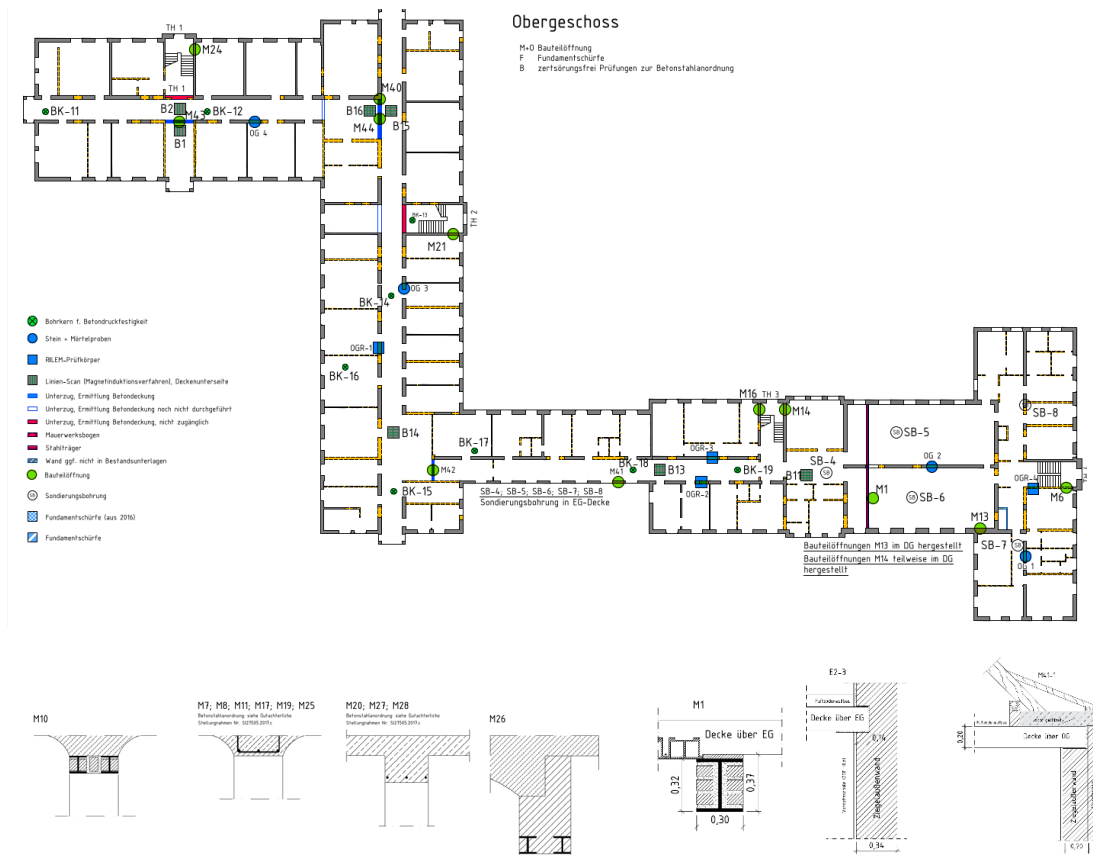


Abbildung 3: beispielhafte Untersuchungsstellen sowie aufgemessene Detailpunkte in Auszügen [3]

2. Tragwerkskonzept der Aufstockung

Es gibt mehrere Möglichkeiten, ein Bestandsgebäude aufzustocken. In dem hier gezeigten Fall entschieden sich die Beteiligten für eine direkte Aufsattelung auf der Bestandsdecke. Die Grundrissgestaltung der Neubaugeschosse musste entsprechend gelenkt werden. Wo keine Bestandslastachsen getroffen wurden, mussten örtliche Verstärkungsmaßnahmen vorgesehen werden, um die Neubaulasten auf die grundfesten Lastachsen des Bestandes zu führen, vgl. Abb. 4.

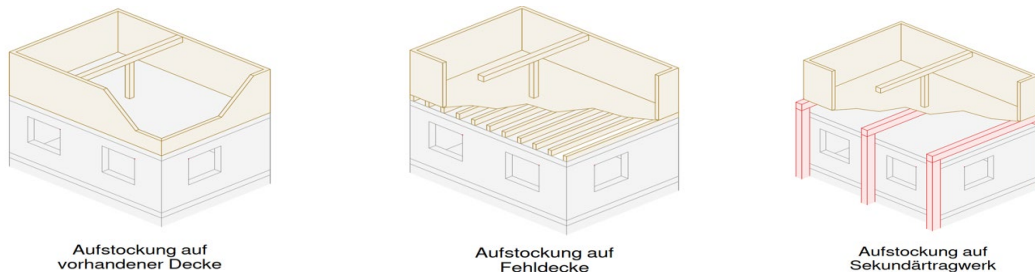


Abbildung 4: Mögliche Tragvarianten für Aufstockungen (Variante Fischbeker Höfe: Aufstockung auf Bestandsdecke)

Die eigentliche 1-2-geschossige Aufstockung in einer Mischung aus Holzmassiv- und Holztafelbauweise stellte das Planungsteam vor keine großen Hürden. Optisch wird der Übergang von Bestand zu Neubau bewusst klar durch den Einsatz einer Holzfassade in den vertikalen Ebenen der Dachaufstockung hervorgehoben. An dieser Stelle ist anzumerken, dass sowohl für die Holzfassade als auch für die Tragstruktur der Aufstockung im Jahr 2017 noch Abweichungen zur Hamburger Bauordnung formuliert werden mussten [2].

Das Gebäude wurden seitens der Brandschutzfachplanung in die Gebäudeklasse 4 (exklusiv Kita als Sonderbau) eingestuft, die Brandschutzanforderung für die Aufstockungsgeschosse ist REI60. Lediglich die tragenden Holzmassivaußenwände wurden auf Abbrand bemessen und sind sichtbar. Die ragenden Innenwände, gefertigt in Holztafelbauweise, sind mit einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung versehen.



Abbildung 5: Bild links; Montagezustand Aufstockung (© Holzbau Gehrman), Bild rechts; fertiggestellte Aufstockung (© DeepGreen Development)

Statisch war einzig der Sprung der Aufstockungskubatur etwas herausfordernd und trug zu einer Vielzahl von statischen Leitdetails bei. Die Mischform der geplanten Aufstockungen auf dem Gebäudekomplex bildete aber die Grundlage für eine gelungene Dachlandschaft, vgl. auch Abb. 1. Neben der Begrünung von Dachflächen wurden auch PV-Anlagen vorgesehen.

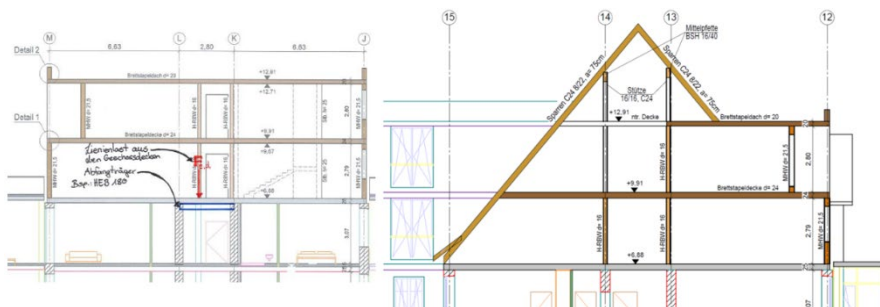


Abbildung 6: Auszüge aus Entwurfsplanung der Aufstockungssysteme, in wenigen Teilbereichen mussten Abfangträger vorgesehen werden, um die Aufstockungslasten in die Bestandswandachsen einzuleiten (© ABP)

2.1. Ausführung der Aufstockung

Die Schnittstelle zur horizontalen Ebene des Bestandes bereitete in der Ausführung keine Schwierigkeiten. Dort konnte gut mit Richtschwellen gearbeitet und so maßliche Ungenauigkeiten im Vorfeld ausnivelliert werden. Trotzdem kam es zu, wenn auch leicht überwindbaren, Unwägbarkeiten.

Die Hindernisse beim Holzbau bleiben auch beim Bauen im Bestand analog zu denen des herkömmlichen mehrgeschossigen Hybridbaus. Eine klare Schnittstelle zum Rohbau muss planerisch frühzeitig definiert und später auch im Terminplan der Ausführung fixiert werden. Die Vereinbarung erhöhter Rohbautoleranzen und auch ein Abdichtungskonzept während der Bauphase sollte frühzeitig vereinbart werden. Die Einbaufeuchte des Holzes muss vor Einbau kontrolliert werden, um die planerische Maßgenauigkeit der Aufstockung auch in der Umsetzung realisieren zu können. Dies war vor allem wichtig für die Massivholzdecken aus liegenden Brettschichtholzelementen. Die langen Deckenelemente konnten auf dem großen Baufeld zwar gut zwischengelagert werden, die temporäre Sicherstellung einer funktionierenden Abdeckung war aber enorm wichtig.



Abbildung 7: Bild links; Montagezustand Aufstockung (© Holzbau Gehrmann)

3. Tragwerkskonzept im Bestand

Die Grundleistung einer Tragwerksplanung ist auf den Endzustand ausgerichtet. Neben der detaillierten Lastverfolgung aus den neuen Aufstockungsgeschossen und den Tragfähigkeitsnachweisen für die vorhandene Bausubstanz musste die eigentliche Baubarkeit frühzeitig in die Planung integriert werden. Die Bestandsgebäude wurden mit mehreren neuen Treppen- und Aufzugsschächten versehen, welche in der späteren Nutzungsphase auch der Stabilisierung des Gesamtgebäudes dienen. Die Ausführung dieser Gewerke musste also zwingend mit Vorlauf zur Aufstockung in Holzbauweise erfolgen.

Obwohl die Tragsysteme des Bestandes in ihrer Tragwirkung einfach nachzuvollziehen sind, steckt in den Bauteil- und Detailbetrachtungen einer heutzutage nicht mehr angewandten Bauweise oft ein erheblicher Mehraufwand, wie die bereits erwähnten differierenden vorgefundenen Tragsysteme verdeutlichen;

- Wände: Verbandsmauerwerk
- UG Decke: Gewölbedecke
- EG Decke: Stahlsteindecke (mit Glattstahl)
- OG Decke: Eisenbetondecke (mit Glattstahl)

3.1. Ausführung im Bestand

Bevor die eigentlichen Arbeiten der Aufstockung realisiert werden konnten, musste der Bestand intensiv bespielt werden. Um die Baumaßnahme auch für die Zwischenzustände abzusichern, waren besondere Betrachtungen für die Abbrucharbeiten sowie für die Bauzwischenzustände notwendig. Hierbei mussten nicht nur Teilabbrüche von vorhandenen Deckenfeldern berücksichtigt, sondern der zugehörige Lastfluss in den Übergangsphasen näher beleuchtet werden.

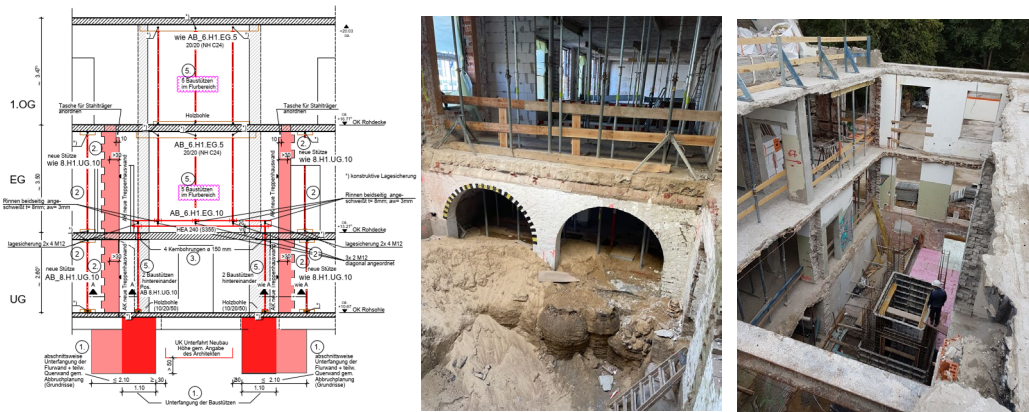


Abbildung 8: Baustellenbilder und Auszug Bauzwischenzustandsplanung (© ABP)

Entscheidungen, welche bei einem herkömmlichen Neubau vor Ort von der Bauausführung hätten getroffen werden können, mussten hier in Einzelfällen vorab statisch bewertet werden, da das Wissen über die alten Bausysteme und den fachgerechten Umgang mit ihnen häufig fehlt. Analog zum Baugrund verbleibt auch nach einer aufwändigen Bestandssondierung immer noch ein Restrisiko, das sich zeigen kann, wenn nach erfolgter Bauteilöffnung eine andere Situation als erwartet auftritt. Auf diesen Umstand musste der Projektentwickler entsprechend flexibel reagieren können, gleiches galt für die Tragwerksplanung.

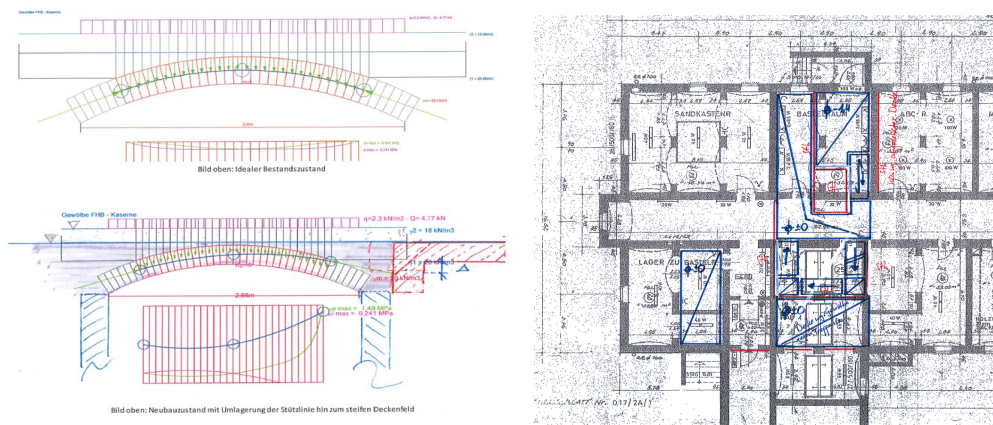


Abbildung 9: Auszüge aus Umbau- und Bauzwischenzustandsplanung, Teilabbrüche Gewölbedecken für neue Erschließungskerne im Bestand (© ABP)

4. Ausblick

Urbane Nachverdichtung und Bauen im Bestand werden zukünftig immer wichtiger werden. Schön ist, dass die Planungsprozesse beim Bauen im Bestand wesentlich von jenen im Neubau abweichen: Hier gibt es Ähnlichkeiten zum modernen mehrgeschossigen Holzbau. Der Planungsprozess ist viel integraler und iterativer, mehr Kommunikation ist gefragt. Analog zum Holzbau müssen alle Fachplaner möglichst vorgezogen Ausführungsdetails abstimmen. Hierbei sei vor allem die TGA-Planung erwähnt. Diese muss von der Objektplanung frühzeitig gesteuert werden und hinsichtlich aller Belange koordiniert werden.

Abschließend kann man festhalten, dass ein vertieftes Verständnis vom Bestand für sämtliche Beteiligten von großem Vorteil ist, denn nur was man versteht, kann man ganzheitlich beplanen und auch steuern. Dem Autor war es eine Freude, an diesem tollen Bestandsumbau mitwirken zu dürfen. Ein solches Projekt verbindet gleich zwei Leidenschaften, den mehrgeschossigen Holzbau und den kreativen und glücklicherweise ebenfalls auch immer wichtiger werden Planungssektor «Tragwerksplanung im Bestand».

5. Literaturverzeichnis

- [1] Baukulturbericht Neue Umbaukultur 2022/23, Bundesstiftung Baukultur, 1. Auflage 2022, Berlin
- [2] Brandschutznachweis Gutachten Nr. 2017-3136, Eberl-Pacan Architekten Ingenieure Brandschutz, 2017, Berlin
- [3] Gutachterliche Stellungnahme Nr. SI 27505.2017.c, Bestandsuntersuchung zum Umbau der «Fischbeker Höfe», sibet gmbh Sachverständigen- und Ingenieurbüro für Betontechnologie, 2017, Stelle

«FritzNeun» – Lücken füllen und Nachverdichten

Prof. Tobias Götz
PIRMIN JUNG Deutschland GmbH
Remagen, Deutschland

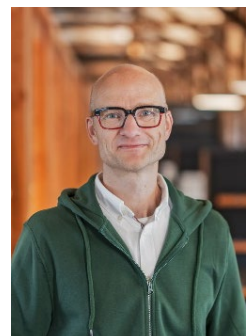




Abbildung 1: FritzNeun Außenansicht
Quelle: oliv architekten

1. Aus «FritzNeun» wird «aer»

Dank einer Revitalisierung unter Einsatz verschiedener Holzkonstruktionen wurde aus einem ehemaligen Verwaltungsgebäude der Allianz Versicherung ein attraktiver Bürostandort für moderne und nachhaltige Unternehmen.

In den 90er Jahren von Lauber und Wöhr Architekten entworfen, war das nach seiner Adresse in der Fritz-Schäffer-Straße 9 benannte Gebäude bis Ende 2019 an die Allianz Versicherung vermietet. Danach erwarb Hines das «FritzNeun» über einen ihrer Immobilienfonds.

Da er für einen einzelnen Nutzer konzipiert war, erfüllte der repräsentative Altbau mit seinen 32000 m² Bürofläche nicht mehr die Anforderungen an ein zeitgemäßes Bürogebäude. Dies betraf zum einen die Wirtschaftlichkeit, zum anderen die Flexibilität: Weite Lufträume im 146 x 23 m großen Hauptbaukörper (ohne Südspitze) sorgten zwar für Repräsentativität, reduzierten aber die effektiv nutzbare Fläche und machten eine Aufteilung in kleinere Einheiten praktisch unmöglich. Dies umso mehr, als der Hauptbaukörper außerdem die Erschließungssachse zu vier Satellitengebäuden im Westen bildete.

Hines lud deshalb ausgewählte Architekturbüros zu einem Wettbewerb ein, aus dem die Oliv GmbH als Sieger hervorging. Das Büro hatte eine komplette Neuorganisation vorgeschlagen, um sowohl die verfügbare Fläche zu erhöhen, als auch die flexible Nutzung zu ermöglichen. Künftig kann «aer» mit inzwischen rund 42288 m² Bürofläche sowohl an einen einzelnen als auch an mehrere Nutzer vermietet werden.



Abbildung 2: Lageplan
Quelle: oliv architekten

Für mehr Attraktivität sorgen außerdem der Einsatz unterschiedlicher Holzbaukonstruktionen, intelligenter Haustechnik und grüner Infrastruktur, um den CO₂-Abdruck des Gebäudes zu verringern. Im Zuge dieser «Vitalisierung» bekam das Gebäude den neuen Namen «aer».

Die Bauaufgaben der Holzbauer gliedern sich bei der Revitalisierung in vier Bereiche:

- Verkleinerung der großen Atrien im Hauptbaukörper
- Umbau des darüber liegenden Sheddachs zu einem Gründach mit begehbaren Dachterrassen
- zweigeschossige Aufstockungen zwischen den im Westen gelegenen Satellitenanbauten des Gebäudes
- Errichtung einer Erschließungs-magistrale zwischen Hauptbaukörper, Satelliten und Aufstockungen

Als weitere Umbaumaßnahme kam eine Aufstockung der Eingangsrotunde am südlichen Eck des Gebäudes hinzu, um die ikonische Wirkung der Eingangssituation zu verstärken. Diese Maßnahme wurde in Massivbauweise umgesetzt.



Abbildung 3: Innenraumvisualisierung mit Atrium und Holzrippendecke
Quelle: oliv architekten

1.1. Stützen können's stemmen

Die Verdichtung der Bestandsflächen «aer Eye», die Aufstockung der Satellitenbauten «aer Fill» und der Neubau der Erschließungseinheit «aer Hall» werden mit unterschiedlichen Holzbauweisen umgesetzt.

1.2. «aer Eye» – Teilweise Schließung der Atrien

Die drei großen Atrien im Hauptgebäude führten vor der Revitalisierung nicht nur zu einem hohen Flächenverbrauch, sie verhinderten darüber hinaus eine flexible Nutzung des Gebäudes, weil wegen der großen Freiflächen und offenen Lufträume eine Aufteilung in separate Einheiten nicht möglich war.

Die neue Konzeption sieht kleinere, durch Holz-Glasflächen mit Türen abgetrennte Lufträume vor, in denen die bestehenden Aufzugschächte nach oben laufen. Wo früher Laubengänge wenige Büroräume erschlossen, entstanden durch die Schließung der Lufträume vollwertige Geschosse. Die neue Konzeption ermöglicht eine gute Belichtung der Räume im Zentrum des Gebäudes und flexible, offene sowie nutzungsvariable Bürogrundrisse.

Zur Verkleinerung der Lufträume wurden überhöhte Holz-Beton-Verbund-Rippendecken eingesetzt. Sie bestehen aus 200/360 mm starken BSH-Rippen, über denen sich eine verlorene Schalung aus 27 mm starken Dreischichtplatten befindet. Den oberen Abschluss der Deckenkonstruktion bilden 140 mm Ortbeton.



Abbildung 4: «aer Hall» mit Dachkonstruktion
Quelle: oliv architekten

Die Decken haben eine Spannweite von bis zu 9,60 m. Die BSH-Rippen sind in eine Stahlkonstruktion aus 500 mm hohen Doppel-T-Trägern eingehängt, die ihrerseits auf Stahlstützen aufliegen, die neben den bestehenden Stahlbetonstützen des Bestandsgebäudes errichtet wurden. So war es möglich, die Lasten der Rippendecken mit geringer Belastung des Bestands punktuell in die Decke über dem Untergeschoss.

Hier wird sie durch ein System ertüchtigter Auflager und Abstützungen aufgefangen, das bis hinunter ins vierte Untergeschoss reicht. Dadurch wurde es möglich, die neuen Lasten innerhalb des bestehenden Unterbaus aufzufangen. Neue Fundamente waren nicht möglich, da das gesamte Untergeschoss in einer weißen Wanne steht.

Der Fußboden über dem Beton wurde als Hohlboden ausgeführt. Dies stellt einerseits den für Bürogebäude essentiellen Raum für eine flexible Installation bereit und verbessert andererseits den ohnehin schon guten Schallschutz der Verbundkonstruktion. Auf eine abgehängte Decke konnte man so verzichten, Rippen und Dreischichtplatten sind als Holzkonstruktion sichtbar.

Dies entspricht dem architektonischen Konzept von Oliv, alle neuen Teile des Gebäudes in Holz auszuführen, um die hochwertige Bausubstanz sichtbar zu lassen und sie gleichzeitig durch das Neue zu konterkarieren.

Für die Tragwerksplanung der neuen Decken und sämtlicher anderer Holzkonstruktionen im Gebäude zeichnete die PIRMIN JUNG Deutschland GmbH verantwortlich. Die Ausführung der Decken übernahm die oa.sys baut GmbH, eine österreichische Tochter von Blumer Lehmann, die praktisch in allen Geschäftsfeldern des schlüsselfertigen Holzbaus aktiv ist.

Deren Projektleiter Andreas Grabher sieht die eigentliche Herausforderung des Projekts in der Baustellenlogistik: «Während die Konstruktionen keine besonderen Herausforderungen bereithielten, war der Zugang zum Gebäude äußerst anspruchsvoll. Angesichts der schlechten Zugangsmöglichkeiten waren zum Beispiel die Leitungen von der Betonpumpe bis zur obersten Atriumdecke bis zu 60 m lang.»

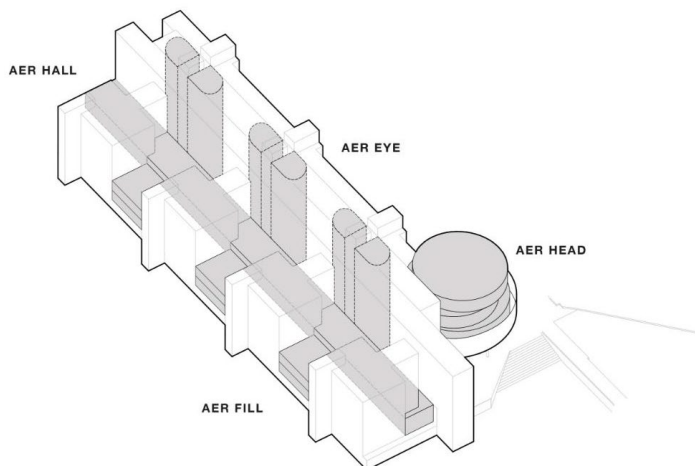


Abbildung 5: Piktogramm Holzbau
Quelle: oliv architekten

1.2. «aer Fill» – Aufstockung zwischen den Satelliten

Oa.sys übernahm auch die Aufstockungen, mit denen zusätzliche Büros zwischen den Satelliten geschaffen wurden. Wie bei allen Holzbaugewerken hatte das Unternehmen auch hier das Aufmaß per Tachymeter aufgenommen.

Die Aufstockungen wurden als Holzskelettkonstruktion ausgeführt, die auf dem Untergeschoss in den Freiräumen zwischen den Satelliten stehen. Auf den 240/360 BSH-Stützen des Holzskeletts liegen Deltabeam-Stahlverbundträger, die mit einer Holz-Beton-Verbunddecke vergossen wurden. Letztere besteht aus 200 mm starken BSH-Deckenelementen und 140 mm Beton – durchlaufende Holzstützen waren angesichts des daraus resultierenden Gewichts keine sinnvolle Lösung. Der Fußboden über der Deckenkonstruktion wurde wie in den Atrien als Hohlboden ausgeführt.

Auf der Seite der Magistrale wird die Hälfte der Skelettstützen durch 360/360 BSH-Stützen aufgedoppelt. Diese nehmen einen Teil der Last der vorspringenden Decke/Dachterrasse über der unteren Aufstockung auf. In erster Linie dienen sie jedoch als Stützkonstruktion für das Magistralendach.

Die Deckenkonstruktion ermöglichte schlanke, bündige Aufbauten mit sichtbaren BSH-Elementen. Damit wurde einmal mehr dem Wunsch der Architekten entsprochen, die Holzoberflächen als Kontrast zur «Weißen Moderne» des Bestands weitgehend sichtbar zu lassen.

Das außenliegende Dach der Aufstockungen wurde als begrünte Dachterrasse ausgeführt, die den Nutzwert des Gebäudes erhöht und zu einer Verbesserung des städtischen Mikroklimas beiträgt. Dazu wurde über die 220 mm starke BSH-Decke mit 160 mm Überbeton und oberseitiger Abdichtung eine Gefälledämmung, eine zweite Abdichtung mit Drainage und eine Substratschicht aufgebracht, die eine Stärke von bis zu 60 cm erreicht.

Nach innen und außen sind die Aufstockungen großflächig verglast. Die Brandschutzverglasung in Richtung Magistrale ist dabei Teil des Brandschutzkonzepts.

1.3. «aer Hall» – Filigrane Erschließungsmagistrale

Die Magistrale ist eine von Blumer Lehmann ausgeführte, luftige Holzskelettkonstruktion mit außen montierten Glasflächen. Sie dient als neue zentrale Erschließungseinheit zwischen Hauptbaukörper und Satellitenbauten, wo sie laut Handout des Architekturbüros die Auffindbarkeit der gesuchten Bereiche und die Wege zwischen den Gebäudeteilen und Nutzungseinheiten verkürzen soll.

Ins Auge fallen im Innenraum zunächst die mächtigen V-Stützen. Sie gehören zu den Stützen der Dachkonstruktion, die Christoph Roderer von PIRMIN JUNG als «Tragstruktur aus BSH-Dreiecken» beschreibt. Die Detailansicht des Dachträgers (DET. 100) verdeutlicht, was damit gemeint ist.

In Gelb sind auf der Grafik die Rand- und Hauptträger zu erkennen: An den Längsseiten der Magistrale sind die Randträger in Stahlträger eingehängt. Letztere sind mit den stegartigen Anbauten verschraubt, über welche die Satelliten erschlossen werden. Analog dazu wurde der Anschluss der Randträger im Osten der Magistrale (rechts) an den bestehenden Hauptbaukörper gelöst.

Der Träger gegenüber im Westen (links) liegt auf den Skelettstützen auf, die aus der Aufstockung bis nach oben geführt wurden. Dabei haben – abweichend vom Rendering, das noch eine Konstruktion mit insgesamt sieben Stützen zeigt – nur die mittleren beiden der vier Stützen statische Funktion, die anderen wurden aus optischen Gründen in dieser Dimension nach oben gezogen und dienen außerdem als Befestigungsgerüst für die Glasflächen.

Ein weiterer Hauptträger liegt ein Dreiecksraster entfernt vor dem Bestandsgebäude. Seine Last wird von den V-Stützen getragen, deren diagonale Kräfte in Längsrichtung der Magistrale sich durch die symmetrische V-Anordnung kurzschließen. Die diagonalen Kräfte in Richtung Magistralenmitte werden oben von einem Dreieck aus Hauptträgern aufgenommen. Am Fußpunkt nimmt eine Stahlkonsole die Diagonalkraft auf. Da auf diese Weise alle Kräfte neutralisiert sind, konnte das V mit freier Pendelstütze ausgeführt werden, weitere Verankerungen – etwa durch Lochbleche – waren nicht erforderlich.

Rosa und grün gezeichnete Träger sind Nebenträger. Das gilt auch für die beiden Längshölzer durch die gesamte Magistrale, die man auf den ersten Blick für Hauptträger halten könnte. Erkennen lässt sich die Funktion der einzelnen Hölzer beim Blick anhand ihrer Dimension.

Für den Holzbauer lagen die Herausforderungen bei diesem Bauabschnitt eher beim Thema Witterungsschutz – ähnlich wie bei den Aufstockungen und der neuen Dachkonstruktion über dem Hauptbaukörper.

Eine Herausforderung für den Tragwerksplaner von PIRMIN JUNG waren die Kreuzungspunkte, wo es galt, eine Fülle von Verbindungsmitteln unterzubringen.

1.4. Grüne Dachterrasse mit Baumbestand

«Spannend» war für Christoph Roderer auch die Ermittlung der Lasten für das neue Dach, das anstelle des alten Sheddachs auf den Hauptbaukörper montiert wurde: «Hier lag die Spannweite zwar nur bei 7,10 m, dafür mussten wir mit dem Garten- und Landschaftsplaner zusammenarbeiten, da auf das Dach auch Bäume gepflanzt werden sollten. So erreichte das Substrat bis zu 60 cm, die Nutzlasten gingen bis 6,3 kN/m².»

Die BSP-Platten der Dachelemente fielen mit 300 mm entsprechend stark aus. Von Stahlunterzügen getragen, die ihrerseits auf den Stahlbeton-Dachträgern des Bestandgebäudes liegen, bilden die Dachelemente Einfeldträger mit beidseitigen Kragarmen über den Atrien werden die sichtbaren Holzplatten von Lichtkuppeln durchbrochen die über die verkleinerten Atrien Sonnenlicht bis ins Untergeschoss bringen.

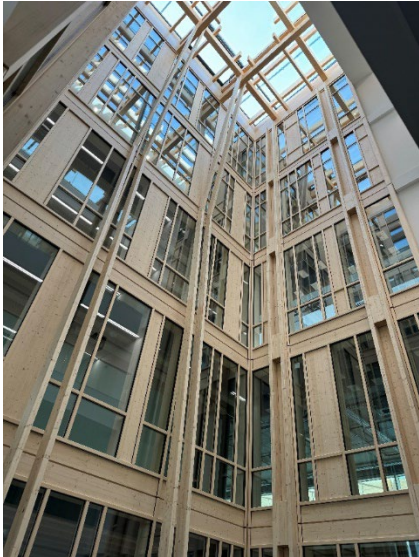


Abbildung 6: Lichtschacht im Gebäudeinneren
Quelle: PIRMIN JUNG Deutschland GmbH



Abbildung 7: Innenraum mit Magistrale
Quelle: PIRMIN JUNG Deutschland GmbH

1.5. Fazit

Die Revitalisierung von «Fritz Neun» macht aus einem bestehenden Bürogebäude, das im Ursprungszustand kaum zu vermieten gewesen wäre, einen attraktiven Standort für heutige Unternehmen. Zur Revitalisierung gehört auch eine teilweise energetische Sanierung, die den CO₂-Abdruck des Gebäudes signifikant reduziert und es in den Augen potentieller Mieter noch attraktiver macht. Die Außenhülle des um 2000 errichteten Gebäudes wurde bei der Revitalisierung nicht angetastet, um seinen architektonischen Wert möglichst zu erhalten.

Autoren: Joachim Mohr, Tübingen und Prof. Tobias Götz, Remagen

Block A3

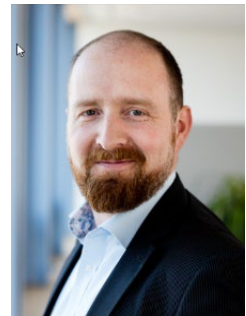
Wohn- und Bürobauten in neuen Dimensionen



Woodscrapper

Zirkuläre Hochhäuser aus Holz

André Meyer
GLS Bank
Berlin, Deutschland



Jörg Finkbeiner
Partner und Partner Architektur
Berlin, Deutschland



Isabelle Wolpert
Partner und Partner Architektur
Berlin, Deutschland



Woodscraper

Zirkuläre Hochhäuser aus Holz

1. Einführung

In Wolfsburg realisiert die GLS Bank nach dem Entwurf von Partner und Partner Architekten die Woodscraper, zwei der nachhaltigsten Gebäude in Deutschland – gebaut nach den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft. Ein einfaches wie effizientes Tragwerk aus Holz, ein reversibler Innenausbau aus ökologischen Materialien wie vielleicht Stroh sowie eine optimierte Gebäudetechnik schaffen zwei Hochhäuser, die ein gesundes Wohnumfeld bieten und kommende Generationen nicht belasten sollen. Mit einer differenzierten Wohnungsmix leisten die beiden Zwölfgeschosser einen besonders nachhaltigen Beitrag zur Gestaltung des neuen Quartiers Hellwinkel-Terrassen. Sie zeigen: Auch mit ökologischen, kreislauffähigen Materialien lassen sich sozial verträgliche Mieten realisieren.

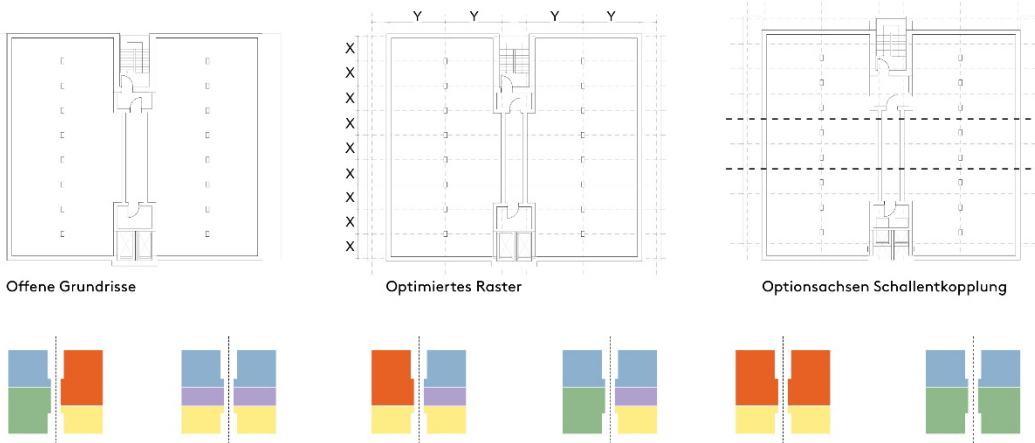


Visualisierung Woodscraper Bild: GRAUVISUAL / Partner und Partner Architektur

2. Konstruktionsweise

2.1. Der zirkuläre Holzbau

Zirkulär zu bauen bedeutet für uns an erster Stelle, die Nutzungsdauer der Gebäude zu maximieren. Das Bausystem der Woodscraper ermöglicht daher zukünftige Anpassungen und Erweiterungen. Der Holzskelettbau schafft eine frei konfigurierbare Fläche, die unzählige Grundrissvarianten ermöglicht. «Sollbruchstellen» ermöglichen die flexible Entkopplung von Nutzungseinheiten. Der trockene Innenausbau ist von der Konstruktion getrennt und lässt sich im Fall einer Umnutzung neu konfigurieren.



... ermöglichen maximale Flexibilität in der Grundrissgestaltung und eine Vielzahl an Umnutzungsszenarien in der Zukunft

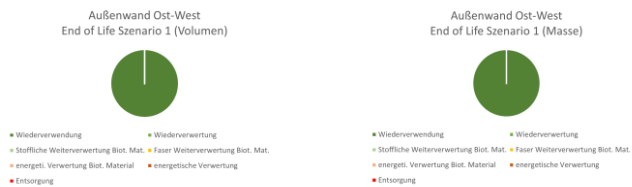
Kommen die Bauten doch ans Ende ihrer Lebenszeit, sollen sich möglichst alle Materialien der Hochhäuser sortenrein und größtenteils zerstörungsfrei zur Weiterverwendung zurückbauen lassen. Das spart Ressourcen und damit Emissionen.

Zusammen mit dem Natural Building Lab der TU Berlin wird die Zirkularität der Konstruktion überprüft und optimiert. Alle verbauten Materialien werden hierfür individuell auf Grundlage ihrer Produkt- und Materialeigenschaften bewertet. Der höherwertigen Weiterverwendung von Bauteilen wird dabei der Vorzug gegeben gegenüber der stofflichen Weiterverwertung und der energetischen Verwertung. Dabei haben sich drei zentrale Strategien für die Optimierung der Zirkularität herauskristallisiert:

1. Konstruktion und Materialverwendung optimieren: Auswahl von möglichst ökologischen und sortenreinen Baustoffen
2. Anpassbarkeit gewährleisten: Austausch und Anpassbarkeit einzelner Schichten und der Gebäudetechnik ermöglichen; wiederverwendbare und lösbare Verbindungen
3. Rückbaufähigkeit und Wiederverwendbarkeit gewährleisten: Lösbare Verbindungen, Wiederverwendbarkeit der Materialien

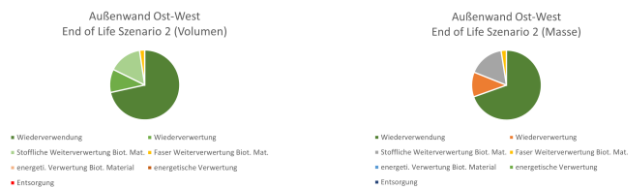
Szenario 1

Alle verbauten Komponenten werden im selben System erneut eingesetzt.



Szenario 2

Alle verbauten Materialien werden individuell auf Grundlage der Produkt/ Materialeigenschaften bewertet.



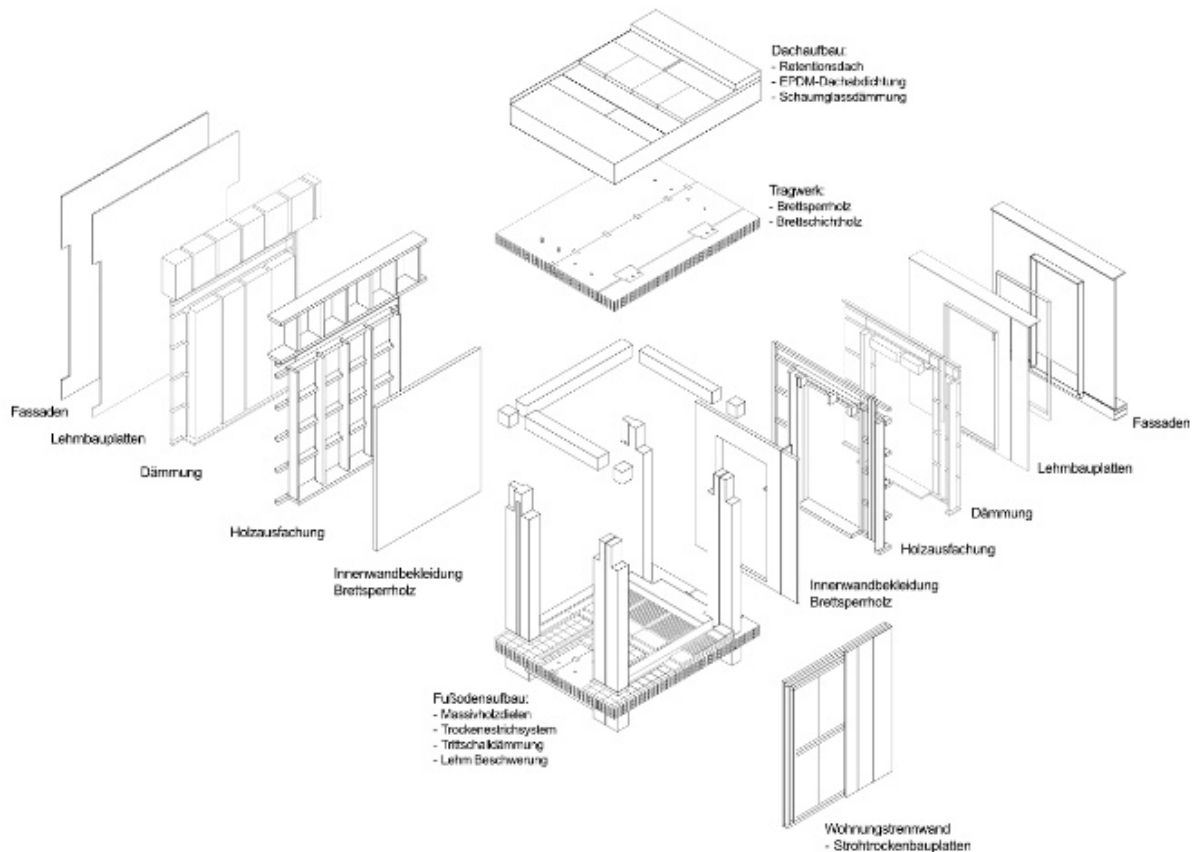
Szenario 3

Das End of Life Szenario entspricht dem in den EPDs der Ökobaudat vorgesehenen Modul D.



Woodscrapper Forschungsprojekt: End of Life Vergleich Außenwand Bild: NBL / Moritz Henes

Im Modell werden die relevanten Bauteilaufbauten und -anschlüsse der Woodscraper nachgebaut und dann überprüft, inwieweit die Konstruktion sich zerstörungsfrei und sortenrein zurückbauen lässt. Dafür wurde im Natural Building Lab ein Ausschnitt der Woodscraper – eine Gebäudeecke mit Balkonanschluss und schallentkoppelter Wohnungstrennwand – im Maßstab 1:1 nachgebaut. Ziel ist es, die Kreislauffähigkeit von Holzkonstruktionen methodisch fundiert bewerten zu können. Bisher gibt es hierfür kein etabliertes Vorgehen. Es soll der praktische Nachweis erbracht werden, dass eine zirkuläre Bauweise mit nachwachsenden Rohstoffen die Weiternutzung von Bauteilen und Baustoffen in Zukunft ermöglicht.



1:1-Modell der Woodscraper - Bauteilschichten Bild: NBL / Moritz Henes

2.2. Gründung

Die Gründung der Woodscraper besteht aus Einzel- und Streifenfundamenten. Die Tiefgarage erhält einen Pflasterbelag. Die Vermeidung einer WU-Bodenplatte und eine hierdurch notwendige Auftriebssicherung reduziert die Betonmenge und macht eine Beschichtung der Tiefgarage unnötig. Die Einsparung von Beton verbessert die Ökobilanz erheblich und spart Kosten.



Bau des 1:1-Modells im Natural Building Lab Bild: Jan Rottler / Partner und Partner Architekten

2.3. Wohnkomfort durch ökologische Materialien

Ökologische Materialien schaffen in den Woodscrapern einen hohen Wohnkomfort und ein gutes Innenraumklima. Die Holzkonstruktion in Kombination mit dem Innenausbau aus Strohbauwänden trägt durch die hohe spezifische Wärmekapazität der natürlichen Materialien zu einem guten sommerlichen Wärmeschutz bei. So kann man auch bei künftig heißeren Sommern auf eine ressourcenintensive Gebäudetechnik zum Kühlen der Innenräume verzichten – eine nachhaltige Anpassung an die Klimakrise. Oberflächen aus Holz und Ton sorgen für eine ausgeglichene Luftfeuchtigkeit, sind antistatisch, schadstofffrei und ästhetisch hochwertig.



Visualisierung Wohnraum der Woodscraper Bild: GRAUVISUAL / Partner und Partner Architektur

2.4. Optimieren von Architektur und Technik

Bauen ganzheitlich denken heißt: den Energiebedarf für Bau und Betrieb minimieren – und ihn durch durchdachte Gebäudetechnik regenerativ und effizient decken. In Zusammenarbeit mit ee concept wurde das Energiekonzept der Woodscrapper planungsbegleitend Schritt für Schritt optimiert. Im Rahmen des Forschungsprojektes ist im Anschluss an die Fertigstellung der Woodscrapper ein Monitoring geplant.

Die gute Qualität der Gebäudehülle der Woodscrapper verringert Wärmeverluste. Sämtliche Wohnungen können mit Nachtluft gekühlt werden; eine Querlüftung ist möglich. Es wird also weder eine maschinelle Lüftung noch eine aktive Kühlung benötigt. Die Raumwärme wird durch Erdwärmepumpen bereitgestellt, die mit einer Kilowattstunde Strom ca. vier Kilowattstunden Wärme erzeugen können. Alle Wohnungen sind zudem gut natürlich belichtet. Die Beleuchtung wird mit effizienter LED-Technik abgesichert. Auf den Dächern der Häuser wird Sonnen-Strom produziert.

3. Soziale Nachhaltigkeit – die Wohnungskrise nachhaltig lösen

Mit einem Baugipfel im letzten Jahr und verschiedensten Maßnahmen versucht die Bundesregierung, auf die Wohnungsnot zu reagieren. Dabei setzt sie Vorgaben, die dem Klimaschutz dienen. Die GLS Bank geht mit ihrer Kreditbranche Wohnen seit Jahren einen Sonderweg und realisiert Wohnraum mit Mieten unter dem Mietspiegel, der zugleich ökologischen Ansprüchen genügt.

Sozial und nachhaltig ist auch beim Bauen möglich und sogar in großem Maßstab anwendbar – das zeigen die Woodscrapper, ein Projekt der GLS Bank. Für die größte sozial-ökologische Bank Deutschlands steht stets das Schaffen von bezahlbarem und nachhaltigem Wohnraum im Mittelpunkt. Wir wollen einen Beitrag leisten, damit es nicht immer schwieriger wird, eine neue Wohnung zu beziehen.

Denn Wohnen ist ein menschliches Grundbedürfnis. Wie wir Quartiere gestalten, wie wir städtischen Raum strukturieren und Ressourcen nutzen, wie die Eigentumsverhältnisse gestaltet sind: – all das beeinflusst, ob wir damit auch die sozialen Fundamente unserer Gesellschaft stärken und Gemeinschaft fördern.

Deshalb ist es wichtig, der Wohnungsnot mit integrativen Konzepten zu begegnen. Diese Konzepte sollten Energieversorgung, zukunftsweisende Verkehrsplanung und Ernährung, Zugang zu Bildung und Teilhabe an Kultur sowie zirkuläres Bauen umfassen – wie es die Woodscrapper tun. Wir brauchen eine positive Vision für Städte und Wohngebiete. Hier ist die GLS Bank mit ihrer Beratungsexpertise und mit ihren Erfahrungen im Wohnungsbau Vorreiterin.

Statement Aysel Osmanoglu, Vorständin der GLS Bank, auf dem Blog Klimareporter: *Die Rolle von Banken dabei ist, diesen Weg über ihre Investitionen konstruktiv zu gestalten. Wohin Kredite fließen, beeinflusst die Raumstrukturen und Folgeinvestitionen von heute und morgen.*

Die GLS Bank orientiert sich seit 50 Jahren bei ihren Finanzierungen ausschließlich an menschlichen Grundbedürfnissen und schaut dabei nicht auf den maximalen monetären Gewinn. Die Bank ist nur ein Instrument, um das menschliche Wohlergehen zu fördern. Spekulation mit Grund und Boden und mit Immobilien dient diesem nicht.

Bei zwei Dritteln der von der GLS Bank finanzierten Wohneinheiten liegen die Mieten unter dem Durchschnitt (Stand 12/2023). 57 Prozent enthalten solidarische Angebote für Menschen mit geringen Einkommen. In Gemeinschaftsprojekten gibt es eine große Flexibilität, Wohnraum je nach Lebensphase zu verändern. Genossenschaften bieten Zusammenhalt in der Gemeinschaft bis hin zur Sharing Economy.

Dafür steht auch das Pionierprojekt Woodscrapper, das Forschung und Entwicklung im Wohnungsbau integriert. Die Woodscrapper sollen Vorreiter und Gestalter der Bauwende sein. Hier gibt es den Soll/Ist-Abgleich, die Woodscrapper sind ein lebendes Testsystem.

Auszug aus einer Pressemitteilung der GLS Bank zu den Woodscrapern:

*«Klimaschutz muss sozial gerecht sein. Das bedeutet für den Wohnsektor: Neue Gebäude müssen soziale Vielfalt unterstützen und einen sicheren Lebensraum bieten. Fester Bestandteil unserer Strategie ist daher, dass die Wohnungen in den Woodscrapern nachhaltig und bezahlbar sind. Wir haben also die Bedürfnisse der Umwelt und der Menschen im Blick», sagt André Meyer, Leiter des Bereichs Nachhaltige Immobilien bei der GLS Bank. 106 Wohneinheiten entstehen in den Woodscrapern, 102 davon sind barrierefrei. Die Wohnungen richten sich an alle Generationen und an Familien, geplant ist auch ein anteiliger sozialer Wohnungsbau mit niedrigen Mieten. Im Erdgeschoss entsteht ein Café, auf dem Dach eine Terrasse für alle Bewohner*innen, der Außenbereich erhält Gemeinschaftsflächen.*

Auszug aus der PM Stadt Wolfsburg Baugenehmigung Übergabe:

Wir gehen davon aus, dass wir mit dem Bau der beiden Holz-Wohnhäuser im Frühsommer beginnen werden. Die Fertigstellung und der Bezug der Wohnungen ist für den Sommer 2026 geplant. Damit soll nachhaltiger, bezahlbarer und gesunder Wohnraum für alle Alters- und Einkommensgruppen geschaffen werden. Zusätzliches Ziel neben dem Baustil ist es, dort die Bauten mit Energie aus regenerativen Quellen zu versorgen, unterstreichen Christoph Berthold Weber, Geschäftsführer GLS Woodscrapper GmbH & Co KG, und Sven Schmittbüttner, Geschäftsführer Unternehmensgruppe Krebs Projektentwicklung und -management.

Die Woodscrapper stehen nicht für architektonische Innovation, sondern auch für soziale Verantwortung und Umweltbewusstsein. Diese Kombination passt perfekt zu unseren Vorstellungen von modernem und zukunftsorientiertem Bauen und Wohnen», erklärt Oberbürgermeister Dennis Weilmann.

Wenn wir über Nachhaltigkeit und Risiken sprechen, denken die meisten Menschen an Umwelt und Klima. Das reicht aber nicht aus. Wir merken zunehmend, wie eng ökologische und soziale Risiken verbunden sind. Zum Beispiel treffen steigende Energiekosten, Heizungstausch oder E-Mobilität vor allem Menschen mit geringem Einkommen. Schon um ökologische Ziele zu erreichen, müssen wir also soziale Gegebenheiten berücksichtigen.

4. Bilanzierung

4.1. nWert® – die Bewertungssystematik für Nachhaltige Gebäude der GLS Bank

Wir verbringen den größten Teil unserer Lebenszeit in der gebauten Umwelt. Daher ist es wichtig, dass Gebäude und Quartiere die Bedürfnisse der Menschen unterstützen. Diese Bedürfnisse sind vielfältig: Wohnen, Spielen, Arbeiten, Mobilität, Lernen, Aufwachsen, Gesundheit, Versorgtsein usw.

Bau und Betrieb von Gebäuden sind aber unweigerlich verbunden mit der Inanspruchnahme von Ressourcen, z. B. in Form von Energieverbrauch, Flächeninanspruchnahme, klimarelevanten Emissionen und Abfallströmen. Wenn es aber gelingt, diese Beanspruchungen zu mindern, können auch Immobilien einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung leisten.

Zugleich ändern sich die Rahmenbedingungen, unter denen Gebäude existieren: Das Klima verändert sich, schadensrelevante Naturereignisse häufen sich, Anforderungen an z.B. die Energieeffizienz werden verschärft.

nWert, das Bewertungssystem der GLS Gemeinschaftsbank eG, macht sowohl nachhaltige Eigenschaften von Immobilien als auch physische und transitorische Risiken transparent, nachvollziehbar und messbar. Die GLS ImmoWert GmbH hat nWert entwickelt und führt die Audits durch – aktuell für die Nutzungsarten Wohnen (EFH / MFH), Stationäre Pflege, Bildung, KiTa und Büro/Verwaltung.

nWert beruht auf dem international anerkannten Grundsatz des «Drei-Säulen-Modells» (triple-bottom-line): people – planet – profit.

Daraus wurde das Nachhaltigkeitsverständnis der GLS Bank entwickelt:

Im Mittelpunkt stehen die Menschen mit ihren Bedürfnissen. Die Bewahrung und Entwicklung der Lebensgrundlagen sind notwendige Bestandteile und ökonomischer Gewinn eine Folge unseres Handelns.

Wir übertragen das auf die Immobilie, indem wir die nachhaltigen Qualitäten in drei Dimensionen betrachten:

Triple Bottom Line	People	Planet	Profit
Dimension	Menschliche Dimension	Zukunftsweisende Dimension	Ökonomische Dimension
Übertragung auf Immobilien	Im Mittelpunkt stehen die Menschen mit ihren Bedürfnissen. Immobilien geben Raum und Schutz für deren Entfaltung.	Durch Bau und Betrieb nachhaltiger Gebäude werden nachhaltige Auswirkungen auf unsere Lebensgrundlagen gemindert.	Nachhaltige Gebäude bieten einen ökonomischen Vorteil für die Menschen.

Das Nachhaltigkeitsverständnis von nWert, übertragen auf die drei betrachteten Dimensionen der Nachhaltigkeit (Bild: GLS Bank)

Der Scope von nWert hat den Anspruch, möglichst holistisch die Auswirkungen einer Immobilie auf eine nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft und der Wirtschaft zu erfassen und zu bewerten. Er beruht im Kern auf dem Verständnis von Nachhaltigkeit, wie es im Brundlandt Report «Our Common Future» 1987 dargelegt ist und sich u. a. auch in Zertifikatssystemen, z. B. der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), wiederfindet. Es gilt, möglichst alle Auswirkungen des Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus auf die Nutzergruppen, auf die natürlichen Ressourcen und auf die Ökonomie zu erfassen. Zumindest muss das die Anspruchshaltung sein – auch wenn klar ist, dass ein Indikatorenkatalog immer nur eine Annäherung darstellt.

Diese drei Dimensionen sind der Ausgangspunkt von nWert. In jeder Dimension werden bestimmte Eigenschaften des Grundstücks abgefragt. Dies sind die «Indikatoren». Wir sehen uns die «Antwort» des Gebäudes auf unseren Indikator an und vergleichen sie mit drei möglichen Merkmalsausprägungen, die wir als unterdurchschnittliche, durchschnittliche und überdurchschnittliche Qualitäten werten. So erhält das Gebäude je Indikator entweder einen, zwei oder drei Wertungspunkte.

Zu den nachhaltigen Qualitäten eines Gebäudes tragen auch die verwendeten Baustoffe sowie die Verbindung von Bauteilen bei. Diese werden in einer Gruppe von Indikatoren zum Ressourcenverbrauch innerhalb der zukunftsweisenden Dimension bewertet.

Der Durchschnitt aller Wertungspunkte, übertragen auf eine Skala von 0 bis 100, ergibt das nWert-Ergebnis. Wenn es besondere individuelle Eigenschaften des Gebäudes gibt, die durch das standardisierte nWert-Verfahren nicht ausreichend gewürdigt werden, besteht die Möglichkeit, Bonuspunkte zu vergeben.

nWert ist eingebettet in den Kreditprozess und zwar in die Markt- und Beleihungswertermittlung. Das bedeutet, dass der nWert Score von den Gutachter*innen der GLS ImmoWert im Zusammenhang mit der Wertermittlung und der dafür erforderlichen Besichtigung ermittelt wird. Dabei wird der übliche Bearbeitungszeitraum für ein Gutachten nicht verlängert.

Daraus wird bereits ersichtlich, dass das nWert Audit einerseits filigran genug sein muss, um die verschiedenen Facetten der Nachhaltigkeit mit ausreichender Granularität zu erfassen, andererseits aber auch robust genug, um ohne Sonderberechnungen oder -gutachten und dem damit verbundenen Aufwand auskommen zu können.

Die Auftraggeber*innen und Eigentümer*innen eines Gebäudes erfahren mit dem Audit mehr über die nachhaltigen Qualitäten der Immobilie. Sie können die Stärken und Potentiale eines Gebäudes für sich alleine oder im Vergleich mit anderen einordnen.

Neben dieser Betrachtung des Ist-Zustands zielt nWert besonders auf eine nachhaltige Weiterentwicklung von Gebäuden ab. Bei einem Bestandsgebäude kann aus dem Audit abgeleitet werden, in welchen Bereichen das Gebäude nachhaltig optimiert werden kann. Bei einem Neubau kann nWert planungsbegleitend Wegweiser zu mehr Nachhaltigkeit sein.

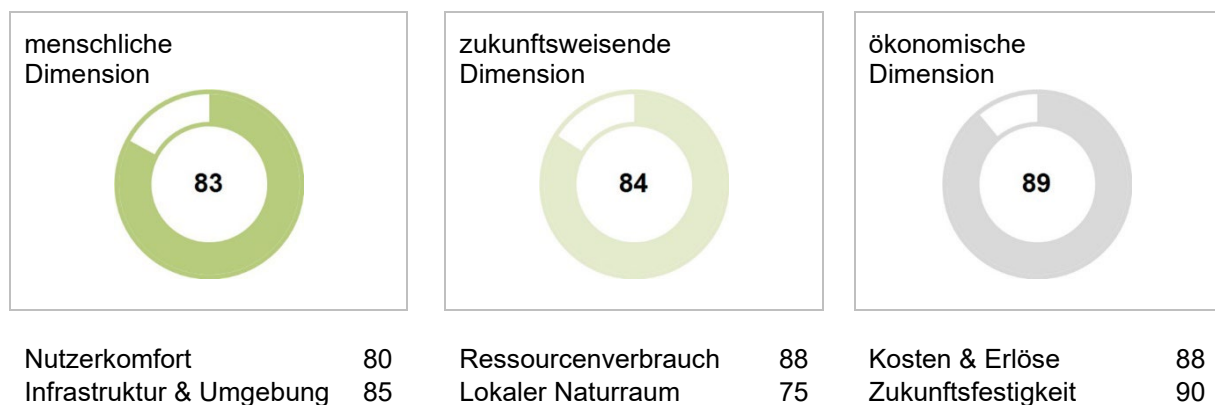
nWert wurde von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) geprüft und es wurde eine große inhaltliche Schnittmenge zum DGNB Systemen konstatiert, so dass nWert das Label «DGNB anerkanntes Nachhaltigkeitsrating» führen kann.

4.2. nWert Audit für das Bauprojekt Woodscrapper

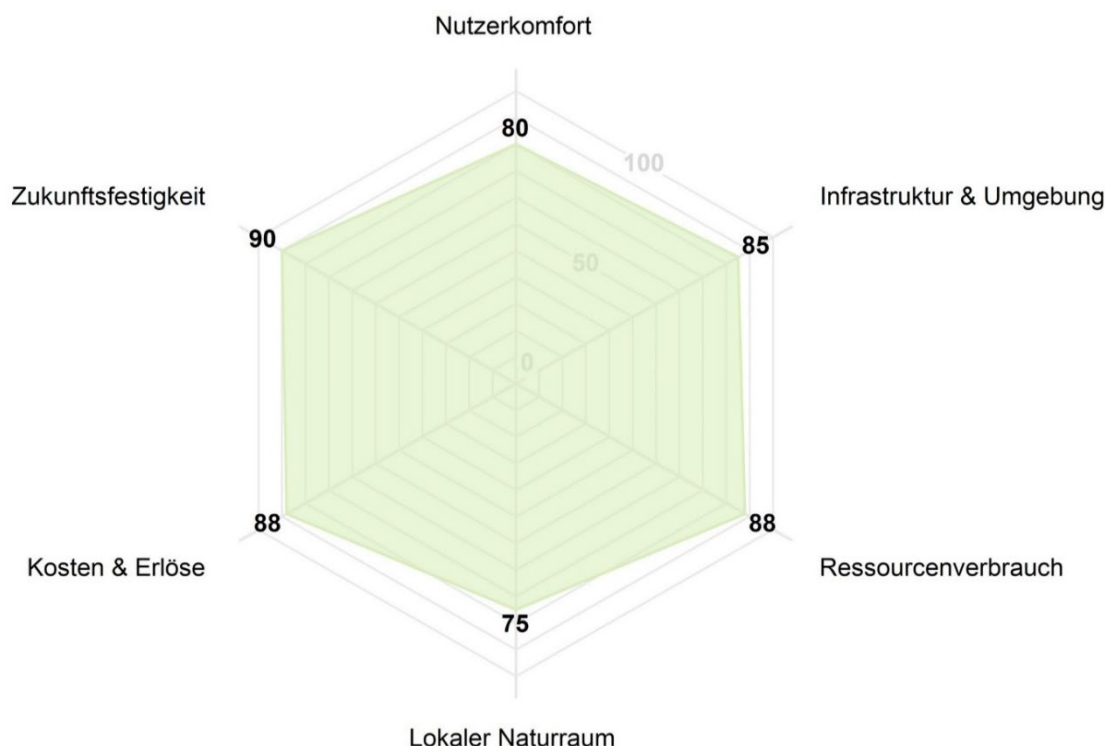
Im Rahmen der Markt- und Beleihungswertermittlung für die Woodscrapper wurde auch ein vorläufiges nWert-Audit durchgeführt. Dabei wurde zunächst auf den aktuellen Planstand und Auskünfte in einem Expert*innen-Interview zurückgegriffen. Nach Fertigstellung des Gebäudes wird der endgültige nWert Score ermittelt.

Das nWert Audit erbrachte einen Score von 86, was der höchsten Nachhaltigkeitsklasse «herausragend» entspricht.

Die Ergebnisse in den Dimensionen sind in dem nachfolgend abgebildeten Dashboard enthalten, zusammen mit insgesamt sechs Indikatorengruppen:



Dashboard nWert Audit Woodscrapper Bild: GLS Bank



Dashboard nWert Audit Woodscraper, Ergebnis Indikatorengruppen Bild: GLS Bank

Wie aus den Einzelergebnissen für die drei Dimensionen hervorgeht, schneiden die Woodscraper in der nWert-Systematik durchweg sehr gut bis herausragend ab.

Aber wir sehen auch am Beispiel Woodscraper, wie Bewertungssystematiken immer nur eine Annäherung sind und ihre Limitationen mit sich bringen. In der aktuellen Fassung von nWert wird keine Ökobilanz verlangt. Graue Energie und Emissionen werden nicht in Zahlen oder Benchmarks abgefragt, sondern die grundlegende Bauweise wird als ein Proxy für diese Umweltauswirkungen in der Bauphase bewertet. Diese niedrige Granularität wird aktuellen Bauvorhaben mit einem hohen Anspruch an Nachhaltigkeit und Zirkularität nicht gerecht.

Derzeit wird eine neue Version von nWert entwickelt, die diese Problematik adressiert. Das Grundsatzproblem bleibt: Wie kann eine möglichst hohe Aussagekraft und ein hohes Ambitionsniveau aufrechterhalten werden, ohne dass der Bewertungsaufwand durch die Decke geht?

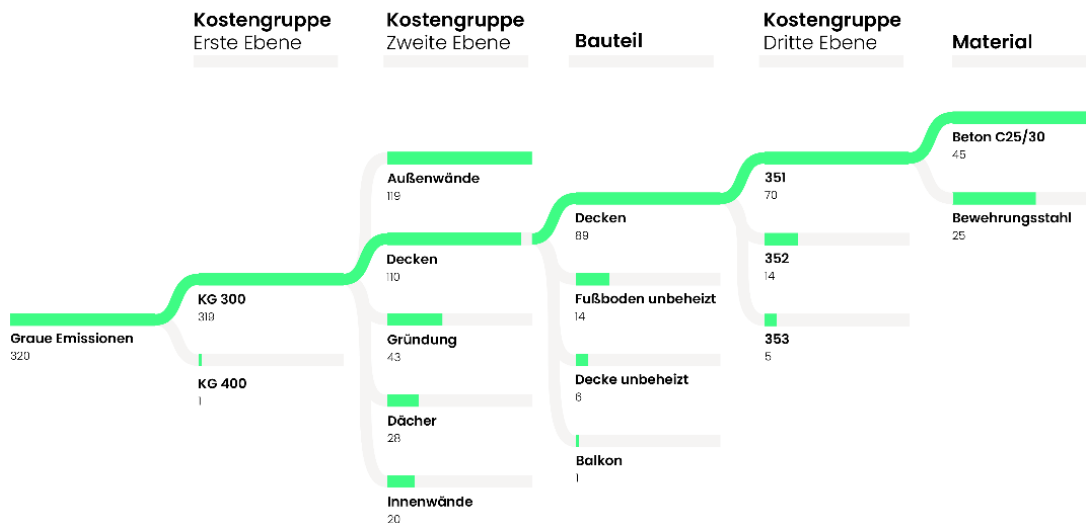
4.3. Parametrische Ökobilanz

Die Optimierung des Ressourcenverbrauches und der CO₂-Emissionen im Lebenszyklus rücken in den Vordergrund aller Planungsprozesse klimaschonender Architekturen wie der Woodscraper. Im Rahmen des begleitenden Forschungsprojektes wird in Zusammenarbeit mit ee concept und CAALA das Potential der parametrischen Ökobilanz untersucht. Sie soll in Echtzeit die Auswirkungen von Material, Gebäudetechnik und Geometrie des geplanten Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus ermitteln.

Über Varianten lassen sich verschiedene Bauweisen und Energiekonzepte miteinander vergleichen. Die Auswirkungen von Bau und Betrieb eines Gebäudes auf das Klima lassen sich so bereits in frühen Planungsphasen bewerten, wenn das Optimierungspotential am größten ist.

Basierend auf dem Variantenvergleich unterschiedlicher Konstruktionen im Gebäudekontext werden die Vorteile des Einsatzes ökologischer Materialien einfach erkenntlich gemacht. Eine strukturiert nachvollziehbare Ergebnisvisualisierung stellt sicher, dass die relevanten Informationen der Ökobilanz Anwendung bei Investitions- und Planungsentscheidungen während sämtlicher Planungsphasen finden können.

Graue Emissionen bis auf Bauteilebene



Darstellung der Grauen Emissionen bis auf Bauteilebene in CAALA Bild: CAALA

5. Kosten

5.1. Materialwerte im Lebenszyklus

Ein wesentliches Argument für die Transformation der Immobilienwirtschaft zu einer zirkulären Immobilienwirtschaft ist, dass die Immobilien der Zukunft als Rohstofflager fungieren und bei einem Rückbau wieder in erheblichen Maße Materialien in den Kreislauf eingeschleust werden.

So richtig und wichtig das Argument ist: Es ist ein Versprechen auf die Zukunft. Zum einen wird im Augenblick diese Theorie noch überschrieben durch die Art und Weise, wie in den letzten Jahrzehnten gebaut wurde: Verbundmaterialien, Verklebungen, Vermischungen von mineralischer und organischer Bausubstanz, im schlimmsten Fall mit schadstoffhaltigen Beschichtungen, Anstrichen, Farben und Lasuren oder faserhaltigen Klebern und Mörteln. Zum anderen liegt dem Argument die Annahme zugrunde, dass die eingebauten Materialien in der ferneren Zukunft im Bau wieder verwendet werden können und dürfen. Das Risiko geänderter Bauvorschriften sollte nicht ausgeblendet werden.

Erst seit relativ kurzer Zeit werden Gebäude errichtet, die konsequent den Teilausbau von Bauteilschichten oder den sortenreinen Rückbau ermöglichen. Diese Immobilien können tatsächlich als Rohstofflager betrachtet werden.

Wie kann das in der Wertermittlung berücksichtigt werden? Die Wahrheit ist: bisher fast gar nicht. Da die Nutzungsdauern für das Gesamtgebäude bei ca. 40 bis 80 Jahren und die der wesentlichen Ausbauten auch um die 30 Jahre liegen, ergeben sich in der Barwertbetrachtung auf den Bewertungsstichtag infolge des Diskontierungseffekts oft nur geringe Beträge aus den prognostizierten Erlösen aus zurückgewonnenen Materialien.

5.2. Zirkularität

Aktuell gibt es verschiedene Ansätze, wie die Zirkularität gemessen werden kann. Meist erfolgt dies in Form von aggregierten Scores und Sonderdokumenten. Die GLS Bank begrüßt diese Initiativen, prüft aktuell die Integration eines geeigneten Index in das nWert Audit und wird auch für die Woodscraper die Zirkularität messen lassen.

Bisher fehlt allerdings ein allgemein anerkannter Standard. Allerdings wurde durch die DGNB kürzlich (05/2024) ein Papier zu Qualitätsstandards von Zirkularitätsindizes veröffentlicht, an welchem wesentliche Akteure mitgearbeitet haben. Mittelfristig wird bei größeren Neubauvorhaben ein Zirkularitätspapier zu den Standardunterlagen gehören vergleichbar Flächenberechnungen, maßhaltigen Plänen, Energieausweis und Baubeschreibung.

5.3. Markt- und Beleihungswertermittlung

Für die GLS Bank ist die Beleihungswertmethode von besonderer Bedeutung: Eine wegen leichter durchzuführender Retrofit-Maßnahmen verlängerte Gesamtnutzungsdauer von zirkulären Gebäuden darf nicht angesetzt werden, da die Anlage 2 der BelWertV eindeutige und einzuhaltende Vorgaben macht. In der BelWertV und ImmoWertV geht der Trend hin zu modellhaften Bewirtschaftungskosten. Möglicherweise niedrigere Bewirtschaftungskosten von zirkulären Gebäuden sind damit schwerer anzusetzen bzw. ziehen in der Prüfung Diskussionen nach sich.

Zirkuläre Gebäude erfüllen leichter zukünftige Recyclingquoten und haben ein geringeres Risiko von davoneilenden Entsorgungsgebühren. Das müsste sich in den Kapitalisierungszinssätzen festmachen lassen, die aber nicht unter bestimmte Mindestansätze liegen dürfen.

Zirkuläre Gebäude haben aktuell tendenziell höhere Gestehungskosten als konventionelle. Das lässt sich aber im Markt- und Beleihungswert nicht adäquat abbilden.

Insgesamt kann man die These aufstellen, dass das aktuelle Rahmenwerk der Wertermittlung eine Transformation der Immobilienwirtschaft zu einer zirkularen und nachhaltigen Immobilienwirtschaft zumindest nicht zu unterstützt, vermutlich sogar behindert. Daran müssen wir, die Bauwirtschaft, die Finanzinstitute und die Regulatorik kritisch und konstruktiv arbeiten, wenn die Transformation gelingen soll.

5.4. Lebenszykluskosten im Forschungsprojekt

Im Rahmen des begleitenden Forschungsprojektes werden in Zusammenarbeit mit ee concept und CAALA sowohl die Lebenszykluskosten des Gesamtgebäudes als auch die Nutzungskosten einzelner Bauteile untersucht und optimiert. Dabei soll im Gebäudekontext die parametrische Lebenszykluskostenanalyse mit CAALA zukünftig den Aufwand verringern die Nutzungskosten in verschiedenen Varianten zu vergleichen.

Im Hinblick auf die Konstruktion wird schwerpunktmäßig die Kosteneffizienz ökologischer Baustoffe untersucht werden. Eine höhere Lebensdauer, ein geringerer Wartungsaufwand sowie geringere Kosten für Abbruch und Beseitigung am Ende der Lebensdauer können hier zum Teil die höheren Errichtungskosten ausgleichen. Die zirkuläre Planung spart Nutzungskosten, indem sie den Austausch und die Anpassbarkeit einzelner Bauteilschichten ohne die Zerstörung angrenzender Schichten oder des Bauwerks ermöglicht.

Um Rückbaupotentiale für Investitionsentscheidungen heranziehen zu können, müssen sie quantifizierbar werden. Die Grundlage für die Betrachtung des Restwertes von Bauteilen und Baustoffen am Ende der Lebenszeit des Gebäudes bildet im Forschungsprojekt eine detaillierte Betrachtung der Rückbaubarkeit durch das Natural Building Lab.

6. Fazit

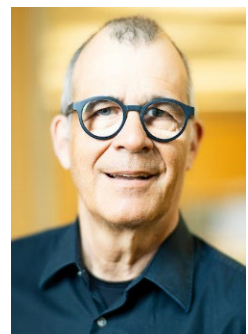
Die Woodscrapper stehen exemplarisch für ein großes Ziel: Den Bausektor klimagerecht umzugestalten, indem wir sowohl Ökologie als auch Kosteneffizienz eines Gebäudes von seinem Ende herdenken. Dank zirkulärer Bauweise stehen am Ende der Lebenszeit der Woodscrapper wertvolle Ressourcen. Schon vorher ermöglicht die adaptive Baustruktur unzählige Umnutzungen und sorgt so für den langfristigen Werterhalt der Immobilie. CO₂ wird in unseren Gebäuden dank nachwachsender Rohstoffe langfristig gebunden. So geben die Woodscrapper eine technische Antwort auf die drängenden Fragen der Ressourcenverknappung, des Klimawandels und des Mangels an bezahlbarem Wohnraum gleichermaßen.

Für Bauherren garantiert die nachhaltige, zirkuläre Bauweise der Woodscrapper den langfristigen Werterhalt ihrer Investition – selbst nach Ende der Lebenszeit der Gebäude. Diesen Mehrwert nachhaltiger, zirkulärer Gebäude in der Wertermittlung zu berücksichtigen, ist bisher allerdings kaum möglich. Das nWert Audit der GLS Bank eröffnet eine Möglichkeit, dennoch nachhaltige Eigenschaften von Immobilien im Rahmen der Markt- und Beleihungswertermittlung zu betrachten.

Nachhaltigkeitsbewertungssysteme sind ihrem Wesen nach atmende Systeme, die den fortschreitenden wissenschaftlichen, technischen und gesellschaftlichen Wandel abbilden müssen. So sehen wir beim nWert einen Anpassungsbedarf an die zunehmende Bedeutung der Lebenszyklusanalyse, um die Klimawirkung von Immobilien über den ganzen Lebenszyklus und nicht nur in der Betriebsphase abbilden zu können. In Zukunft werden Finanzinstitute wie die GLS Bank Lebenszyklusanalysen von Kund*innen erstellen lassen und mit bis dahin möglicherweise vorliegenden Benchmarks abgleichen, um Chancen und Risiken der Immobilie bei der Finanzierung zu berücksichtigen.

Nürnberg UmweltBank

Konrad Merz
merz kley partner
Dornbirn, Österreich



Nürnberg UmweltBank

1. Allgemeine Informationen

Seit mehr als 25 Jahren ist die UmweltBank mit nachhaltigen Anlage- und Finanzierungsmodellen erfolgreich am Markt. Um die wachsende Zahl der Mitarbeitenden unter einem Dach zu vereinen, baut die Bank derzeit in Nürnberg, ihrem Sitz, ein neues Headquarter. Getreu ihrem Leitmotiv Ökologie und Ökonomie miteinander in Einklang zu bringen, entsteht das «UmweltHaus» als 13-stöckiges Holzhybridhochhaus. Dabei sollen eine offene, flexible und vernetzte Arbeitswelt entstehen, die den Mitarbeitenden Raum zur Entfaltung bietet. Gleichzeitig markiert der Bau den ersten Baustein für ein neues nachhaltiges Stadtviertel, das «UmweltQuartier» am Nürnberger Nordwestring. Beim europaweiten Architekturwettbewerb unter acht mit dem Holzbau vertrauten Büros im Jahr 2020, gewann Spengler Wiescholek aus Hamburg den 1. Preis.



Abbildung 1: So soll sich das Gebäude nach der Fertigstellung im Jahre 2025 präsentieren.

2. Nachwachsende Rohstoffe und höchste ökologische Standards

Neben dem Einsatz nachwachsender Rohstoffe spielen bei der Bauausführung auch viele weitere ökologische Aspekte eine zentrale Rolle. So realisiert die UmweltBank das Objekt als eines der ersten Bürogebäude in Deutschland nach dem Energieeffizienz-Standard «KfW Effizienzhaus 40 NH» und strebt eine Platin-Zertifizierung der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) an. Im Rahmen des Richtfests am 14.02.2024 wurde dem UmweltHaus offiziell das Vorzertifikat nach dem Platin-Standard der DGNB verliehen. Nachhaltig zu bauen schließt viele Aspekte mit ein – von der CO₂-Bilanz über Energieeffizienz und Wärmeversorgung bis hin zur tierweltverträglichen Gestaltung der Gebäude. Um all diesen Punkten die entsprechende Aufmerksamkeit zukommen zu lassen, betreibt die UmweltBank ein umfassendes Nachhaltigkeitsmanagement.



Abbildung 2: Blick in die offene Arbeitswelt

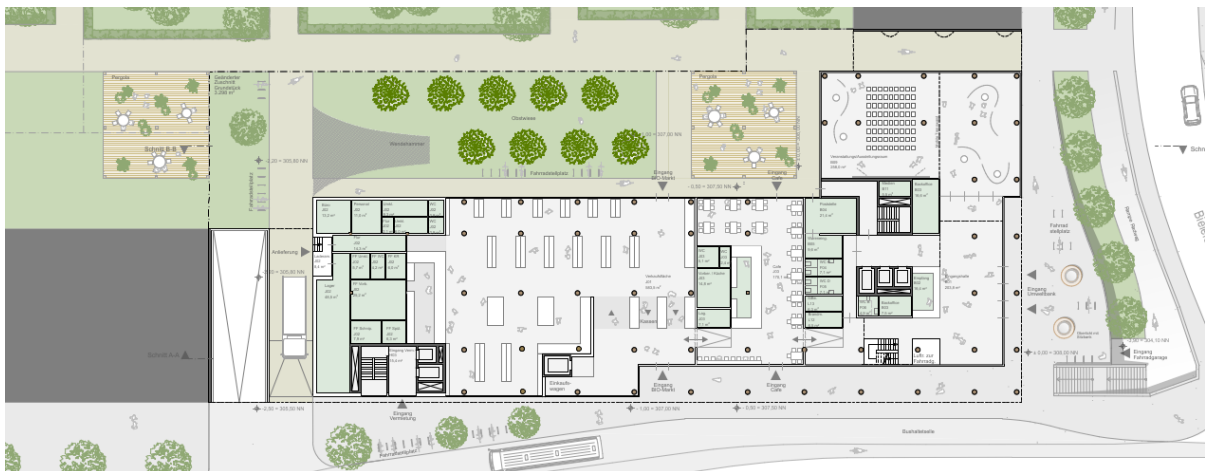


Abbildung 3: Grundriss Erdgeschoss

3. Massivbau und Gründung

Das Gebäudeensemble der Umweltbank besteht aus den beiden Bauteilen «Hochpunkt» mit 13 oberirdischen Geschossen und «Riegel» mit 7 Geschossen. In den zwei Untergeschossen des Riegels liegt die Tiefgarage. Die zwei Untergeschosse des Hochpunkts bieten im Wesentlichen Platz für Technikräume. Der Dachrand des Hochpunktes liegt rund 50 m, derjenige des Riegels etwa 28 m über dem Niveau des Gebäudenulls. Die Untergeschosse, Teile des Erdgeschosses, die beiden Treppenhäuser sowie die bis an die Dachhaut führenden Brandwände wurden in Stahlbetonbauweise ausgeführt. Die beiden Stahlbetonkerne gewährleisten zusammen mit dem Überbeton der HBV-Decken die horizontale Aussteifung der Tragkonstruktion.

Die Stahlbetondecken sind auf Stahlbetonstützen punktförmig oder auf Wänden und Unterzügen linienförmig gelagert. Abfangunterzüge wurden überall dort notwendig, wo tragende Stützen und Wände des Erdgeschosses nicht auf direktem Wege die Gebäude-lasten in vertikal tragende Bauteile in den Untergeschossen weiterführen können z.B. im Bereich von Stellplätzen und Fahrspuren in der Tiefgarage.

Die Gründung erfolgt auf einer durchgehenden, elastisch gebetteten Bodenplatte. Abhängig von den Lasten aus den unterschiedlich hohen Gebäuden ergibt sich eine Mindestbodenplattendicke von 100 cm unter dem Riegel sowie 180cm im Bereich des Hochpunktes. Das zweite Untergeschoß steht teilweise im Grundwasser und ist als «Weiße bzw. Gelbe Wanne» konzipiert.

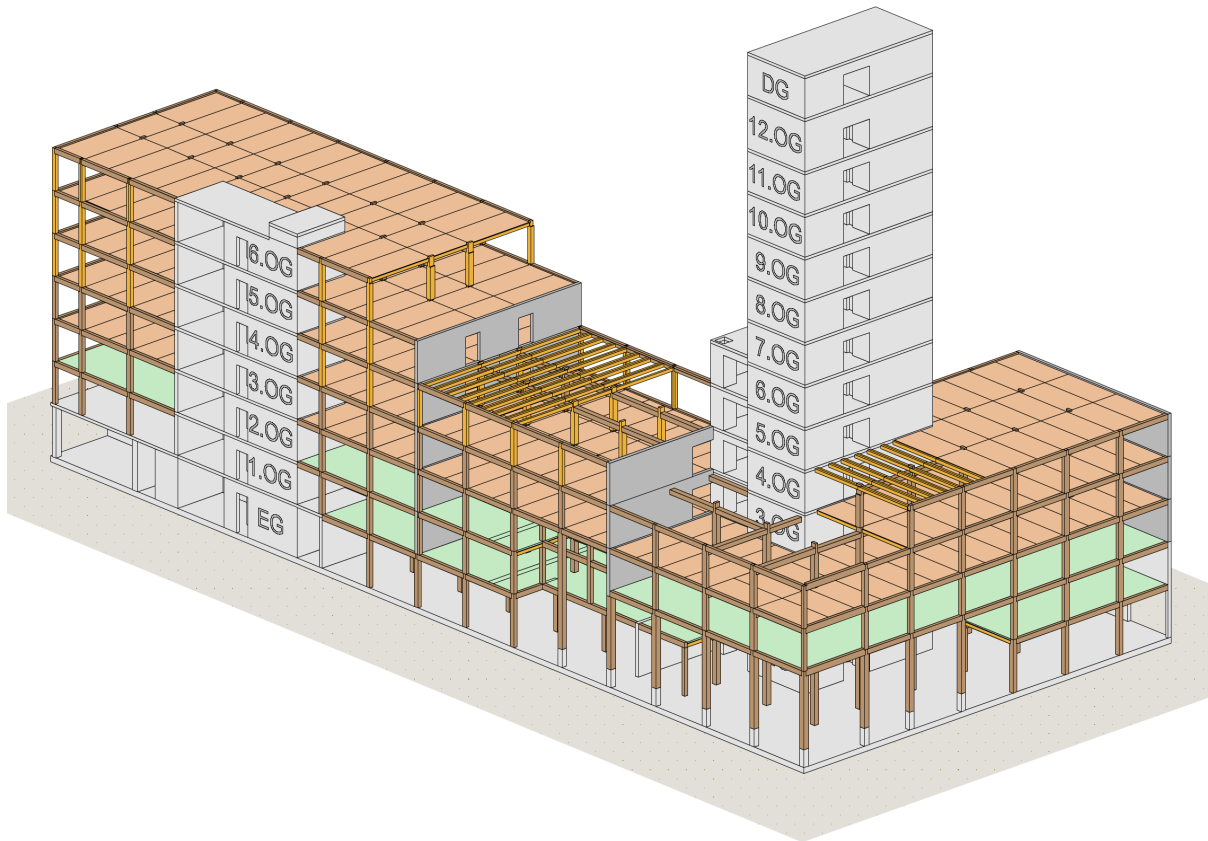


Abbildung 4: Prinzip der Tragkonstruktion mit aussteifenden Kernen aus Stahlbeton und einer Skelettkonstruktion aus Holz

4. Holzbau

Die Holztragkonstruktion kann als Skelettbau beschrieben werden. Stützen und Träger bilden die primäre Tragkonstruktion. Die Stützen sind last- bzw. geschoßabhängig in Fichte Brettschichtholz (BSH) GL24 oder in BSH aus Furnierschichtholz (FSH) in Buche GL75 (BauBuche) ausgeführt. Der Regelquerschnitt beträgt 2x240x400 mm (blockverklebt). Alle Unterzüge sind aus BSH aus Buchen-FSH. Sie haben eine Regelspannweite von 5,5 m und ebenfalls einen Querschnitt von 2x240x400 mm (blockverklebt). Das Haupttragwerk ist im Wesentlichen «zusammengesteckt» d.h. die Kraftübertragung erfolgt durch geometrischen Formschluss.

Die Primärkonstruktion wird mit Holz-Beton-Verbund (HBV) Rippendecken ausgefacht. Die Decken spannen über max. 6,5 m. Um die Vorfertigung zu erleichtern haben sie Doppelrippen aus BSH GL 24 2x200x280 mm. Sie sind in einem Abstand von 5,5m/4 also mit 1,375 m angeordnet und liegen größtenteils auf den Unterzügen. Eine 40 mm Dreischichtplatte ist die «verlorene Schalung» für die 120 mm dicke vor Ort gegossene Betonschicht. Der Verbund zwischen Holzrippen und Beton erfolgt ebenfalls über geometrischen Formschluss in Form von Kerben im Holz, bzw. Nocken im Beton.

Die Ortbetonschicht wirkt, wie oben beschrieben, zusätzlich als großflächige liegende Scheibe und bindet das «gelenkige» Holzskelett an die beiden aussteifenden Kerne aus Stahlbeton.

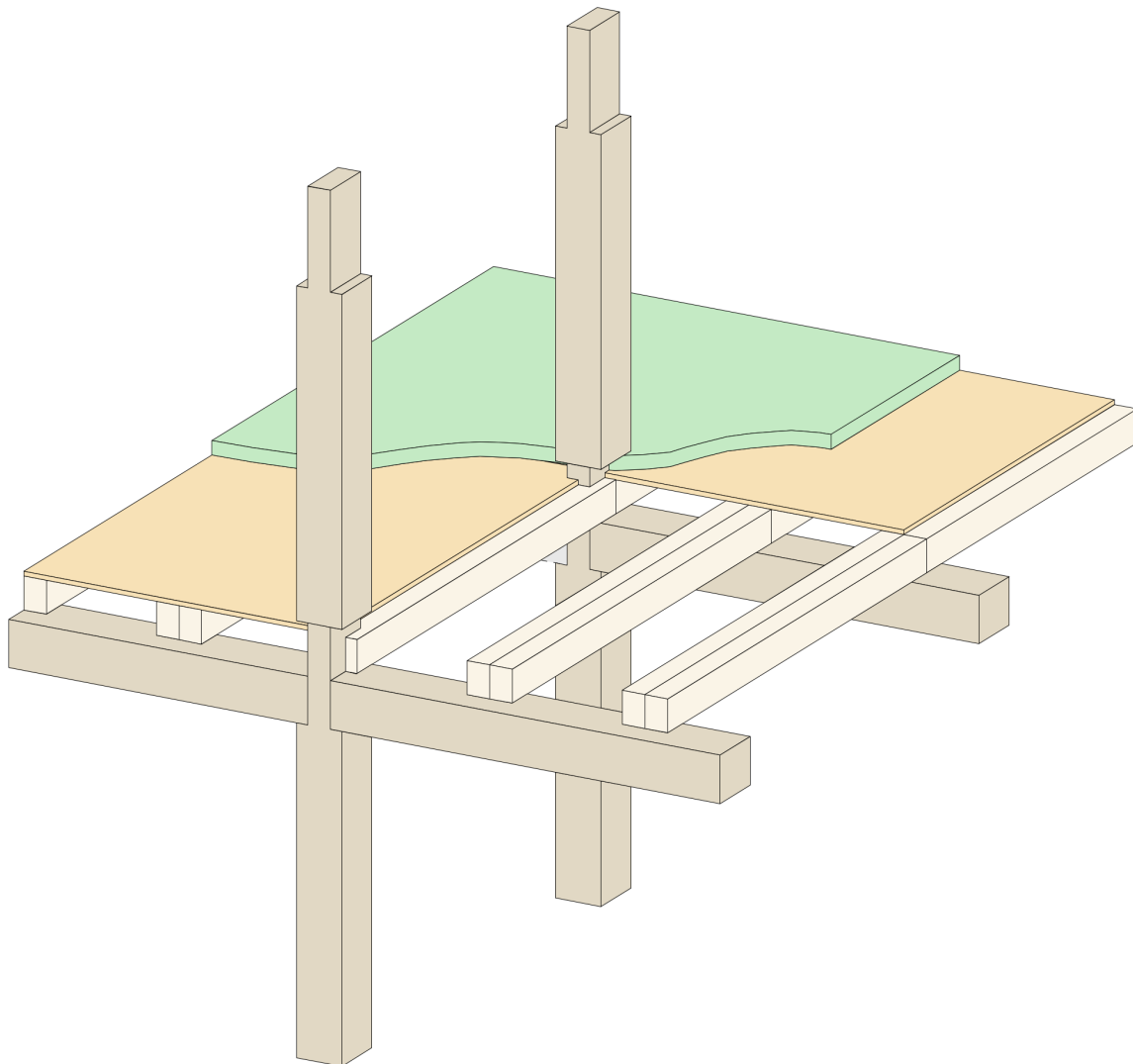


Abbildung 5: Die Primärkonstruktion aus BauBuche wird ergänzt mit HBV-Rippendecken. Die Fügung erfolgt im Wesentlichen ohne mechanische Verbindungsmittel.

Abweichend vom regelmäßigen Grundraster gibt es natürlich eine Vielzahl von Sonder-situationen. Zu erwähnen ist der Wegfall von zwei Stützen in einem Veranstaltungssaal im Erdgeschoß des Hochpunkts. Die zwölf Obergeschoße in diesem Bereich wurden mit einem über zwei Geschoße angeordneten Sprengwerk abgefangen. Im Kleinen wurde dabei wiederholt, was für die gesamte Tragkonstruktion gilt, nämlich die Baustoffe entsprechend ihren Stärken zu verwenden. Druck- und Biegestäbe in BauBuche werden ergänzt mit Zuelementen aus Stahl und verbunden mit Knoten aus Beton.

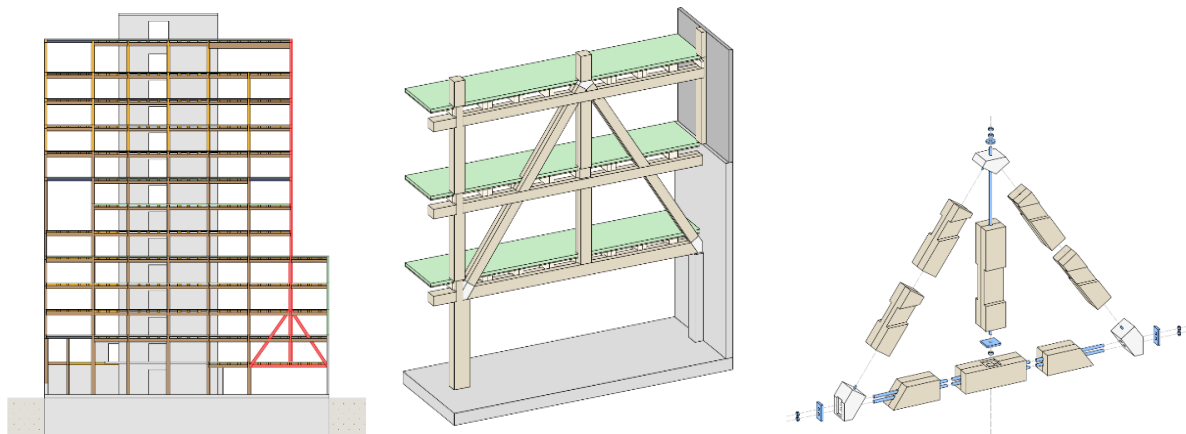


Abbildung 6: Abfangung der Stützen über dem Veranstaltungssaal mittels Sprengwerk.

Die opaken Teile der Fassade, im Wesentlichen Brüstungsbänder, sind aus gedämmten Holzrahmenelementen mit einer Brettsperrholzplatte als innere Beplankung. Sie wurden, wie auch die Fenster, im Werk zusammen mit der Tragkonstruktion zu vorgefertigten Elementen verbunden. Dadurch konnte auf eine Notfassade verzichtet werden. Die bauseits montierte Fassadenbekleidung besteht aus PV-Paneelen. Umlaufende vorgehängter Wartungsstege mit integriertem Sonnenschutz vervollständigen die Außenhaut.

Die Montage des Holzbaus erfolgte erst nachdem die Kerne vollständig erstellt waren. Um die Montage der Holzbauarbeiten nicht zu verzögern und die Konstruktion jeweils möglichst rasch provisorisch vor Witterungseinflüssen zu schützen wurde der Beton jeweils nachträglich in die fertig montierten Geschosse eingebracht.

Die Holztragkonstruktion hat eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten. Das Gebäude ist mit einer Sprinkleranlage (Hochdrucknebel) ausgerüstet. Alle außenliegenden, der Witterung ausgesetzten tragenden Stützen sind aus Stahlbetonfertigteilen mit einer Verkleidung aus Holz.



Abbildung 7: Die vorgefertigten Deckenelemente im Werk mit den Kerven für den Verbund

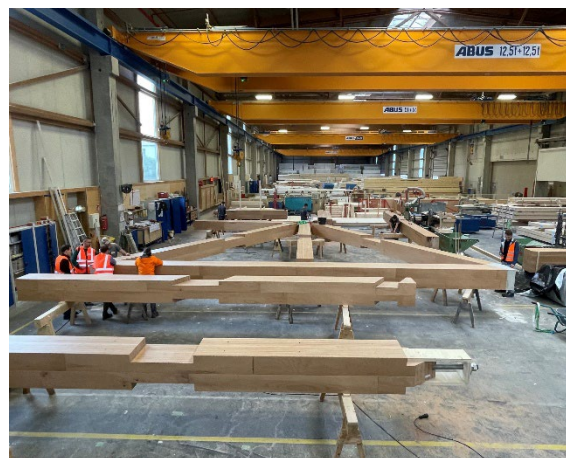


Abbildung 8: Vorfertigung des Sprengwerks im Werk mit den Knoten aus Beton



Abbildung 9: Das Sprengwerk bereit zur Montage



Abbildung 10: Die Montage des Holzbaus erfolgte nach Abschluss der Stahlbetonarbeiten



Abbildung 11: Tragkonstruktion und Teile der Gebäudehülle wurden gemeinsam montiert



Abbildung 12: HBV-Decke bereit zum Betonieren

Bauherr:	UmweltBank, Nürnberg
Architekt:	Spengler Wiescholek Architektur und Stadtplanung, Hamburg
Tragwerksplanung Holzbau:	merz kley partner, Dornbirn
Tragwerksplanung Massivbau:	bwp Burggraf + Weber Beratende Ingenieure, München
Brandschutzplanung:	Dekra Hamburg
Ausführender Holzbau:	ZÜBLIN Timber, Aichach

Zwhatt H1 – Hochhausbau mit Buchen-Stabschichtholz

Ivan Brühwiler
B3 Kolb AG
Romanshorn, Schweiz



Zwhatt H1 – Hochhausbau mit Buchen-Stabschichtholz

1. Einleitung

Direkt am Bahnhof Regensdorf-Watt entsteht das neue Stadtquartier «Zwhatt» der Anlagestiftungen Turidomus, Pensimo und Adimora. Für «Vielfalt in der Architektur» sorgen namhafte Architekten. Entwickelt wurden acht Gebäude (1. Etappe), darunter zwei Hochhäuser (siehe Abbildung 1). Die Bauherrschaft möchte beim Hochhaus H1 (Nr. 6) ein Leuchtturmprojekt umsetzen, das hohe Ziele in Städtebau, Architektur, Energie, Gemeinschaft, Mobilität, Betrieb, Zusammenarbeitsmodellen, Vermarktung und Kommunikation erfüllen soll.

Das aus einem Studienauftrag siegreiche Hochhausprojekt H1 (Höhe 75 m) von Boltshausen Architekten setzt dabei auf Holz. Der Sockel nimmt überwiegend gewerbliche Funktionen auf, die Hauptnutzung ist Wohnen. Dem Projekt bescheinigte die Bauherrschaft gemäss Jurybericht unter anderem eine grosse Flexibilität in der horizontalen wie auch vertikalen Organisation der Wohneinheiten – die Wohnungen sind im Raster des Holzbaus überzeugend eingeschrieben. Zudem begeistert der Holzbau nicht nur auf konstruktiver Ebene, sondern auch aus atmosphärischer Sicht in den Wohnungen: man wohnt zwischen oder in der sichtbaren Holzstruktur.

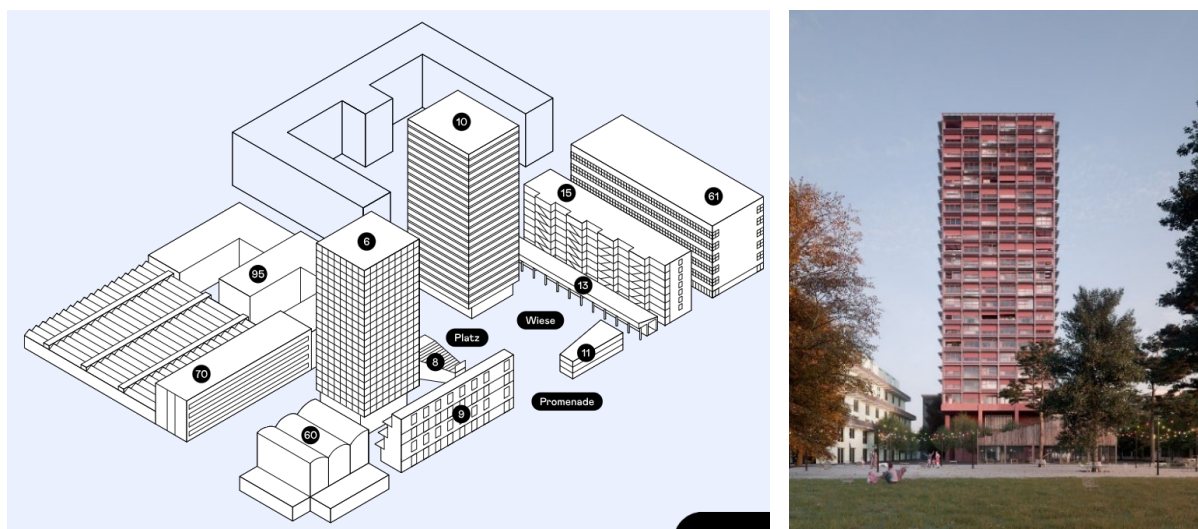


Abbildung 1: Übersicht Stadtquartier Zwhatt (linkes Bild, Pensimo Management AG) und Visualisierung Hochhaus H1 (Boltshausen Architekten AG)

1.1. Auszug Projektbeteiligte

Bauherrschaft: Pensimo Management AG, Zürich
im Auftrag der Anlagestiftung Pensimo

Architektur: Boltshausen Architekten AG, Zürich

Landschaftsarchitektur: Lorenz Eugster Landschaftsarchitektur + Städtebau GmbH, Zürich

Tragwerksingenieure: INGE «Zwhatt»:
B3 Kolb AG, Romanshorn &
Schnetzer Puskas Ingenieure AG, Basel

Brandschutzingenieur: B3 Kolb AG, Romanshorn

1.2. Projektstand

Die Rohbaumontage des Massivbaus und Holzbaus konnte im März 2024 abgeschlossen werden. Derzeit sind die Ausbaurbeiten im Gange, der Bezug ist auf Frühling 2025 geplant.

2. Tragwerkskonzept

2.1. Einleitung

Der Tragwerksentwurf wurde im Rahmen des Studienauftrages in interdisziplinärerer Zusammenarbeit zwischen Architektur und Tragwerksingenieuren entworfen, um eine auf die Architektur und Nutzung optimierte und wirtschaftliche Konstruktion zu erzielen. Auch die weiteren Spezialgebiete wie Haustechnik und Bauphysik wurden bereits in dieser Phase beigezogen. Erfahrungsgemäss bestimmt der Entwurf die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit eines Bauwerkes, in den weiteren Planungsphasen nimmt das Optimierungspotential ab. Für ein erfolgreiches Hochhausprojekt in Holz- oder Holzhybridbauweise gilt es bei der Tragwerkskonzeption einige Themenfelder zu beachten, die gegenüber den bisherigen Gebäudetypologien im Holzbau an Bedeutung gewinnen.

2.2. Vertikale Lastabtragung

Beim Tragwerksentwurf wurde viel Wert auf ein klares, übereinanderliegendes Tragraster mit einem einfachen Holz- oder Holzhybridbausystem gelegt, welches eine optimale Trennung von Primär-, Sekundär- und Tertiärsystem aufweist und Nutzungsflexibilität für eine grosse Bandbreite an unterschiedlichen Wohnungstypologien bietet.

Diese Ausgangslage führte zur Lösung einer Struktur mit regelmässigem Stützenraster und aufgelegten, vorgefertigten Deckenelementen. Unter Berücksichtigung der Transportmöglichkeiten der vorgefertigten Deckenelemente wurden unterschiedliche Stützenraster untersucht, damit den Bedürfnissen entsprechende Wohnungsgrundrisse möglich sind. Als vorteilhaft erwies sich ein Stützenraster von 3.4 x 7.8 m, wodurch sich die Unterzüge in die Deckenelemente bereits im Werk integrieren lassen und ein zweiachsig tragendes Deckensystem vorliegt. Ein einfaches Tragsystem, bestehend aus zwei Bauteilen: Stützen und Deckenelemente. Mit diesem Ansatz sind sämtliche Aussen- und -Innenwände ohne tragende Funktion. Der Regelgrundriss sowie der Stützenraster beziehungsweise die Einteilung der Deckenelemente ist aus Abbildung 2 ersichtlich.

In den unteren drei Geschossen über Terrain mit öffentlicher Nutzung und dem architektonischen Anspruch einer Rückversetzung sowie teilweise aussenliegender Tragstruktur liegt eine Anpassung des Tragsystems vor. Die Lastumleitung erfolgt mit einzelnen geschosshohen Wandscheiben in Kombination mit einem umlaufenden Brüstungsträger, um statisch sinnvolle und wirtschaftliche Tragelemente zu erhalten (keine Abfangung über Geschosdecke).

Abbildung 3 zeigt das gewählte Tragsystem sowie die Aufteilung der unterschiedlichen Gebäude- und Konstruktionsbereiche.

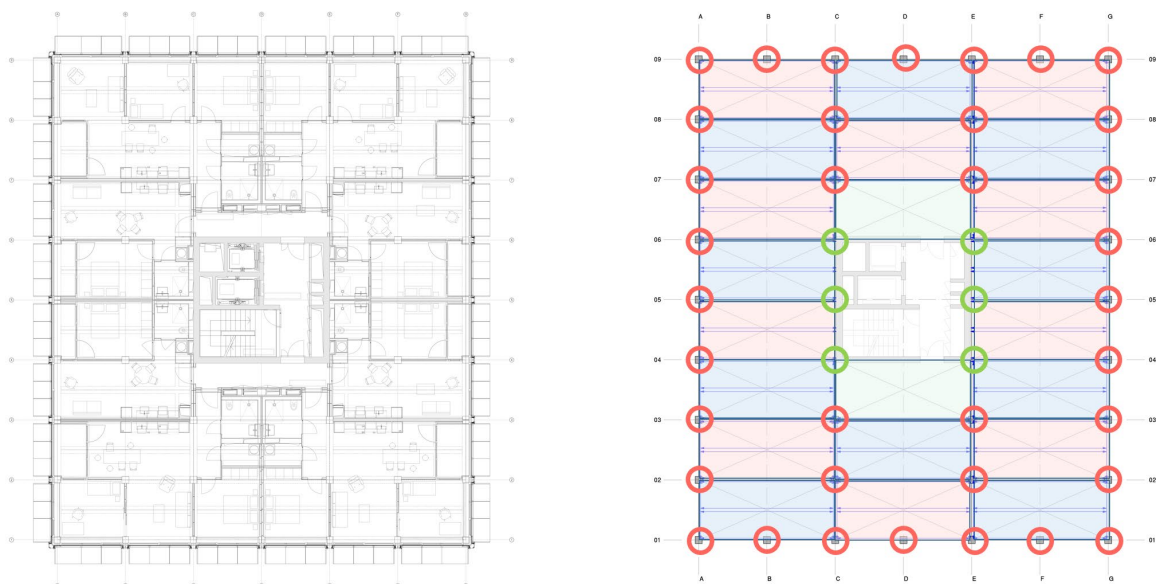


Abbildung 2: Architekturgrundriss Regelgeschoss (linkes Bild, Boltshouser Architekten AG) und Stützenraster (3.4 x 7.8 m) beziehungsweise Einteilung Deckenelemente

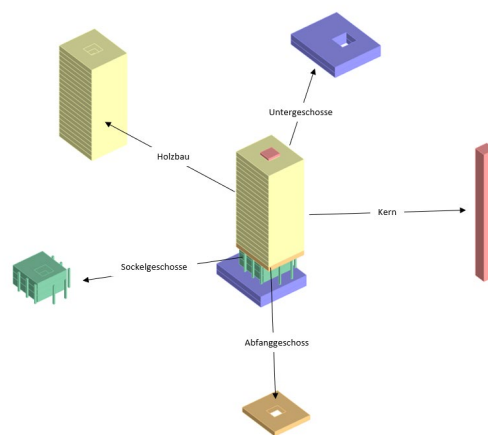
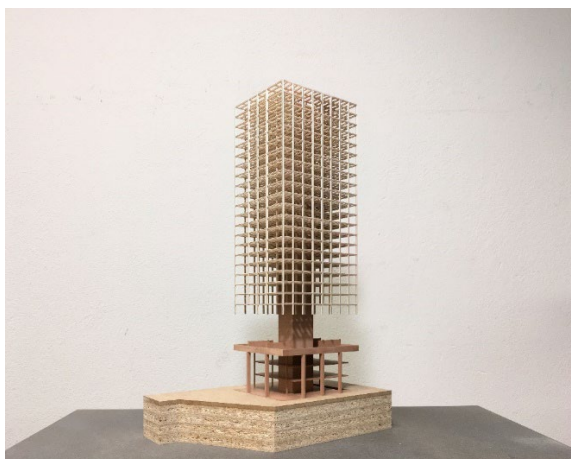


Abbildung 3: Modell Tragstruktur (linkes Bild, Boltshuser Architekten AG) und Aufteilung Gebäude- und Konstruktionsbereiche

In Bezug auf die Materialisierung fiel die Wahl auf eine Lösung in Holzhybridbauweise, nach dem Motto «jedes Material am richtigen Ort». Während für die Wohngeschosse mit regelmässigem Raster eine Lösung mit Holzstützen und zweiachsig tragenden Deckenelementen in vorgefertigter Holz-Beton-Verbundbauweise als bevorzugte Lösung evaluiert wurde, erwies sich für die unteren drei Geschosse infolge geändertem Tragsystem sowie dem zentrisch angeordneten Erschliessungskern eine Ausführung in Stahlbeton-Bauweise als sinnvoll.

Weitere Informationen zum gewählten Deckensystem sowie der Materialwahl sind in den nachfolgenden Kapiteln zu finden.

2.3. Horizontale Lastabtragung

Für die horizontale Lastabtragung wurden unterschiedliche Ansätze untersucht. Zum einen eine Aussteifung im Bereich der Gebäudehülle mittels Fachwerke, Scheiben, Rahmen sowie «tube in tube-Lösungen», andererseits die alleinige Aussteifung über den zentrisch angeordneten Kern. Als bevorzugte Lösung wurde die Variante mit dem Kern gewählt, damit in den Fassadenbereichen eine höchstmögliche Flexibilität beziehungsweise keine zusätzlichen aussteifenden Bauteile oder infolge einer Rahmenkonstruktion stärker zu dimensionierenden Bauteilen vorliegen. Dies hätte zu Einschränkungen im Bereich der kleinen Wohnungen wie auch der Loggien geführt.

Aufgrund der Schlankheit des Kerns ist zur Einhaltung der horizontalen Schwingungsanforderungen beziehungsweise der Kopfauslenkung infolge von Windeinwirkungen (Gebrauchstauglichkeit) – ohne weitere aussteifende Elemente – nur eine Ausführung in Stahlbetonbauweise sinnvoll.

2.4. Deckensystem

Für das definierte Tragraster wurden verschiedene Deckensysteme (Abbildung 4) mittels umfangreicher Vergleichsmatrizen untersucht und auch der konventionellen Stahlbetondecke gegenübergestellt. Die Variantenstudien und Vergleichsmatrizen sowie realisierte Hochhausprojekte zeigen, dass reine Holzlösungen bei Geschossdecken weniger bedeutend sind. Dies hängt mit den geltenden Schweizerischen VKF-Brandschutzvorschriften zusammen, die bei Standardkonzepten mit Löschanlagen sichtbare, linear tragende Holzbauteile im Hochhaus ermöglichen. Flächige Holzbauteile oder solche in baulichen Konzepten ohne Löschanlage sind dagegen als gekapselte Konstruktionen umzusetzen, was durch die Verkleidungsschichten zu unwirtschaftlichen Lösungen führt. Deshalb setzen sich häufig Geschossdecken aus Holz-Beton-Verbundsystemen (HBV) mit linearen Rippen oder HBV-Decken mit flächigen Holzelementen durch. Bei flächigen HBV-Systemen ist der Tragwerksnachweis für den Brandfall nur mit der Überbetonschicht zu führen. Die HBV-Systeme erfüllen die Anforderungen an Brand- und Schallschutz bereits bei geringen Deckenstärken. Zudem zeichnen sie sich durch den hohen Vorfertigungsgrad sowie die kurze Montagezeit aus, und die Überbetonschicht ist als Abdichtung während der Bau-phase nutzbar.

Rippendecke/Hohlkasten	Brettspertholz (Flachdecke)	HBV mit Brettspertholz (Flachdecke)	HBV mit BFU Baufurnierspertholz (zweiachsig tragend)	HBV mit BFU Baufurnierspertholz (einachsig tragend)	HBV mit Rippen	Betondecke

Abbildung 4: Variantenstudium Deckensysteme

Für den vorliegenden Fall erfüllt die Variante «HBV mit Rippen» die gestellten Anforderungen am besten. Damit ist die Tragstruktur im Gebäude sichtbar und spürbar sowie eine hohe Vorfertigung möglich. Abbildung 5 zeigt eine Innenvisualisierung sowie das Strukturmodell eines Deckenelements mit Stützen.

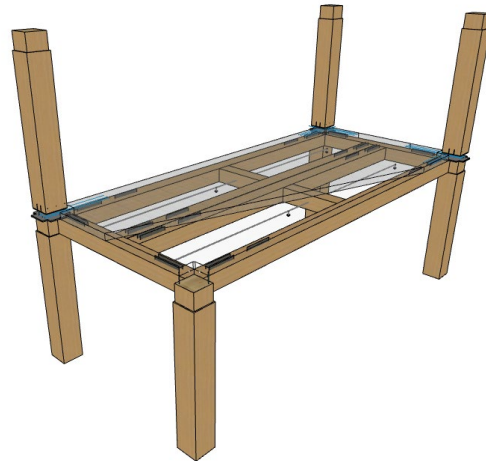


Abbildung 5: Visualisierung Innenräume (Boltshuser Architekten AG) und Strukturmodell Stützen-Decken

Zur Verifizierung und Optimierung des gewählten Systems wurde ein Versuchselement im Masstab 1:1 erstellt (siehe Abbildung 6). Nebst statischen Aspekten wurden auch schalltechnische Messungen für unterschiedliche Bodenaufbauten und Wohnungstrennwandtypen und -anschlüsse untersucht. Aus diesen Erkenntnissen resultieren für die Ausführung einige Optimierungen.



Abbildung 6: Versuch Deckenelement mit unterschiedlichen Bodenaufbauten und Wohnungstrennwandtypen beziehungsweise -anschlüssen

2.5. Anschlussknoten

Ein zentrales Element stellen die Knoten zwischen Decken und Stützen dar. In einer breiten Auslegung wurden verschiedene Varianten untersucht, sowohl bereits realisierte Lösungen wie auch neue Ansätze (siehe Abbildung 7). Analog den Decken fand mittels Vergleichsmatrizen eine Bewertung der Knoten nach verschiedenen Kriterien wie z.B. Investitionskosten, Nettoquerschnitt, Kraftdurchleitung, Lasteinleitung, Robustheit, Kosten usw. statt.

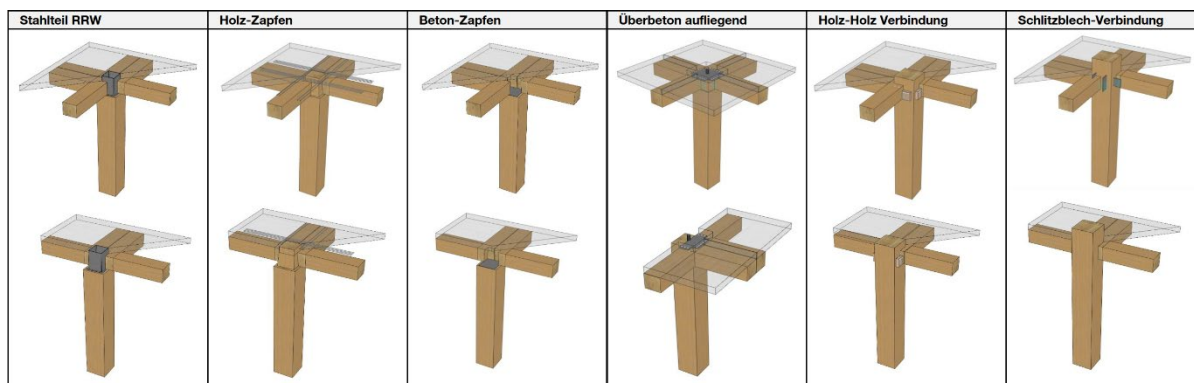


Abbildung 7: Variantenstudium Anschlussknoten Decken-Stützen

Als favorisierte Lösung zeigt sich die Variante «Überbeton aufliegend» (siehe Abbildung 8). Dieser Knotentyp charakterisiert eine allseitig kleine Ausklinkung der Stütze als Montageauflager und zur Aufnahme von Toleranzen, jedoch werden die Vertikallasten über eine einfache, flächige Stahlplatte mittels Vollgewindeschrauben aufgehängt und direkt ins Stirnholz der Stütze eingeleitet. Die Höhenjustierung der Stützen wie auch die Ausbildung der Deckenscheiben erfolgt über einen nachträglichen Verguss mit Mörtel. Diese Knotenlösung ergibt nur einen geringen Querschnittsverlust im Bereich der Geschossdecken, sodass keine Querschnittserhöhung der Stützen infolge der Lastdurchleitung erforderlich wird (gedrungener Querschnitt).

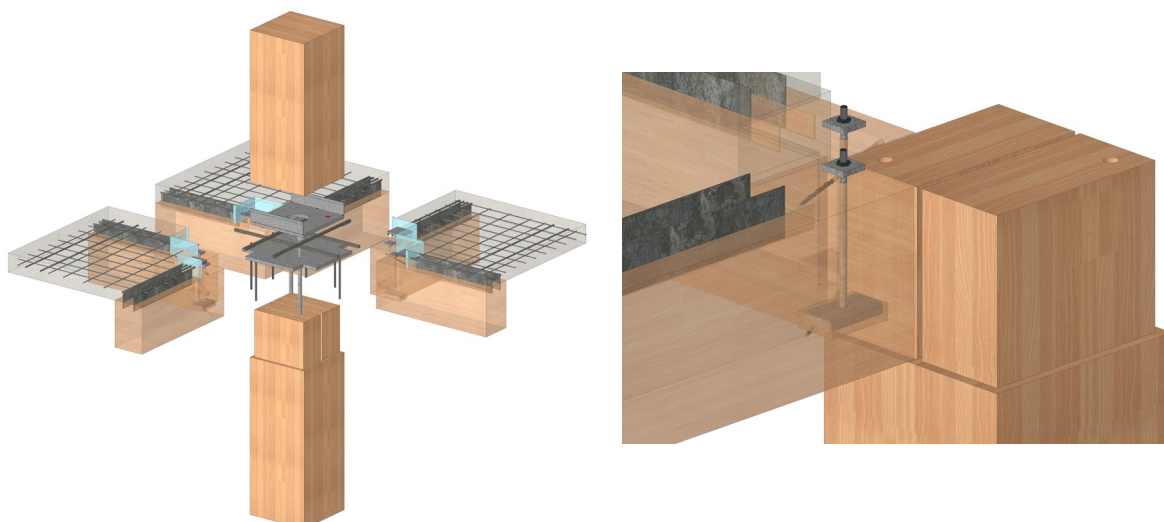


Abbildung 8: Anschlussknoten (links, ohne Massnahmen Robustheit) sowie Querkraftanschluss über Gewindestangen und am Stützenkopf aufliegende Stahlplatte (rechts)

2.6. Materialwahl

Bezüglich Materialien besteht eine eindruckliche Auswahl von normalen bis hochfesten Holzprodukten. Es wurden verschiedene Materialien wie Fichte, BauBuche und Buchen-Stabschichtholz gegenübergestellt, auch Materialkombinationen innerhalb der Geschosse bzw. über die Gebäudehöhe. Infolge der unterschiedlichen Einwirkungen über die hohe Geschossanzahl besteht die Möglichkeit, unterschiedliche Festigkeitsklassen einzusetzen, damit die Dimensionen über alle Geschosse ähnliche Abmessungen aufweisen.

Bei der definitiven Materialwahl waren insbesondere die optische Erscheinung sowie nutzungsbedingte Vorteile wie Oberflächenhaptik und vermietbare Wohnfläche die massgebenden Kriterien. Auf Grund dessen hat sich die Bauherrschaft erfreulicherweise für eine Ausführung mit möglichst einheimischem Buchen-Stabschichtholz entschieden. Dieser Entscheid für die Verwendung von Laubholz wurde aus klimapolitischen, ingenieurtechnischen und gestalterischen Gründen sehr begrüsst.

3. Robustheit

3.1. Grundlagen

Robustheit wird gemäss den Schweizerischen Tragwerksnormen des SIA definiert als «Fähigkeit eines Tragwerks und seiner Bauteile, Schädigungen oder ein Versagen auf Ausmasse zu begrenzen, die in einem vertretbaren Verhältnis zur Ursache stehen»¹. Ergänzend ist in der Holzbaunorm verankert, dass «konzeptionelle Massnahmen zur Sicherstellung einer angemessenen Robustheit» erforderlich sind wie z.B. «die Wahl von auf Teilausfall unempfindlichen Tragsystemen und Bauteilen».²

Detailliertere Anforderungen sowie eine Objekteinstufung sind in den europäischen Normen enthalten.³ Das vorliegende Objekt wird aufgrund der Geschossigkeit in die Versagensklasse 3, also die höchste Klasse eingestuft. Zur Begrenzung von Schadensfolgen lokalen Versagens aus unspezifizierter Ursache werden zur Steigerung der Robustheit gegen progressiven Kollaps folgende statischen Massnahmen vorgeschlagen:

- Wirksame horizontale Zugverankerungen
- Wirksame vertikale Zugverankerungen
- Kompensation bei Stützensausfall

Die obigen Definitionen sind für Hochhäuser in Stahl- und Stahlbetonbauweise definiert und sollen bei einem lokalen Versagen eine Umlagerung von Kräften ermöglichen und einen globalen Versagensmechanismus verhindern. Es gilt diese sinngemäss auch auf Holz- oder Holzhybrid-Bauten zu adaptieren, damit bei Ausfall eines Tragelements, etwa infolge einer Explosion, nicht das ganze Tragsystem versagt. Aufgrund der vorgefertigten, gelenkigen Bauweise sind weiterführende Überlegungen bezüglich der Anschlussausbildung und Toleranzen erforderlich.

Die Ausbildung der horizontalen Zuganker wird innerhalb der Überbetonschicht über im Bereich der Stützen lokale Vergussbereiche mit aufgeschweisster Bewehrung vorgesehen. Durch diese Massnahme werden sowohl die schubsteifen Deckenscheiben als auch die geforderte Robustheit sichergestellt (siehe Abbildung 9).

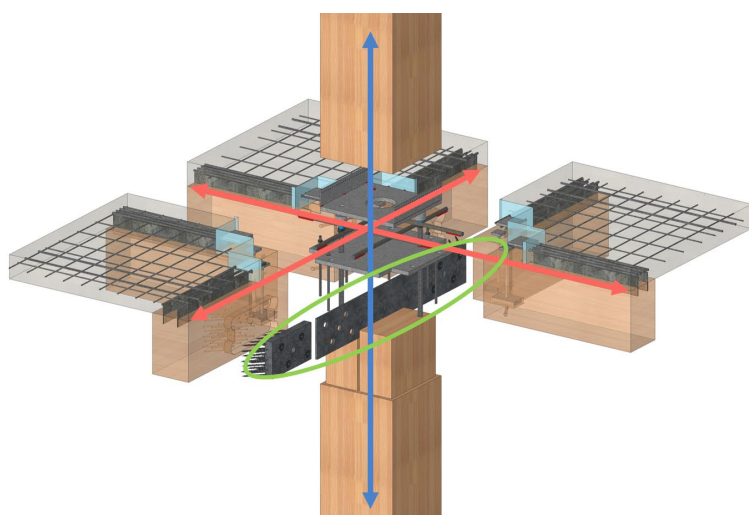
Die vertikale Zugverankerung der Holzstützen erfolgt über im Werk eingeklebten Gewindestangen im Stützenkopf in Kombination mit einer Kammnagelverbindung beim Stützenfuss. Die Gewindestangen werden gleichzeitig zur Höhenjustierung der oberen Stütze genutzt.

Für die Kompensation eines Stützensausfalls sind die Deckenelemente bei den Innen- und Fassadenstützen in eine Richtung biegesteif verbunden. Die Verbindung erfolgt mit dem Verguss im Überbeton und einer zusätzlichen Zugverbindung der Rippen, bestehend aus geschraubten Stahlteilen. Über den Hebelarm zwischen Überbeton und den Stahlteilen entsteht bei Stützensausfall eine Durchlaufwirkung, welche die Feld- und Stützmomente im Bereich der Stützenköpfe übertragen können.

¹ SIA 260 (2013): Grundlagen der Projektierung von Tragwerken

² SIA 265 (2021): Holzbau

³ SN EN 1991-1-7 (2006): Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen - Aussergewöhnliche Einwirkungen



- Horizontale Zuganker
- Vertikale Zuganker
- Kompensation bei Stützensausfall

Abbildung 9: Stützen-Deckenknoten mit Massnahmen zur Erhöhung der Robustheit

4. Qualitätssicherung

In der Planung, Produktion und Ausführung wurden verschiedene Massnahmen zur Sicherstellung der Qualität ergriffen. Zum einen waren Versuche zur Bestätigung der neuartigen Konstruktion erforderlich, zum anderen Massnahmen zur Sicherstellung der Qualität. Abbildung 10 gibt eine Übersicht der umgesetzten Massnahmen.



Abbildung 10: Übersicht Massnahmen zur Qualitätssicherung

5. Produktion und Montage

Nachfolgend sind einige Impressionen zur Produktion und Montage zu finden. Der massive Erschliessungskern wurde jeweils 1-2 Geschosse voraus erstellt, anschliessend der Holzbau montiert. Die Montage des Holzbaus erfolgte während rund 7 Monaten durch die Firma ERNE Holzbau AG.



Abbildung 11: Produktion der Holz-Beton-Verbunddecken im Werk der ERNE Holzbau AG

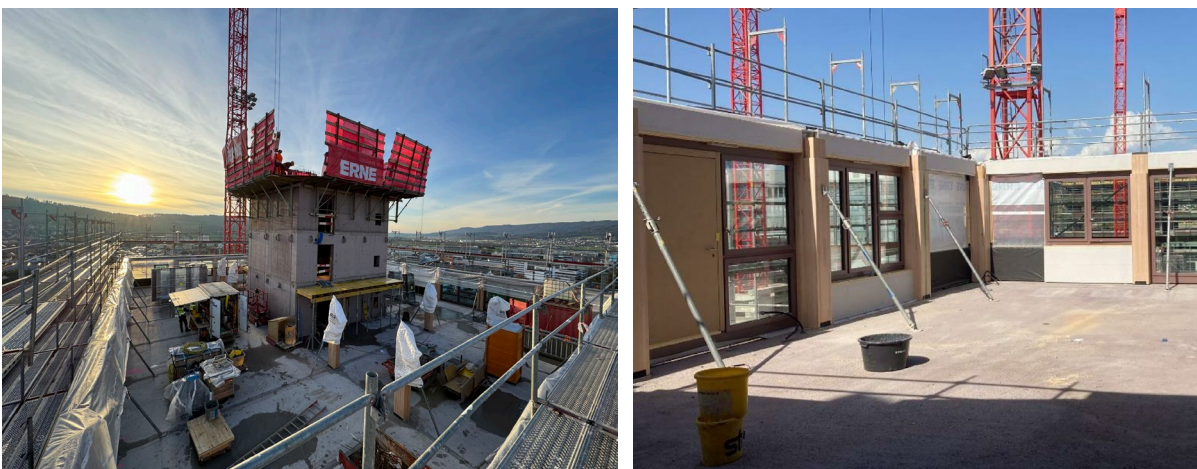


Abbildung 12: Erschliessungskern aus Stahlbeton und Montage Aussenwände mit tragenden Stützen



Abbildung 13: Montage Deckenelemente



Abbildung 14: Innenansichten nach abgeschlossener Rohbaumontage

6. Fazit

Forschungsarbeiten und Erfahrungen beim normalen Holz-Geschossbau mit seinen erprobten und robusten Holzbausystemen bilden eine gute Basis auch für den Hochhausbau in Holz- oder Holzhybridbauweise. Für erfolgreiche Hochhausprojekte gilt es bei der Tragwerkskonzeption jedoch einige Themenfelder zu beachten, die gegenüber den bisherigen Gebäudetypologien im Holzbau an Bedeutung gewinnen (z.B. Robustheit, differentielles Setzungsverhalten zwischen unterschiedlichen Baustoffen usw.). Weitere Erfahrungen in der Holzbranche und die Integration von Spezialisten mit Erfahrung im Hochhausbau sind wünschenswert. Diese Kombination wird es ermöglichen, erfolgreich Hochhäuser in Holz- oder Holzhybridbauweise zu erstellen. Die bei vielen Bauprojekten übliche Trennung zwischen Architektur und Entwurf und der späte Einbezug von Ingenieur- und Herstellerwissen ist beim Hochhausbau mit Holz Vergangenheit. Die frühe Zusammenarbeit von Architekten und Ingenieuren ist unabdingbar.

Erfreulich ist die Bereitschaft von innovativen Bauherrschaften und Architekten, mit dem Werkstoff Holz bis in den Hochhausbereich vorzudringen. Und dazu, wie im vorliegenden Projekt «Zwhatt» der Fall, bereit sind Mehraufwände für Untersuchungen und Versuche von neuen Materialien und Systemen zur Weiterentwicklung des Holzbaus zu tragen.

Ascent_Milwaukee

Sebastian Popp
KLH USA
Portland, OR USA



Ascent_Milwaukee

1.1. Einführung

Das Ascent Hochhaus in Milwaukee, WI USA wurde von Korb & Associates Architects entworfen und war bei Fertigstellung mit 86,6 Metern und 25 Stockwerken (6 Beton, 19 Holz) das weltweit höchste Hybridgebäude aus Massivholz und Beton.

Dieses innovative Gebäude wurde vom Council on Tall Buildings and Urban Habitat als das höchste Hybridgebäude aus Holz und Beton zertifiziert. Es verfügt über 259 Luxuswohnungen, Einzelhandelsflächen, einen Pool mit beweglichen Fensterwänden und einer Aussichtsplattform.

Ascent wurde von New Land Enterprise in Auftrag gegeben.



Abbildung 1: Ascent Tower, CD Smith

1.2. Projektbeteiligte

Architekt:	Korb Associates
Statik:	Thornton Thomasett
Brandschutz:	Arup
GU:	CD Smith
Holzbauer:	Timberlab
BSH:	Wiehag
Brettsperrholz:	KLH

1.3. Ablauf

Mai 2020	Ausschreibung
Okt 2020	Beginn Planung
Apr 2021	Produktionsbeginn
Jun 2021	Montagebeginn
Dez 2021	Abschluss Holzarbeiten
Jul 2022	Fertigstellung

1.4. Zahlen

1160 Stck.	BSH Stützen
1320 Stck.	BSH Träger (total BSH ca. 2265m ³ / 66 Container)
1273 Stck.	CLT Paneele (ca. 28000m ² / 5000m ³ / 127 Container)
630000 Stck.	Schrauben
15 Mann	Montageteam



Abbildung 2: Oberste Etage, Korb & Associates

1.5. Genehmigung

Ascent war in seiner Art als Holzbau mit fast ausschließlich sichtbaren Holzoberflächen außerhalb des Tall Wood Building Code (max 18 Geschosse, gekapselt).

Die Genehmigungsbehörde hat sich bei der Genehmigung an den geltenden Vorschriften für Hochhausbau orientiert und die Baugenehmigung unter Zustimmung im Einzelfall durchgeführt. Sämtliche BSH-Bauteile und Verbindungen sind auf drei Stunden (3hr) ausgelegt und durch Brandschutztests verifiziert worden. Sämtliche KLH Deckenelemente sind auf zwei (2hr) getestet worden.

1.6. Konstruktion

Die ersten sechs Geschosse sind eine reine Stahlbetonkonstruktion, in der Parkhaus, Swimmingpool und Haustechnik untergebracht sind. Zwei Treppenhäuser aus Stahlbeton sind bis in das oberste Geschoss geführt, um Brandschutz zu vereinfachen und die horizontalen Kräfte einfach ableiten zu können. Der Holzbau drapiert sich ab dem siebten Geschoss um die Treppenhäuser und ist als BSH Stützen-Trägerkonstruktion mit Brettsperrholzdecke ausgeführt.

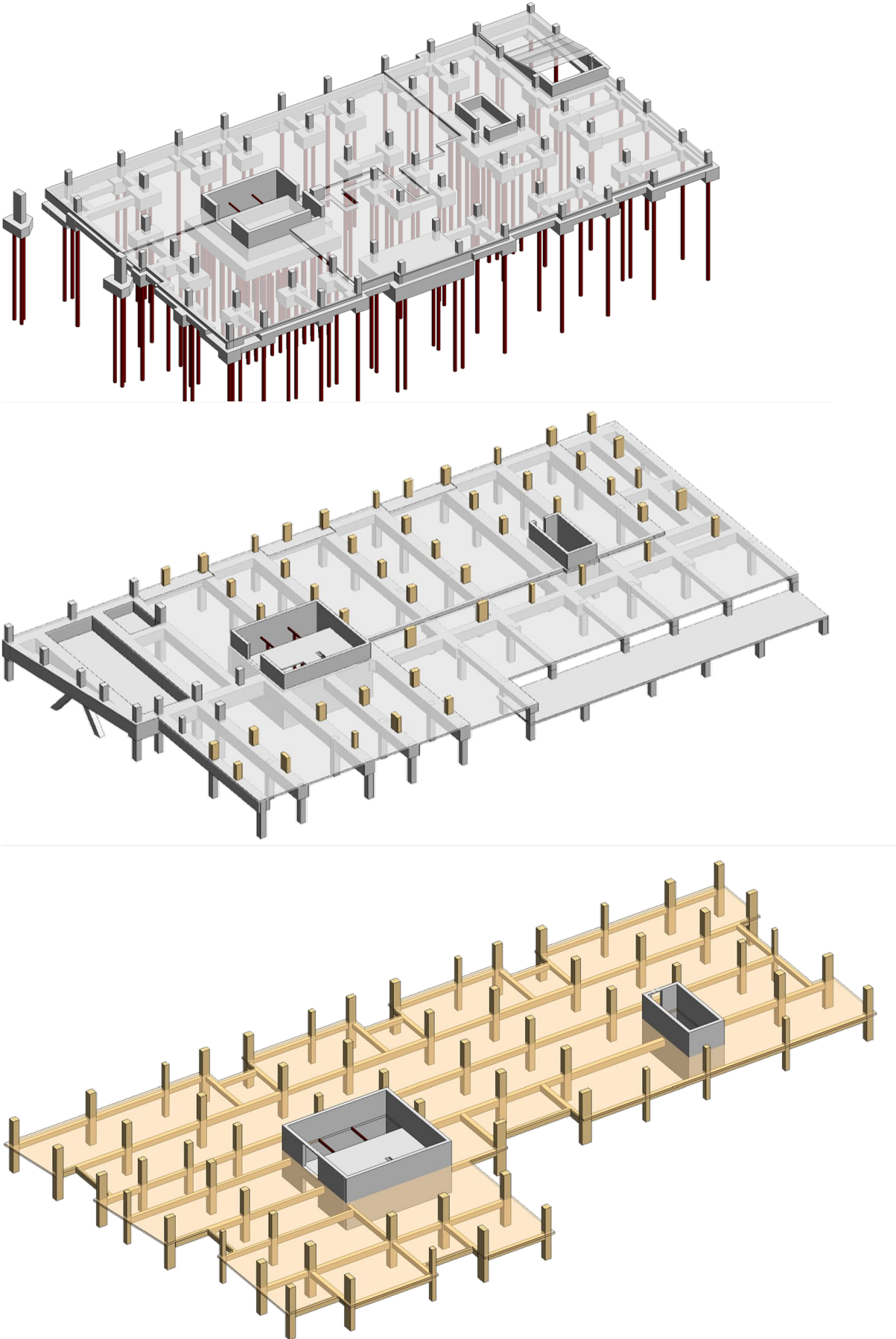


Abbildung 3: Gründung, Übergang 6/7 Etage, 7-26 Etage, Timberlab



Abbildung 4: Grundrisse 4. OG, typ. Geschoss, 26. OG, Korb & Associates

Block B3
Einfach Bauen



Einfaches Bauen mit TRIQBRIQ

Lewin Fricke
TRIQBRIQ AG
Stuttgart, Deutschland



Einfaches Bauen mit TRIQBRIQ

1. Ausgangssituation

Das Bauwesen ist laut Bundesumweltamt der ressourcen- und müllintensivste Wirtschaftssektor in Deutschland. Die Branche ist verantwortlich für 60 Prozent des globalen Abfalls und 40 Prozent des globalen CO₂-Ausstoßes. Grund sind neben der schlechten Energieeffizienz der Gebäude auch die darin verbauten Materialien.

Nichtsdestotrotz steigt der Bedarf an Wohnraum bundesweit. Dementsprechend sieht der Koalitionsvertrag vor, dass jedes Jahr 400.000 neue Wohnungen entstehen sollen. Aktuell sind diese Ziele nicht realistisch. Die Baubranche muss eine ökologische und bezahlbare Bauweise vollziehen. Hier sind vor allem nachwachsende und kreislauffähige Materialien wie Holz oder Stroh entscheidend. Diese ermöglichen nicht nur ein nachhaltigeres Bauen, sondern sind auf Grund ihrer natürlichen Synergien auch einfacher einzusetzen.

In diesem Kontext wird grundlegend diskutiert, ob überhaupt genug Holz vorhanden ist, um die Wohnbauziele der Bundesregierung nachhaltig zu realisieren. In der Waldzustandserhebung 2020 kommt das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft zu dem Schluss, dass Stürme, Dürren und Borkenkäferbefall den Wäldern in den letzten Jahren enorm geschadet haben. Fachleute gehen allein für die Jahre 2018 bis 2020 von einem Schadholzbefall von 171 Millionen Kubikmeter aus.

Diese klimatischen Bedingungen scheinen sich laut Waldzustandserhebung deutschlandweit konsequent fortzusetzen. Aufgrund dessen besteht ein deutliches Überangebot an Schad-, Schwach- und Sturmholz (sogenanntem Kalamitätsholz). Diese Hölzer sind in der Baubranche allerdings oft nicht zielführend einsetzbar. Gleichzeitig gibt es auch im herkömmlichen Holzeinschlag Millionen von Festmetern, die bis dato auf Grund ihrer niedrigen Güteklassen und damit auch niedrigeren Festigkeit kaum zielführend im tragenden Rohbau eingesetzt werden können. Hier setzt die TRIQBRIQ AG mit ihrem innovativen System an.

2. Das TRIQBRIQ System

Das junge Unternehmen mit Hauptsitz in Stuttgart und Stammwerk in Tübingen, produziert und vertreibt das Holzbau-System TRIQBRIQ. Das System besteht aus mikro-modularen Holzbausteinen – den sogenannten BRIQs. Diese werden mit Robotertechnik präzise aus günstigem Industrie- und Kalamitätsholz sowie rückgebautem Altholz hergestellt.

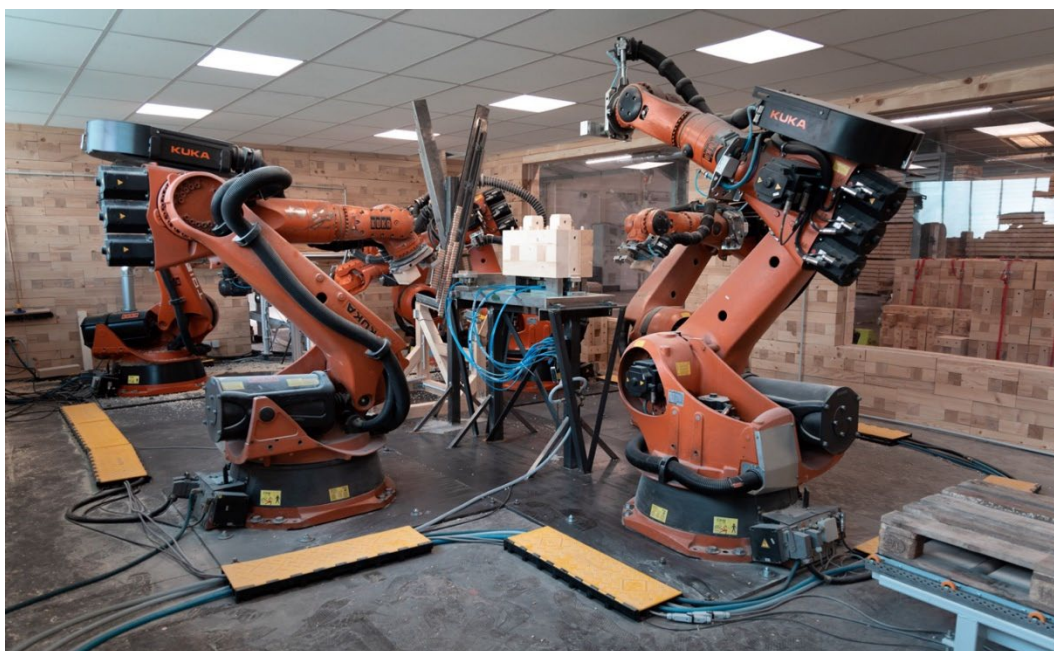


Abbildung 1: TRIQBRIQ «Micro-Factory» in Tübingen

Die einzelnen BRIQs werden auf der Baustelle einfach aufeinander gesteckt und über Dübel miteinander verriegelt. Auf diese Weise lassen sich tragende Wände kosteneffizient, flexibel und in kurzer Zeit errichten. Auf Grund des zirkulären Produktdesigns können die BRIQs am Ende der Nutzungsphase eines Gebäudes sortenrein entnommen und vollständig wiederverwendet werden. Die Kleinteiligkeit der einzelnen BRIQs macht es dem Unternehmen dabei möglich, Kanthölzer einer Festigkeit von C16 einzusetzen.

3. Einfaches Bauen in der Praxis

Mit Vorgängerversionen des TRIQBRIQ-Systems wurden bereits europaweit Gebäude errichtet. Auch ein Proof of Concept mit dem aktuellen TRIQBRIQ System wurde kürzlich in Stuttgart bezogen. Dass TRIQBRIQ aber auch bei größeren Bauvorhaben einwandfrei funktioniert, hat das Start-up bereits unter Beweis gestellt. Ende Juni 2023 wurde in Frankfurt der erste mehrgeschossige TRIQBRIQ Rohbau errichtet. Auf Grund der Materialinnovation des baden-württemberger Unternehmens wurden bei dem über 430 Quadratmeter großen Bauprojekt ca. 50.000 kg CO₂ in den tragenden Außenwänden eingelagert.



Abbildung 2: TRIQBRIQ Rohbau in Frankfurt

In lediglich sechs Tagen wurde der gesamte Rohbau inklusive Dachstuhl fertiggestellt. Der Geschäftsführer des ausführenden Generalunternehmens B.E. Bau GmbH, Edis Dzanovic betont dabei: «Wir hatten bisher keine Erfahrung mit diesem Bausystem, es ist aber wirklich unglaublich einfach. Mit herkömmlichen Lösungen wie Kalksandstein dauert ein vergleichbares Projekt ca. dreimal so lange.»

4. Neue Zulassung ermöglicht noch größere Gebäude

Seit Anfang November 2023 ist nun auch das weiterentwickelte TRIQBRIQ System WS25 bauaufsichtlich zugelassen. Die Zulassung sieht dabei keine Reglementierung der Geschossanzahl vor, sondern gibt Tragwerksplanern lediglich eine Berechnungsgrundlage an die Hand.



Abbildung 3: EDEKA gebaut mit dem TRIQBRIQ System WS25 (Quelle: EDEKA Minden Hannover)

Auf Basis dieser Grundlage konnte das junge Unternehmen gemeinsam mit Statikern nachweisen, dass Gebäude mit fünf Geschossen (reine Holzbauweise) beziehungsweise acht Geschossen (Holz-Beton-Hybridbauweise) möglich sind. Nun steht als erstes Großprojekt für Mitte 2024 der Rohbau eines Supermarktes an. Über 15.000 Holzbausteine sollen dabei zum Einsatz kommen – das entspricht einer Menge von ca. 235 Tonnen CO₂.

5. Ausblick

Die TRIQBRIQ-Produktionsanlage ist als Micro-Factory ausgelegt und flexibel replizierbar. Die Roboteranlage ist daher ideal geeignet, um nahtlos an den Produktionsprozess von Sägewerken und Abbundzentren anzuschließen. Vor diesem Hintergrund ist eine Skalierung der Produktionskapazitäten problemlos umsetzbar. Ziel der TRIQBRIQ AG ist es, bis 2027 über 30 dieser Anlagen in Betrieb zu nehmen. Geplant sind dabei unternehmenseigene Werke, sowie partnerschaftlich betriebene Produktionsstätten. Diese Perspektive unterstützt auch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Ende März 2024 besuchte Bundesminister Cem Özdemir das Start-up in Tübingen und überreichte eine Förderung in Höhe von 800.000 €, um die Skalierung der TRIQBRIQ Produktion weiter voranzutreiben.



Abbildung 4: Bundesminister Cem Özdemir zu Gast bei der TRIQBRIQ AG

Das ist dem wachstumsorientierten Unternehmen aber nicht genug. «Mit Blick in die Zukunft, freuen wir uns sehr über Kontakte zu weiteren Investoren und Partnerunternehmen, um unsere Skalierung und damit auch die Bauwende noch schneller voranzutreiben», so Maximilian Wörner, Vorstand der TRIQBRIQ AG.

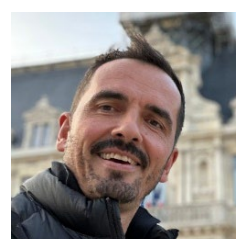
Einfach Massiv

Monolithische Wandaufbauten
in drei Forschungshäusern

Andrea Kufner
B&O Bau Bayern GmbH
Regensburg, Deutschland



Thorsten Kopp
B&O Bau Bayern GmbH
Bad Aibling, Deutschland



Einfach Massiv

Monolithische Wandaufbauten in drei Forschungshäusern

1. Kurzportrait B&O Gruppe

B&O plant, baut und bewirtschaftet Wohnungen, seit 65 Jahren und an über 30 Standorten in Deutschland. B&O ist ein Generalunternehmen und bietet Lösungen für Wohnquartiere, vorrangig in vorgefertigter, systematisierter Holz- und Holz-Hybridbauweise, an. Zu den Kunden von B&O gehören ausschließlich institutionelle Wohnungsbestandhalter. Die B&O Gruppe baut jährlich ca. 500 Wohnungen und führt ca. 2.000 Modernisierungen durch. Die Gebäudearten und Gebäudekonstruktionen, welche den Kunden angeboten werden, werden zuerst auf dem firmeneigenen Areal, dem «B&O Parkgelände» in Bad Aibling (Bayern) aufgebaut. Hier werden die Konstruktionsweisen erforscht und erprobt, bevor die sich bewährten Lösungen deutschlandweit für die Kunden umgesetzt werden.

2. Klimawandel und nachhaltige Baukultur [1]

Wenn man den gesamten Lebenszyklus von Bau-, Nutzungs- und Rückbauphase betrachtet, emittiert die Bau- und Gebäudewirtschaft rund 40 Prozent des globalen CO₂-Ausstoßes. Aus diesem Grund ist ein Umdenken im Bauwesen einer der wichtigsten Faktoren im Kampf gegen den Klimawandel. Ein zentraler Bestandteil einer solchen Bauweise ist eine erhebliche Reduktion von mineralisch basierten Baumaterialien wie Zement und Stahl und ein Wechsel zu bio-basierten, vor allem zu Holz. Über Jahrhunderte wurde in Gebäuden Holz verbaut. Im Rahmen der Industrialisierung kamen dann jedoch zunehmend Zement, Stahl und andere mineralbasierte Materialien zum Einsatz. Die hohen fossilen Energieverbräuche und die damit einhergehenden großen CO₂-Emissionen bei deren Herstellung stellen heute eines der größten Probleme bei der Umstellung auf eine klimagerechte Volkswirtschaft dar.

Weitere wesentliche Elemente eines neuen, nachhaltigen Bauwesens für das 21. Jahrhundert sind:

- **Baukastenprinzip und Kreislaufwirtschaft:** Die Bauteile werden von vorneherein so produziert und dann zusammengefügt, dass sie so vollständig wie möglich direkt wiederverwendet werden können (Re-use).
- **Passive Bauweise:** Das Design des Gebäudes erfolgt so, dass der Bedarf an Strom, Wärme und Kühlung minimiert ist.
- **Dezentrale Bereitstellung von erneuerbaren Energien:** Die besten Optionen hierfür sind solare und geothermische Anlagen. Idealerweise sind die Gebäude als Netto-Energiequellen auf Quartiersebene vernetzt.
- **Nachhaltiges Wassermanagement:** Die umfasst neben lokale sinnvolle Rezyklierungsmaßnahmen auch die Energieextraktion aus dem Brauchwasser sowie die Regenwasserrückgewinnung.
- **Flächenausgleich:** Als Kompensation für den konstruktionsbedingten Flächenverbrauch.
- **Förderung der Biodiversität:** Diese müsste eine mit dem Brandschutz vergleichbare regulatorische Bedeutung erlangen.
- **Flexible Raum und Nutzungsgestaltung:** Dieser Ansatz sichert die optimale Verwendung bei verändertem Bedarf und minimiert den Leerstand.

3. Einfach Bauen [1]

Die Kirche aus der Gotik, das Wohnhaus aus dem Barock und das Gründerzeithaus sind robuste Bauwerke – sie haben hundert und mehr Jahre gut überstanden. Im Gegensatz dazu bauen wir heute viel komplizierter und fehleranfälliger. Die gestiegenen Anforderungen an Komfort und Energieeffizienz, die vielschichtigen Bauteilaufbauten und engen Verbindungen von Technik und Baukonstruktion führen zu hochkomplexen Gebäuden. Das macht eine Sanierung meist unmöglich oder zumindest oft teurer als einen Abriss und Neubau. Diese Bauten kennzeichnet statt Langlebigkeit ein hoher Ressourcenverbrauch zulasten der Umwelt. Es ist an der Zeit wieder zurück zu den Wurzeln zu finden und sich zu fragen: Wie können wir einfacher bauen?

3.1 Die Idee – Drillinge aus Beton, Holz und Ziegel [1], [2]

Auf dem südlichen Teil des B&O Parkgeländes in Bad Aibling stehen drei identische Häuser mit Satteldach und einem niedrigen Anbau. Nur auf den ersten Blick sehen sie gleich aus, auf den zweiten erkennt man, dass die Häuser sich sehr wohl unterscheiden: in ihrer Materialität und ihrem Fassadenbild. Sie wurden in jeweils einschaliger, monomaterieller Bauweise aus den gängigen Baumaterialien Beton, Holz und Mauerwerk errichtet und dienen als Gegenentwurf zu den immer komplexer werdenden Bauweisen. Wichtiger Impulsgeber für das Forschungsteam um Architekt Florian Nagler sind die Erkenntnisse aus dem Bürogebäude 2226 in Lustenau in Österreich, welches von Baumschlagler Eberle Architekten geplant wurde, welches ganz ohne Heizung, Lüftungsanlage oder Sonnenschutz die Wohlfühltemperatur im Gebäudeinneren von 22 bis 26°C besitzt.



Abbildung 1: Die drei Forschungshäuser nach Fertigstellung.

Forschungsvorhaben «Einfach Bauen» [3]

Das von Zukunft Bau geförderte Forschungsvorhaben besteht aus drei Teilen: Die beteiligten Architekten und Ingenieure, allen voran Architekt und TU-Professor Florian Nagler, erarbeiteten zunächst die Grundlagen zu den Prinzipien des einfachen Bauens («Einfach Bauen 1»). Ihre Hypothese lautete, dass Wohngebäude mit einer hochwertigen und zugleich suffizienten Architektur, einer robusten Baukonstruktion und einer reduzierten Gebäudetechnik über einen Lebenszeitraum von hundert Jahren hinsichtlich Ökobilanz und Lebenszykluskosten der Standardbauweise überlegen sind.

Auf Grundlage dieser Erkenntnisse, ermöglichte es die B&O Gruppe als Bauherrin auf dem B&O Parkgelände in Bad Aibling drei vergleichbare Gebäude zu errichten. Mit dem Bau der Forschungshäuser («Einfach Bauen 2») wurde der Leitfaden entwickelt, der anhand dieser exemplarischen Wohngebäude die sechs Prinzipien des einfachen Bauens veranschaulicht.

Mitte April 2023 erschien der Bericht «Einfach Bauen 3 – Messen, Validieren, Rückkoppeln». In diesem Forschungsteil wurden Langzeitmessungen über den Zeitraum von zwei Jahren hinsichtlich zwei zentraler Parameter durchgeführt. Zum einen testete man die eingesetzten neuartigen Materialien und Konstruktionslösungen der Außenwände auf ihre Dauerhaftigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dämmwirkung, zum anderen sollte das Gebäudekonzept in Bezug auf Energieverbrauch und thermischen Komfort geprüft werden.

Robust und klimagerecht bauen [2]

Die Bauweise der drei Wohnhäuser ist monomateriell - beim ersten aus Dämmbeton, beim zweiten aus Massivholz mit Lufteinschlüssen und beim dritten aus Hohllochziegeln. Die einschaligen Wandaufbauten erzielen eine ähnliche Dämmleistung wie hochkomplexe Wandaufbauten durch ein einfaches, althergebrachtes Prinzip: die Einkapselung von Luft. Um die Umwelteinwirkungen der Häuser – über hundert Jahre betrachtet – so gering wie möglich zu halten, wurde das Augenmerk auf die Langlebigkeit der verwendeten Materialien und damit auf einen geringen Ressourcenverbrauch gelegt. Auf Hilfsstoffe und materialfremde Sonderbauteile konnte weitgehend verzichtet werden. Die Haustechnik wurde ebenfalls so einfach wie möglich gehalten. Auch für den Bauherrn soll der Betrieb der Häuser mit möglichst wenig Aufwand verbunden sein. Weggelassen wurde alles nicht unbedingt notwendige: auf Fußbodenheizung, Klimaanlage und elektrische Klingeln an den Wohnungstüren wurde verzichtet. Übrig bleiben Wasser, Elektro und Glasfaserleitungen. Die Anforderungen an die Häuser sind groß: Sie sollen robust und langlebig sein, wenig Energie verbrauchen und zugleich einen geringeren Wärmeintrag haben, um einer Überhitzung vorzubeugen. Nur die Gesamtheit der räumlichen, materiellen und konstruktiven Überlegungen führte zum Ziel. Dazu zählen die monomateriellen, einschichtigen Wand- und Deckenkonstruktionen, die konsequente Trennung von Baukonstruktion und Techniksystemen sowie die Fenstergröße und Raumhöhe. Um dieses komplexe Gefüge an Zusammenhängen und Konsequenzen beurteilen zu können, wurden an der TU München im Vorfeld zahlreiche Berechnungen und Simulationen durchgeführt.



Abbildung 2: Die drei Forschungshäuser im Bau.

3.2 Leitfaden [2] [3]

Es ist möglich, Gebäude einfach zu bauen und einfach zu nutzen und gleichzeitig die Umwelt über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes hinweg zu schonen. Die entwickelten Maßnahmen hat das Büro Florian Nagler Architekten gemeinsam mit B&O in den drei Forschungshäusern umgesetzt: Anhand dieser exemplarischen Wohngebäude erklärt der Leitfaden die sechs Prinzipien des einfachen Bauens:

- «**Kompaktheit.** Hüllfläche reduzieren. Bauliche Dichte erhöhen.»
Grund: Außenwände und Dächer sind die teuersten Flächenbauteile an einem Gebäude (wegen Dämmung entstehen Mehrkosten zu Innenwände und Decken von 50-300 €/m²). Die Hülle zu reduzieren spart also Geld.
- «Glasfläche der **Fenster** in einer Größe von 10–15% der zu belichtenden Raumfläche wählen. Auf Sonnenschutzverglasung verzichten.»
Fenster ermöglichen den Blick nach draußen, die Innenräume zu lüften und die Innenräume mit Tageslicht zu versorgen. Letzteres ist dabei besonders abhängig von der Größe und der Glasart welche in direktem Zusammenhang stehen: bei Sonnenschutzglas muss das Fenster etwa doppelt so groß sein, um den Innenraum mit der gleichen Tageslichtmenge zu versorgen. Dadurch steigen die Wärmeverluste, wobei durch die Sonnenschutzbeschichtung die solaren Gewinne reduziert werden. Sonnenschutzgläser haben deshalb eine schlechte Gesamtperformance, während die Isoliergläser eine deutlich bessere Energiebilanz aufweisen.
- «Die **thermische Trägheit** der Bauteile für das Raumklima nutzen. Eine schwere Bauweise speichert die Temperatur. Über Nachtlüftung kühlt die thermische Masse ab.»
Gebäude mit einer hohen Masse verhalten sich thermisch träge. Luft hingegen ist das genaue Gegenteil eines trägen Bauteils. Gäbe es die thermische Trägheit nicht, so würde es in den Innenräumen schnell sehr warm (Sommer) bzw. kühl (Winter) werden. Im bewohnten Zustand hat die thermische Trägheit der Decken den größten Einfluss auf das Raumklima, da durch Einrichtung und Möbel die Effekte der thermischen Trägheit zwischen Wänden und Boden mit der Raumluft reduziert werden. Eine effektive Querlüftung der Räume in kühlen Sommernächten kann durch Schwingfenster bei mittem Drehpunkt erreicht werden: Schon bei minimaler Kippstellung findet ein guter Luftaustausch statt. Die warme Luft kann oben entweichen und die kühle Nachtluft unten nachströmen.
- «**Robuste und reduzierte Techniksysteme** einsetzen, die das Verhalten der Nutzenden berücksichtigen.»
Etwa 20% der gesamten Lebenszykluskosten eines Gebäudes fallen während der Planungs- und Bauphase an. Die restlichen 80% der Kosten gehören zur Nutzungsphase (größtenteils Energieverbrauch). Der Ansatz mit mehr Dämmung und dem Einsatz von Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung den Energieverbrauch des Gebäudes zu reduzieren ist meist ein Trugschluss: Der Mehraufwand bei Technik, Betriebsenergie, Unterhalt und Wartung übersteigt die erzielten Einsparungen der Heizenergie i.d.R. bei Weitem.
Der Performance Gap (Abweichungen von theoretisch berechneten Ergebnissen zur Praxis) zwischen Planung und Betrieb entsteht hauptsächlich auf den Ebenen der Gebäudetechnik (Systeme funktionieren nicht richtig) und des Nutzerverhaltens (dieses wurde falsch eingeschätzt). Ansätze den Performance Gap zu schließen sind: Nutzerinnen und Nutzer regeln selbst (Interaktion und Bewusstsein schärfen), so einfache Technik wie möglich verbauen (einfache Wartung und Veränderung auch nach vielen Jahren möglich), Technik richtig bewerten (zusätzliche Techniksysteme nur dann, wenn diese auch bei abweichendem Nutzerverhalten noch erfolgreich funktioniert)
- «**Systemtrennung.** Zukünftige Veränderungen vorbereiten. Die technischen Systeme von der Konstruktion trennen.»
Bei einer Lebensdauer eines Gebäudes von ca. 100 Jahren wird schnell deutlich, dass viele Teile des Gebäudes mehrere Lebenszyklen durchlaufen. Neben den materialbezogenen Einflussfaktoren wie die Qualität der Herstellung, der Konstruktion oder der Ausführung, haben auch die nutzerspezifischen Ansprüche wie räumliche Anpassungen oder individuelle Umgestaltungen Einfluss auf die Lebensdauer von Bauteilen. Durch

eine konsequente und bereits in der frühen Planung angedachten Trennung technischer und baulicher Systeme wird eine spätere Erneuerung oder Veränderung bestimmter Teile erheblich erleichtert (z.B. ist der Austausch eines Heizkörpers einfacher als der Austausch einer Fußbodenheizung).

- «**Materialgerechte Konstruktion.** Wenige, sortenreine Bauteilschichten zu robusten und langlebigen Konstruktionen fügen.»

Neben statischen und gestalterischen Funktionen schützt die Außenwand auch vor Umwelteinflüssen, wie Lärm, Regen, Wind, Kälte oder Hitze. Dieses Ziel wird bei der heutigen Bauweise meist durch Materialschichtung bzw. Materialmischung erreicht um die Vorteile der einzelnen Baustoffe zu kombinieren. Macht man sich nun Gedanken über die weitere Zukunft des Gebäudes, stellen sich Fragen nach Instandhaltungsaufwand, unterschiedlicher Lebensdauer der Verbundstoffe, Trennung derer bzw. Verfügbarkeit von Ersatzstoffen. Ziel von «Einfach Bauen» sind wenig Bauteilschichten, sortenreine Verwendung mineralischer oder nachwachsender Rohstoffe und das Fügen von Bauteilen zu robusten und langlebigen Konstruktionen entsprechend Ihrer Eigenschaften.

Diese Strategien sind nicht neu, im Gegenteil, sie sind altbekannt. Jedoch nur die konsequente Kombination führt zu einem nachhaltigen Ergebnis.

Monolithisches Bauen

Das monolithische Bauen umfasst allgemein einstoffliche Bauweisen aus Materialien wie Beton, Ziegel oder Holz. Der Begriff, übersetzt «aus einem Stein», stammt aus dem Griechischen und bezeichnet die Vereinigung verschiedener Funktionen, beispielsweise der Statik oder des Wärmeschutzes, in einem einzigen Bauteil. Dass die elementaren Funktionen des Bauwerks mit nur einem Bauteil erfüllt werden, grenzt das monolithische Bauen von mehrschichtigen Konstruktionen ab.

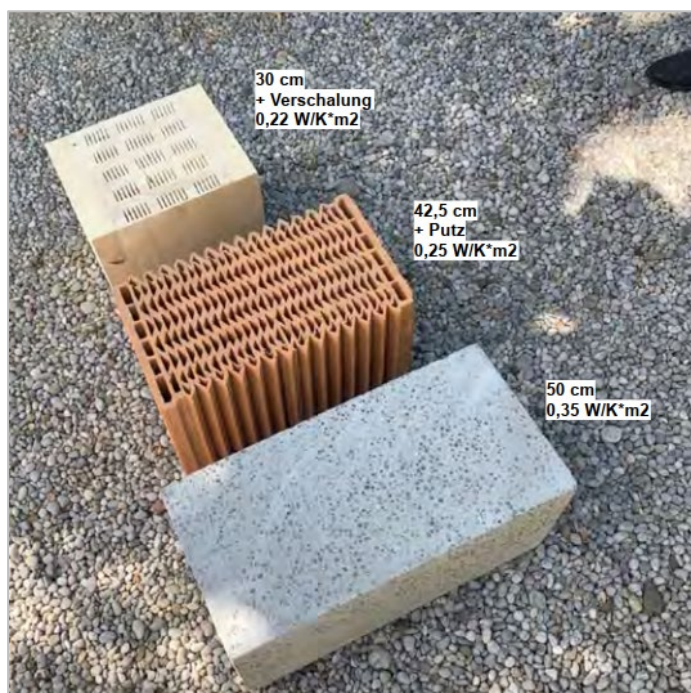


Abbildung 3: Drei verwendete Außenmaterialien: Massivholz und Ziegel – jeweils mit Luftkammern – sowie Infralichtbeton.

Haus Leichtbeton

Hier kam dämmender Infralichtbeton zum Einsatz (Wandstärke 50cm, Rohdichte 750 kg/m³, Druckfestigkeit 12 N/mm²). Aufgrund der geringen Dichte, die vor allem durch besonders voluminöse und zugleich leichte Zuschläge wie Blähbeton, Blähglas oder Schaumglas sowie den Einsatz von Zusatzmitteln wie Schaumbildner hervorgerufen wird, besitzt der Infralichtbeton eine geringe Wärmeleitfähigkeit und somit einen deutlich höheren Wärmeschutz als konventionelle Normalbetone. Die Konstruktion der Außenwand kommt ohne Bewehrung aus, ist dafür jedoch einen halben Meter dick.

Haus Massivholz

Beim Holzhaus kam Vollholz zum Einsatz, welches in drei Schichten aufgebaut ist und im Inneren Luftkammern enthält. (Wandstärke 30cm, Rohdichte 410 kg/m³, Druckfestigkeit 17 N/mm²). Es besteht nur aus gesägten Hölzern und verzichtet, anders als andere Massivholzwände, vollständig auf meist durch Folien gewährleistete Dampfsperren sowie zusätzliche (Außen-) Dämmung. Die einzelnen Schichten sind nur an notwendigen Bereichen verleimt, um auf Kleber so weit wie möglich zu verzichten.

Haus Mauerwerk

Hier wurde ein Hochlochziegel (Wandstärke 42,5 cm, Rohdichte 850 kg/m³, Druckfestigkeit 3,4 N/mm²) verwendet. Der Hochlochziegel kommt nurmehr selten zum Einsatz, üblicher sind Ziegel mit EPS-Füllung, die zwar als sortenrein rezyklierbar gelten, allein wegen dem hohen Mehraufwand (der Ziegel muss im Wasserbad von der Füllung gelöst werden) ist hier aber eher der Wunsch der Vater der Gedanken».



Abbildung 4: Unterschiedliche Ausbildung der Fensteröffnung in der Wand aus Mauerwerk, Holz und Beton.

In Abbildung 5 sind die Fügungen der Bauteile Außenwand, Fenstersturz und Decke dargestellt. Links heute übliche Konstruktionen platziert. Rechts daneben sind die einfachen Konstruktionen gegenübergestellt, welche für die Forschungshäuser in Bad Aibling entwickelt und angewendet wurden.

Die verschiedenen Fensterformen in Abbildung 4 ergeben sich aus den jeweiligen spezifischen Möglichkeiten, die Fensteröffnungen ohne Verbundstoffe zu überspannen: Bei Fassaden aus Massivholz ist es ohne Weiteres möglich eine rechteckige Fensteröffnung herzustellen, da die Holzfasern als Träger wirken. Beton ist sehr gut auf Druck belastbar, aber ohne Stahl nicht sehr zugfest. Ein gerader Sturz bekäme ohne Stahlbetonbewehrung schnell Risse. Die Öffnung wird deswegen mit einem Rundbogen überspannt. Auch bei dem Mauerwerk auf stahlverstärkte Sonderbauteile verzichtet. Durch einen gemauerten Segmentbogen kann auch hier die Fensteröffnung überbrückt werden.

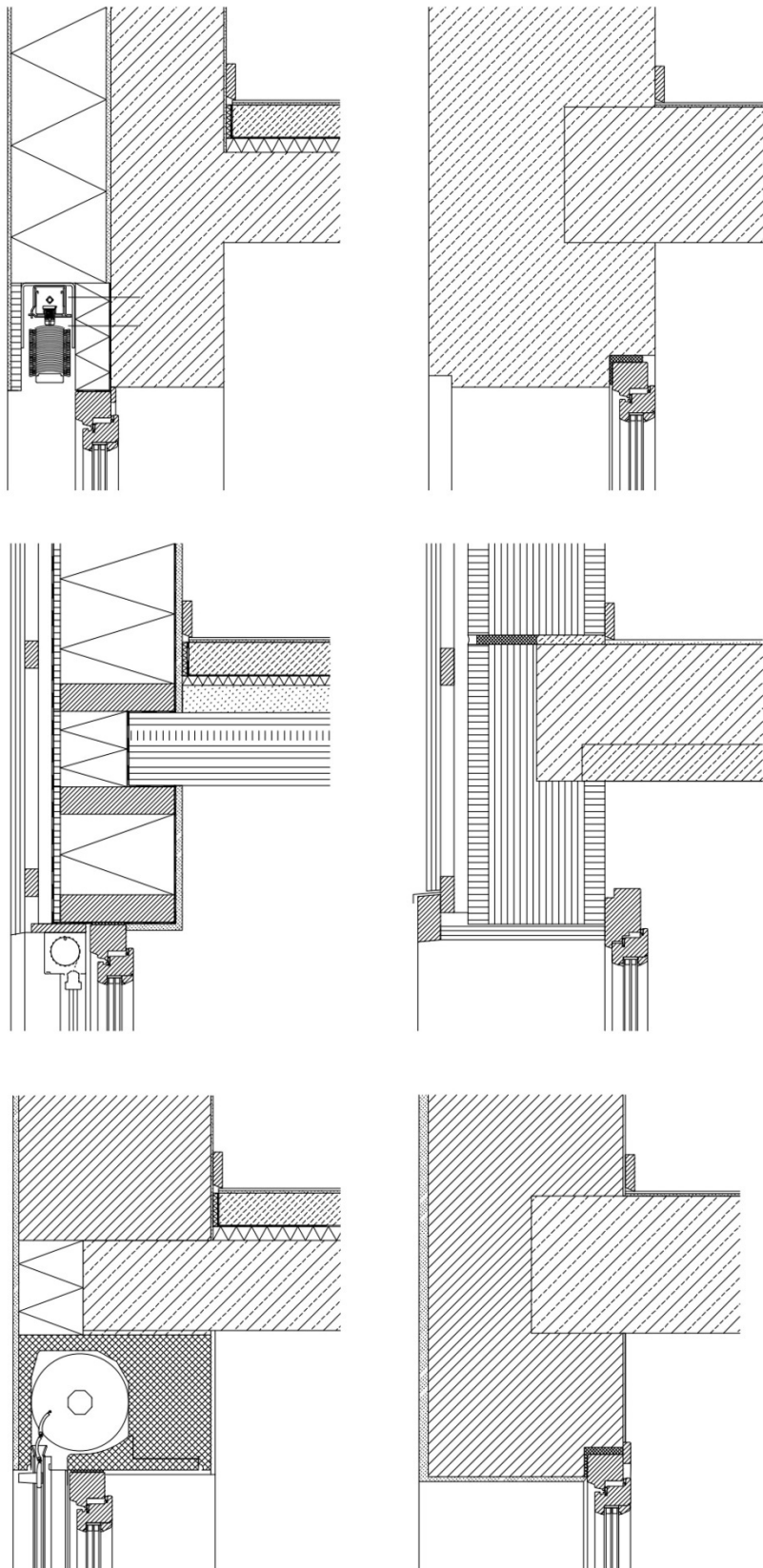


Abbildung 5: Vergleich Standard-Wandaufbau mit monolithischer Bauweise der Forschungshäuser.

3.3 Ergebnisse des Monitorings [3]

Material-Check

Welche Außenwandkonstruktion wurde verwendet und wie schneiden sie bei den Langzeitmessungen ab? Beim Holzbau kam Vollholz zum Einsatz, das in drei Schichten aufgebaut ist und im Inneren Luftkammern enthält. Beim Feuchteverlauf spielte hier die Gefahr der Schimmelpilzbildung eine Rolle. Das Monitoring zeigte jedoch, dass es dazu nicht kam. Neue Erkenntnisse gewann man auch beim Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert), wobei das Forschungsteam alle Angaben unter Vorbehalt ausgibt, da bei den langen Messungen nicht zu jeder Zeit alle Standardumgebungsparameter eingehalten werden konnte. Das Vollholz erreichte hier die besten, also niedrigsten Werte, und hielt die angegebenen Laborwerte genau ein: U-Wert $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Das trifft auf das Haus mit Hochlochziegel nicht zu, das beim U-Wert mit $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ deutlich schlechter abschneidet als die offiziell angegebenen $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Was hier die genaue Ursache ist, bedarf noch weiterer Untersuchungen.

Beim Betonhaus kamen die über den Zeitraum des Monitoring stärker schwankenden Messdaten im Mittel auf einen U-Wert von $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ anstatt auf den angegebenen Wert von $0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kontrolliert wurde auch, wie stark bei Regen der Feuchtetransport der Wand zunimmt. Fazit: Bei allen drei Gebäudevarianten wurde das gewünschte abnehmende Feuchteverhalten und somit eine Austrocknung der Wände festgestellt.

Thermo-Check

Wie schneiden die Forschungshäuser hinsichtlich des thermischen Komforts ab? Beim Leichtbeton-Haus hielt die Heizkörpertemperatur im Winter konstant zwischen 30 und 40°C und regulierte durch gezieltes Stoßlüften den teils sehr hohen CO_2 -Gehalt. Das Holzgebäude erreicht im Sommer mit über 28°C die höchsten Innenraumtemperaturwerte, die damit oberhalb des Komfortbandes liegen. Das Holzhaus benötigt somit als einziges einen außenliegenden Sonnenschutz an den Fenstern der Westfassade, wenn man Überhitzung im Sommer ausschließen möchte.

Weitere Erkenntnisse der Betrachtung der operativen Temperatur waren, dass das Holzhaus viel stärker auf passive Solarenergie sowie Geräte und Personen reagiert. Insgesamt bestätigte sich die Annahme, dass die thermische Trägheit der Bauteile die Überhitzung im Sommer reduziert, während die Feuchte der Raumluft durch die raumumschließenden Bauteile passiv reguliert wird. Beim Leichtbetonhaus fällt der positive Effekt der thermischen Masse auf den Raumkomfort am größten aus, zudem zeigte sich, dass die Baumverschattung an der Ostfassade einen großen Einfluss auf das Raumklima und die Beleuchtungsstärke im Sommer und in den Übergangsjahreszeiten hat.

Energie-Check

Wie steht es um den Heizenergieverbrauch? Alle gemessenen Energieverbräuche lagen unterhalb der nach EnEV vorher berechneten Verbrauchswerte. Am besten schnitten die Massivholzwohnungen mit einem Verbrauch von gerundet $50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ab.

Wesentliche Erkenntnis: Das Nutzerverhalten hat einen spürbaren Einfluss auf den Energiebedarf. Das Ergebnis der Bewohnerbefragung war ein «eher positiv», auch wenn die Untersuchung einiger weniger Wohnungen keine signifikante Statistik zulässt. Als allgemein positiv wird die hohe Raumhöhe wahrgenommen. Negativ fiel sowohl der fehlende Sonnenschutz als auch der fehlende Keller auf. Letzteres ist dem Versuchsanspruch von einfach Bauen mit Minimalmitteln geschuldet und sollte durch breitere Flure, eine Speisekammer und gemeinschaftliche Abstellkammern aufgefangen werden.

4. Neue Freiheiten [4], [5]

Lange Zeit galt in der Bauindustrie das Motto: Mehr ist mehr. Wände wurden dicker, Standards höher, die Technik immer komplexer. Das Ergebnis: Wer in Deutschland nach den gängigen Regeln der Technik bauen will, hat Tausende von Baunormen zu beachten. Zwischen all diesen Vorschriften wird einfaches Bauen unmöglich, die Kosten wachsen und wachsen. Wenn dann noch, wie gerade, höhere Zinsen und gestiegene Material- und Handwerkerkosten dazukommen, werden Wohnungen und Häuser an vielen Orten des Landes fast unbezahlbar. Das Ergebnis: Viele Neubauprojekte liegen brach, Aufträge werden verschoben oder storniert.

Die Forschungshäuser in Bad Aibling und deren Ergebnisse zeigen radikal was alles möglich ist. Die verbaute Technik ist auf ein Minimum reduziert, Lichtschalter funktionieren kabellos. Boden, Treppen und Wände sind aus Holz. Durch den ressourcenschonenden Materialeinsatz und die modulare Bauweise sind sie fast klimaneutral in der Herstellung. Die Energieeffizienz entspricht etwa dem KfW-70 Standard. Auch in puncto Wohnqualität stehen die Häuser herkömmlichen Objekten nichts nach. Der Lärm- und Schallschutz ist vergleichbar mit dem eines Altbaus. Größter Pluspunkt für Käufer dürfte jedoch der Preis sein: durch clevere Grundrisse, vorgefertigte Module und Skaleneffekte können die Baukosten um etwa 20 Prozent gesenkt werden. Durch die serielle Vorfertigung von Außenwänden und den Einsatz von Badmodulen ist es möglich die Bauzeit erheblich zu senken. Durch «einfaches Bauen» kann ein neuer Trend im Wohnungsbau gesetzt werden.

Möglich werden solche Pläne, weil die Bunderegierung anlässlich des letzten Wohnungsgipfels Ende September 2023 einen 14-Punkte-Plan veröffentlichte, der verschiedene Maßnahmen für zusätzliche Investitionen für den Bau von bezahlbarem und klimagerechtem Wohnraum und zur wirtschaftlichen Stabilisierung der Bau- und Immobilienwirtschaft enthält. In diesem Dokument macht sich die Politik auch den Begriff «Gebäudetyp E» zu eigen, dessen Konzept vor ca. zwei Jahren von der Bayerischen Architektenkammer ins Spiel gebracht wurde.

Diese will mit ihrer Initiative erreichen, dass in die Bayerische Bauordnung ein zusätzlicher «Gebäudetyp E» aufgenommen wird, wobei das E für «Einfaches», aber auch «Experimentelles Bauen» steht. Gebäudetyp E heißt, sich auf das Wesentliche zu reduzieren, suffizient, nachhaltig und qualitätsorientiert zu handeln, ohne dabei den eigentlichen Kern der Schutzziele der Bauordnung (Standicherheit, Brandschutz, Gesundheit und Umweltschutz) außer Acht zu lassen. Verzichtet werden kann dagegen auf «darüberhinausgehende Normen und Standards». Bauen muss zukünftig einfacher, schneller und günstiger werden. Dazu soll das Bauen im Sinne des Gebäudetyps E befördert werden, indem die Vertragspartner Spielräume für innovative Planung vereinbaren, auch durch Abweichen von kostenintensiven Standards.



Abbildung 6: Logo für den Gebäudetyp E

Die Länder beabsichtigen, dazu Änderungen der Musterbauordnung und der Landesbauordnungen vorzunehmen. In Bayern wurde im Sommer 2023 mit einer Änderung der Bayerischen Bauordnung der «Gebäudetyp-e» im öffentlichen Recht umgesetzt.

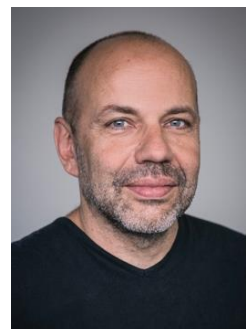
Es sind aber nicht nur die rechtlichen Rahmenbedingungen, die darüber entscheiden werden, ob sich die Idee des einfachen Bauens durchsetzen kann. Ihr Erfolg hängt vor allem von den Ansprüchen der privaten Bauherren und Immobilienkäufern ab. Denn zum einen haben sie sich in den vergangenen Jahren an viele Standards gewöhnt; zum anderen wissen sie im Zweifel nicht, auf welche Anforderungen sie guten Gewissens verzichten können. Was auf keinen Fall passieren darf: das Baustandards abgesenkt werden, ohne dass die niedrigeren Baukosten an die Kunden weitergegeben werden.

5. Literatur

- [1] B&O Gruppe, Wie wir heute für die Welt von morgen bauen, Oktober 2020
- [2] Florian Nagler, Einfach Bauen Ein Leitfaden, 2022 Birkhäuser Verlag GmbH, Basel, ISBN 978-3-0356-2463-2
- [3] Bauwelt 9.2023, Einfach Bauen 3, Ergebnisse des Monitorings der Forschungshäuser in Bad Aibling, Sonderdruck, Alexander Stumm
- [4] <https://www.baustoffwissen.de/was-ist-der-gebaeudetyp-e-01032024>, 01.02.2024, Autor: Roland Grimm ist seit Februar 2013 freier Journalist, Essen
- [5] <https://www.wiwo.de/my/finanzen/immobilien/immobilien-so-bauen-sie-schneller-und-guenstiger/29653976.html>, Autoren: Philipp Frohn, Felix Petruschke

Einfach Bauen – Landwirtschaftliches Zentrum Salez

Andy Senn
Architekt
St.Gallen, Schweiz



Einfach Bauen – Landwirtschaftliches Zentrum Salez

1. Im Dialog mit der Natur

Der Erweiterungsbau für das Landwirtschaftliche Zentrum St. Gallen in Salez schafft aus den heterogenen Bauten der Anlage ein Ensemble und bietet eine Fülle von Raumerlebnissen.

Von Gerhard Mack



Am besten sieht man die neue Landwirtschaftsschule, wenn man daran vorbeigefahren ist und auf der Landstrasse nach Saxerriet innehält und sich umdreht. Dann zeichnet sich über dem flachen Feld ein Saum aus Holz in den Himmel, der den Blick festhält und an die Baumreihen erinnert, die das Rheintal quer zum Fluss als Barrieren gegen den Föhn-Wind durchziehen. Auf einer Länge von gut hundert Metern markiert er die Siedlungsgrenze zwischen dem Weiler Salez und dem freien Feld. Dabei wirkt der Riegel aus der Entfernung fast porös und so durchlässig wie ein Gewebe. Wer näher kommt, sieht, dass sich der Effekt einer einfachen Schichtung verdankt. Neun Meter hohe Pfosten aus Eichenholz setzen in regelmässigen Abständen einen vertikalen Rhythmus. An ihnen sind durchlaufende Laubgänge befestigt. Beides zusammen schafft einen Raum vor der eigentlichen Wand aus Holz und Glas.

Sie gehören zum Abschluss des Gebäudes dazu, sind gewissermassen Teil dieser Wand, lösen sie jedoch auch auf in den offenen Raum des Feldes. Wenn die Umgebungsarbeiten abgeschlossen sind, finden sie in einer neu gepflanzten Baumreihe einen Gegenpart, der sich wie ein schützender Mantel vor das Gebäude legt und die Vermittlung zwischen Bau und Feld, zwischen geschlossenem und offenem Raum nochmals ausdifferenziert. Erst wenn man sich dem Gebäude nähert, gewinnt sein filigraner Charakter an Kompaktheit, wird fest und auch visuell zu einer Wand in der Landschaft, die jedem Föhnwind trotzt.





Das Architekturbüro Andy Senn konzipiert neue Gebäude entsprechend überwiegend als Holzbau. Lediglich das Untergeschoss, das 40 Prozent der Grundfläche einnimmt, die Bodenplatte des Erdgeschosses, der Sockel sowie die Pfählung werden in Beton ausgeführt. Der Grundwasserspiegel kann in dem moorigen Gelände die Erdoberfläche erreichen, der tragfähige Rheinschotter beginnt erst in 10-15 Meter Tiefe. In ihn wurden 260 Stahlbetonpfähle fünf Meter tief eingelassen, die das Gebäude erdbebensicher gründen. Darüber erhebt sich ein reiner Holzbau, der wetterseitig in Eiche, sonst aber in Weisstanne ausgeführt ist, über das der Kanton in grossen Masse verfügt; es wurde versucht, möglichst viel Holz aus der Region zu verwenden. Der zweigeschossige Schultrakt ist als Skelettbau aus Holz ausgeführt, der für die Räume ein Grundraster von 2,14 Metern vorgibt und alle konstruktiven Details sichtbar lässt.

Wer ihn durch den Haupteingang am schmalseitigen Ende betritt, der nach der geplanten Erweiterung 2025 auch diese erschliessen wird, findet sich nach dem Entrée in einer grosszügigen offenen Raumsituation. Eine frei liegende Treppe führt ins Obergeschoss. Die Mensa bildet einen grossen offenen Raum, dessen Grenze zum Mittelgang nur eine Reihe von Tragstützen markieren.

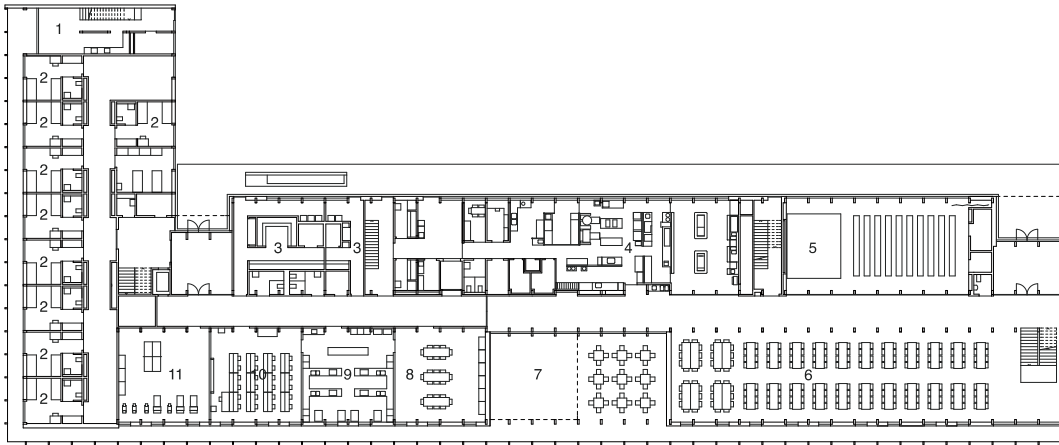
Die Flügeltüren der Aula gegenüber lassen sich öffnen, sodass bei Bedarf ein grosser fließender Raum entsteht. Der Mittelgang selbst öffnet den Blick über die ganze Länge des Gebäudes. Ein Gebäudeeinschnitt nach der Mensa wird zur gedeckten, teilweise über zwei Geschosse offenen Terrasse. Küche und Lernküche schliessen sich zu beiden Seiten des Flures als klimatechnisch getrennte Bereiche mit eigenen Unterrichtszimmern an.



Am Ende führt ein Übergangsbereich zu einem zweiten Eingang und Treppenbereich, der Schule und Internat miteinander verbindet. Dass vom Tragwerk über die Wände und Decken bis zu den von Andy Senn eigens entworfenen Klappstischen alles in Holz ausgeführt ist, gibt diesen verschiedenen Raumzonen ein einheitliches Gepräge, das durch das spezifische Raumklima auch körperlich wahrnehmbar ist. Lediglich die mit einer Kaseinschicht aus Milch und Lehm überzogenen Holz-Beton-Verbunddecken sowie die in verschiedenen Farben gehaltenen Türen (orange für die Schule, grün fürs Internat) setzen eigene Akzente. Besonders die das vierfache Raster einnehmenden Schulzimmer und die zwischen ihnen liegenden, halb so breiten Gruppen- und Vorbereitungsräume im Obergeschoss verströmen fast die Atmosphäre einer Geborgenheit gebenden Schatulle. Ihre Abfolge ist durch einen grosszügigen Pausenbereich und eine Terrasse durchbrochen, die die Hälfte des Gebäudeeinschnitts nach Süden einnimmt und bei schönem Wetter auch für Unterrichtszwecke genutzt werden kann.

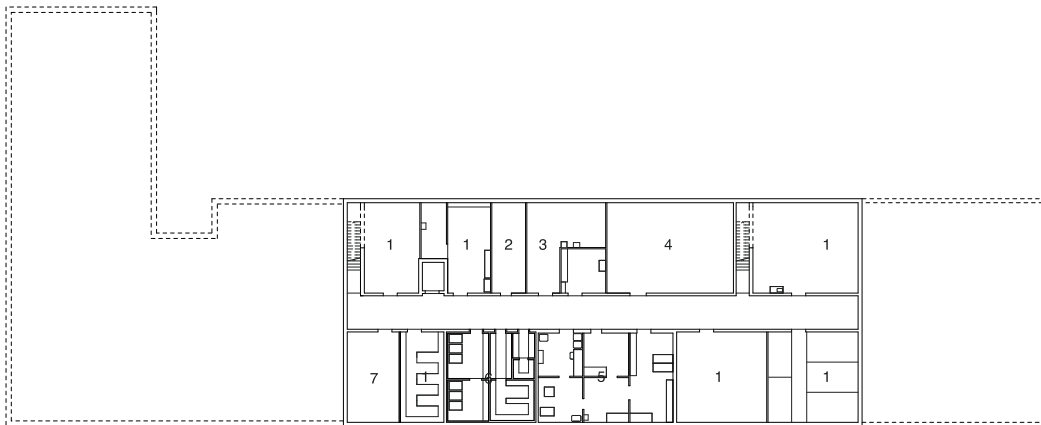
Die Nähe zum Alltag der Benutzer, die das Gebäude schon alleine durch das Material Holz signalisiert, wird durch eine Installation nochmals auf einer weiteren Ebene hervorgehoben, die Elisabeth Nembrini im Rahmen eines Kunst am Bau-Projektes entwickelt hat: Im Bereich der Haupttreppe hängen vier taschenartige Gebilde aus von Hand gespaltenen Schindeln, die den Waben von Bienen nachgebildet sind. Die Künstlerin verortet die Tiere an der Schnittstelle zwischen Kultur und Natur. Sie sind für unsere Landwirtschaft unerlässlich, aber auch durch sie gefährdet, wenn Chemikalien und eingeschleppte Schädlinge sie bedrohen. Nur ein Dialog kann ein fruchtbares Miteinander ermöglichen. Um das zu zeigen, hat Elisabeth Nembrini im Verhältnis 1:15 einen Bienenstock in der Form des Treppenhauses gebaut und Bienen darin Wachswaben herstellen lassen. Bevor sie darin Honig einlagerten, wurden diese fünf biomorphen Gebilde entfernt, eingescannt und auf die skulpturale Form im Verhältnis von 1:15 vergrössert. Die Veränderungen in Massstab und Material liessen eine Skulptur entstehen, die abstrakt wirkt und gerade darin auf die Notwendigkeit einer Vermittlung zwischen Natur und Kultur verweist – wie auf andere Weise auch der Entwurf von Andy Senn.





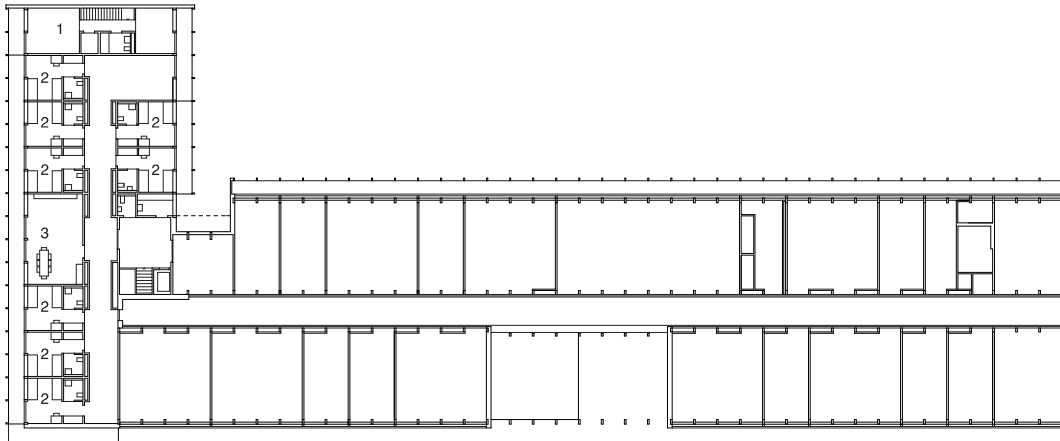
GRUNDRISS ERDGESCHOSS
MST. 1 : 500

- LEGENDE:
- 1 ABWARTSWOHNUNG
 - 2 INTERNATZIMMER
 - 3 GARDEROBEN
 - 4 GEWERBLICHE KÜCHE
 - 5 AULA
 - 6 MENSA
 - 7 TERRASSE
 - 8 AUFENTHALTSRAUM
 - 9 SCHULKÜCHE
 - 10 KLASSENZIMMER
 - 11 FITNESSRAUM



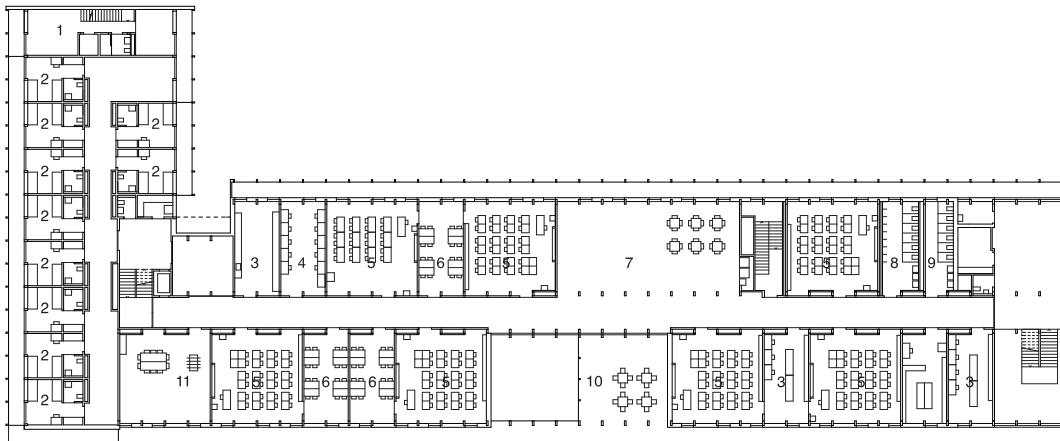
GRUNDRISS UNTERGESCHOSS
MST. 1 : 500

- LEGENDE:
- 1 LAGER
 - 2 ELEKTROZENTRALE
 - 3 ENTSORGUNG
 - 4 TECHNIK
 - 5 WASCHEREI
 - 6 KÜHLRÄUME
 - 7 WEINKELLER



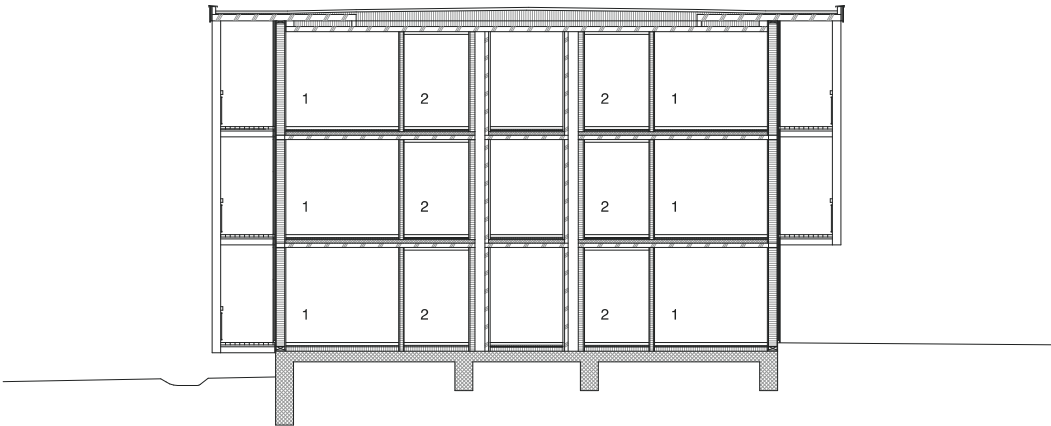
GRUNDRISS 2. OBERGESCHOSS
MST. 1 : 500

- LEGENDE:
 1 ABWARTSWOHNUNG
 2 INTERNATSZIMMER
 3 FERNSEHZIMMER



GRUNDRISS 1. OBERGESCHOSS
MST. 1 : 500

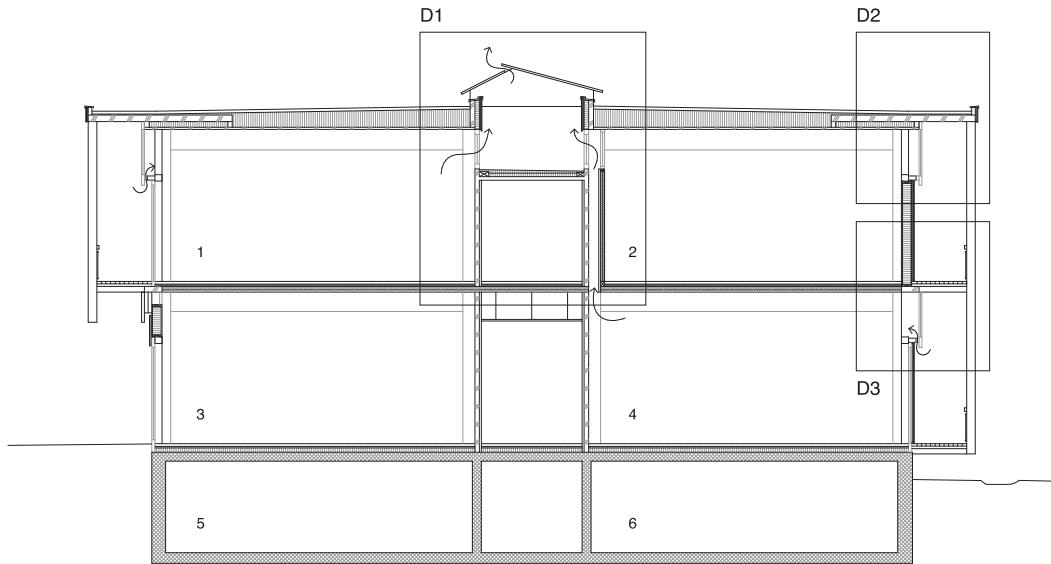
- LEGENDE:
 1 ABWARTSWOHNUNG
 2 INTERNATSZIMMER
 3 VORBEREITUNGSRAUM
 4 INFORMATIKRAUM
 5 KLASSENZIMMER
 6 GRUPPENRAUM
 7 AUFENTHALTSBEREICH
 8 WC HERREN
 9 WC DAMEN
 10 TERRASSE
 11 AUFENTHALTSRAUM



QUERSCHNITT INTERNATSTRAKT

MST. 1 : 150

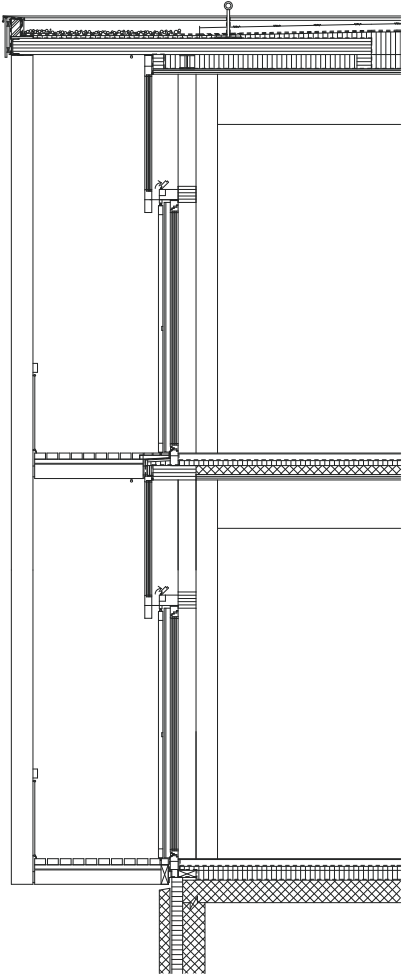
LEGENDE:
1 INTERNATSZIMMER
2 BAD



QUERSCHNITT SCHULTRAKT

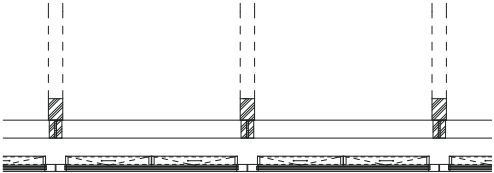
MST. 1 : 150

LEGENDE:
1 KLASSENZIMMER
2 GRUPPENRAUM
3 GARDEROBE
4 SCHULKÜCHE
5 LAGER
6 WEINKELLER



SÜDFASSADE - FASSADENSCHNITT

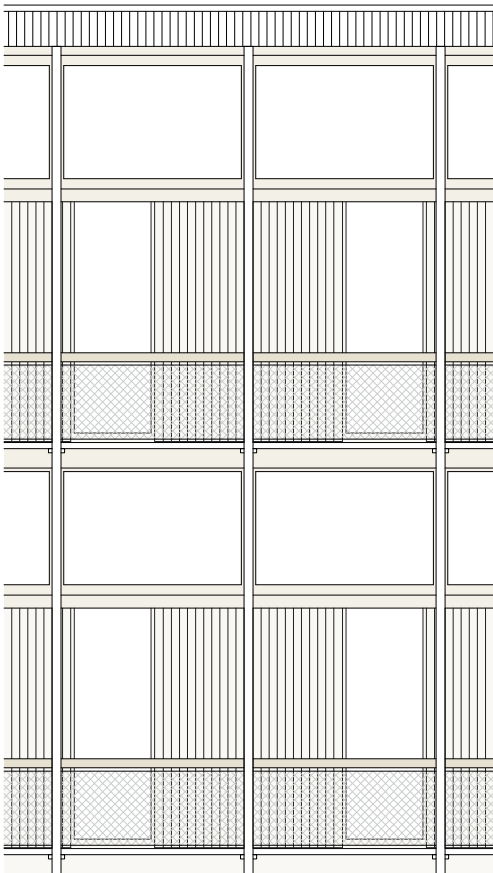
SCHULTRAKT - MST. 1 : 60



SÜDFASSADE - GRUNDRISS DURCH OBLICHTER

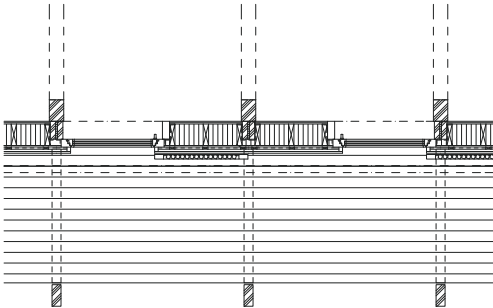
SCHULTRAKT - MST. 1 : 60





SÜDFASSADE - ANSICHT

SCHULTRAKT - MST. 1 : 60



SÜDFASSADE - GRUNDRISS DURCH FENSTER

SCHULTRAKT - MST. 1 : 60



Zirkuläres Bauen



circularWOOD

Kreislaufgerecht Bauen mit Holz

Dr.-Ing. Sandra Schuster, Architektin
Leiterin TUM.wood
Technische Universität München
München, Deutschland



Die Methodik umfasst eine umfangreiche Literaturrecherche, gefolgt von einer empirischen Untersuchung, die eine Stakeholderanalyse, Fallstudien zu Umsetzungspraktiken und Expertinneninterviews einschließt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden iterativ verknüpft, um Zukunftsszenarien. Diese Ergebnisse dienen der Einordnung und Synthese theoretischer Erkenntnisse sowie praktischer Erfahrungen zur Kreislauffähigkeit von Holzbauten. Der Bericht identifiziert außerdem konkreten Forschungsbedarf und entwickelt Handlungsempfehlungen für die Umsetzungspraxis. Diese Ergebnisse unterstützen Entscheidungsträgerinnen und Akteurinnen in der Bau- und Planungspraxis dabei, den Übergang zur Skalierung der Kreislauffähigkeit im Holzbau zu gestalten.

3. Design for Disassembly

Ein zentraler Aspekt unseres Projekts ist das Design for Disassembly (DfD). Dieses zukunftsorientierte Entwurfs- und Planungsprinzip für kreislaufgerechte Gebäude zielt darauf ab, Bauwerke so zu planen und zu konstruieren, dass sie einfach und möglichst zerstörungsfrei demontiert, getrennt und wiederverwendet werden können. Mit der Anwendung von Design for Disassembly Prinzipien streben wir an, einen großen Anteil der Bauteile und Baustoffe am Ende ihrer Lebensdauer (End of Life, EoL) in eine hochwertige stoffliche Nachnutzung zu überführen. Design for Disassembly bildet eine entscheidende Grundlage für die Rückbaubarkeit von Gebäuden, indem es den Rückbau ökonomisch rentabel und klimagerecht macht.

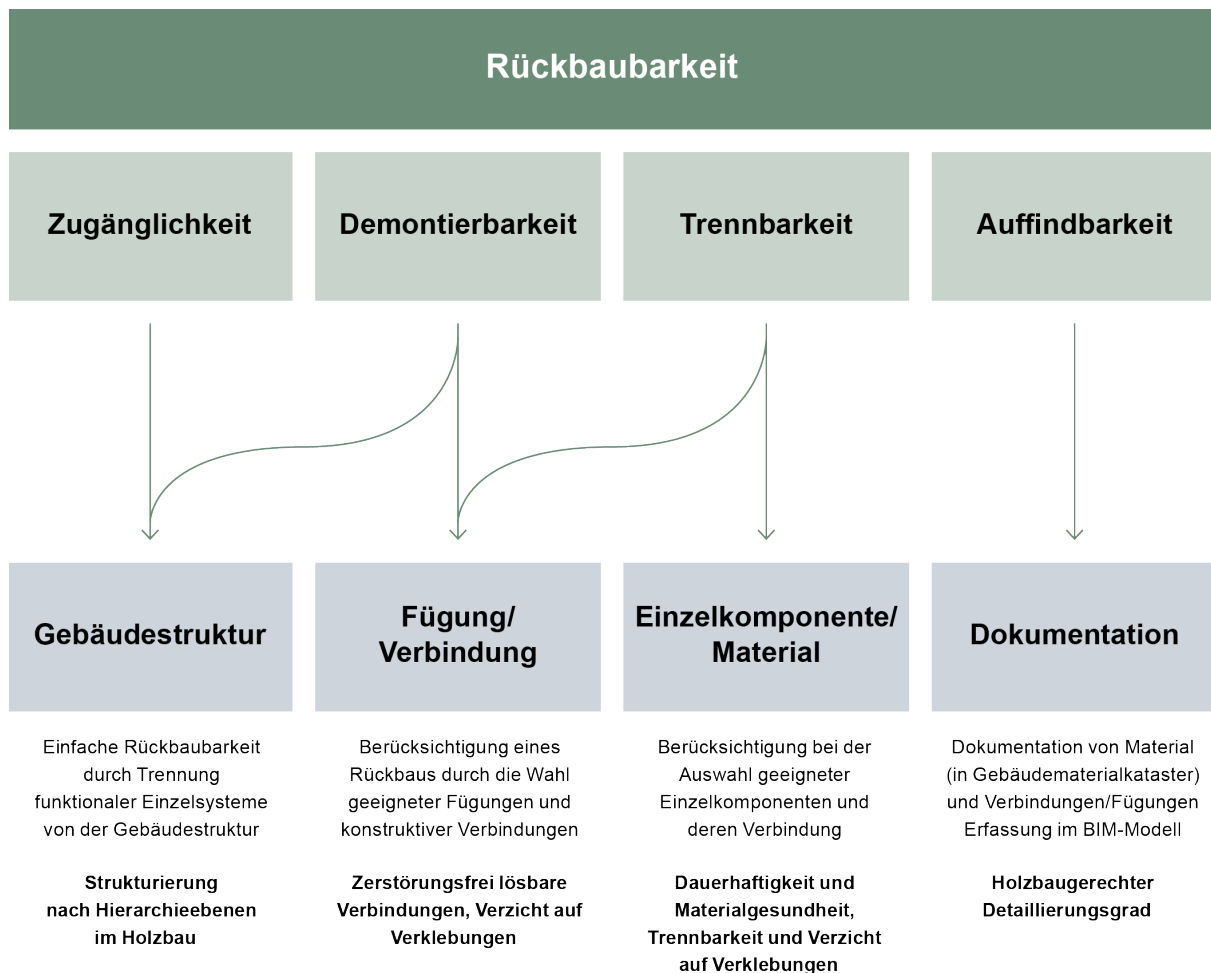


Abbildung 2: circularWOOD, 2023, Aspekte der Rückbaubarkeit kreislaufgerechter Holzbauten

Im Forschungsprojekt circularWOOD haben wir neben der Demontierbarkeit auch die Zugänglichkeit, Trennbarkeit und Auffindbarkeit als wichtige Aspekte der Rückbaubarkeit identifiziert. Die Demontierbarkeit ganzer Bauteile und deren Trennung in einzelne Komponenten erfordern geeignete reversible Verbindungsmittel sowie eine entsprechende Gestaltung der Fügungen. Die Zugänglichkeit unterstützt nicht nur den Rückbauprozess, sondern ist auch entscheidend für notwendige Reparaturen und den Austausch von Verschleißschichten. Beides trägt zur Verlängerung der Lebensdauer eines Gebäudes bei.

Die Auffindbarkeit von Informationen und deren langfristige Dokumentation sind Grundlagen für einen zukünftigen Rückbau. Indem wir Gebäude so konzipieren, dass sie immer wieder repariert und angepasst werden können und am Ende ihrer Lebensdauer leicht in ihre Bestandteile zerlegt und wiederverwendet werden können, reduzieren wir die Menge an Abfall und den Bedarf an neuen Ressourcen. Dies trägt zur Verringerung der Umweltauswirkungen der Bauindustrie bei und fördert eine nachhaltigere Nutzung von Ressourcen.

Der umfassende Ansatz des circularWOOD-Projekts schärft das Bewusstsein für die Bedeutung kreislauffähiger Holzbauten und erweitert das Wissen über bestehende Praktiken und Ansätze. Durch die Zusammenführung von theoretischen Erkenntnissen, praktischen Erfahrungen und zukunftsorientierten Szenarien bietet das Projekt eine solide Grundlage für die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen zur Förderung einer klimagerechten und kreislauffähigen Bauindustrie.

Acknowledgement

Das Forschungsprojekt «circularWOOD – Paradigmenwechsel für eine Kreislaufwirtschaft im Holzbau» entstand im Rahmen einer Forschungsk Kooperation des Lehrstuhls für Architektur und Holzbau der Technischen Universität München und dem Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP) der Hochschule Luzern – Technik & Architektur. Mein besonderer Dank gilt meiner Forschungspartnerin Dr. Sonja Geier für die konstruktive Zusammenarbeit.

Das Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

4. Literatur

- [1] EASAC. (2021). Decarbonisation of buildings: for climate, health and jobs. Science advice for the benefit of Europe: Bd. 43. EASAC Secretariat Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina – German National Academy of Sciences. <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:3:2-137698>
- [2] Schuster, Sandra; Geier, Sonja, 2023: circularWOOD: Paradigmenwechsel für eine Kreislaufwirtschaft im Holzbau. BBSR-Online-Publikation 15/2023, Bonn.

Recycling-Projekt: Aufstockung Kelsterbach (50% Recyclinganteil)

Robert Lotz
Nassauische Heimstätte Wohnstadt GmbH
Frankfurt am Main, Deutschland



Recycling-Projekt: Aufstockung Kelsterbach (50% Recyclinganteil)

1. Recycling-Aufstockung in der Umsetzung

1.1. Einleitung

«Die Industrie gibt oft hohe Verwertungsquoten an. Qualitätserhaltende Kreisläufe werden beim Baustoffrecycling aber nur selten erreicht». Solche oder ähnliche Aussagen beschäftigen Robert Lotz -Fachbereichsleiter für Modernisierung und Instandsetzung der Nassauischen Heimstätte Wohnstadt (NHW) seit 2019 intensiv und endeten in der Überzeugung «... da muss sich was ändern!»

Was als Konzept in 2019/2020 begann, wurde 2021 in Kelsterbach Realität. Hier entstanden parallel zu zwei Voll-Modernisierungen zwei Aufstockungen in der Gebäudeklasse 4 mit insgesamt 4 Wohnungen. Das Besondere ist, dass über 50% der Baumaterialien recycelt sind – und zum großen Teil aus den Rückbaumaßnahmen der NHW selbst stammen – echtes Recycling!

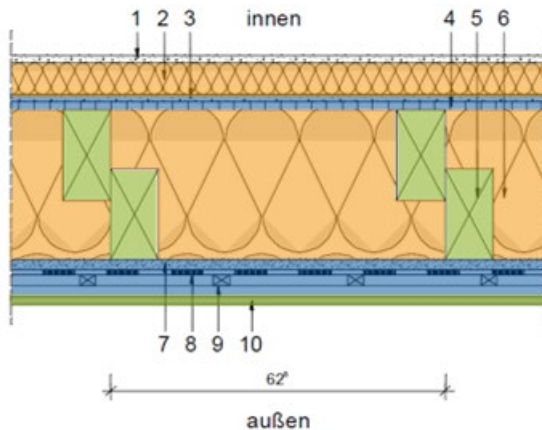
Dachsparren werden zu Wänden, Balkonbrüstungen zu Fassadenverkleidungen, alte Türen aus Modernisierungsvorhaben werden überarbeitet und wieder eingebaut, bis hin zur Dachabdichtung eines renommierten Herstellers, die bereits 15 Jahre verbaut und – gesäubert – wieder verlegt wurde.

Wie hierbei vorgegangen wurde, soll hier in den unterschiedlichen Phasen erläutert werden.

1.2. Planung

Ein Recyclingbau ist kein linearer Planungsablauf, sondern vielmehr ein iterativer Prozess. Das Bauteil, was verfügbar ist, wird eingeplant, kann sich aber im weiteren Prozess als nicht geeignet erweisen und wird durch ein anderes ersetzt. So ändern sich Grundrisse, verschieben sich Öffnungen und Fenstergrößen, Fassaden erhalten andere Oberflächen oder Bodenaufbauten werden höher. Was an Recycling-Produkten eingesetzt wird, hat die NHW in 3 (Recycling-) Kategorien geclustert.

- a. «Grünes» Recyclingmaterial – wie z. B. alte Dachsparren eines vorhergehenden Dachabbruchs, die nach der Schadstoff-Untersuchung als Ständer in den neuen Holzrahmenbauwänden wieder eingesetzt werden.
Ebenfalls zur grünen Kategorie gehören z. B. die HPL-Platten (high pressure laminate) von alten Balkonbrüstungen, die aufgearbeitet und beschichtet als Fassadenplatten wieder zum Einsatz kommen.
- b. «Orangene» Recycling-Komponenten werden zugekauft und sind Produkte mit bauaufsichtlicher Zulassung. Dies können Zellulose-Einblas-Dämmstoffe sein oder auch OSB-Platten, wie sie im Holzrahmenbau häufig verwendet werden. Exemplarisch hier der Wandaufbau der Außenwand mit den unterschiedlichen Farben.



Aufbau Außenwand gem. Bauteilkatalog

- Recycling-Materialien (NH)
- Recycling-Materialien (Zukauf)
- Neue Materialien (Zukauf)

Abbildung 1: Wandaufbau aus verschiedenen Komponenten

Final ergänzt und fertig gestellt wird der Bau mit neuen «blauen» Komponenten, die schichtweg aus Sicherheitsgründen sinnvoll und notwendig sind (Brandschutztüren, HLS-Installation, ...).

Recycling-Anteile der Aufstockung

Gliederung an exemplarisch sechs Gewerken

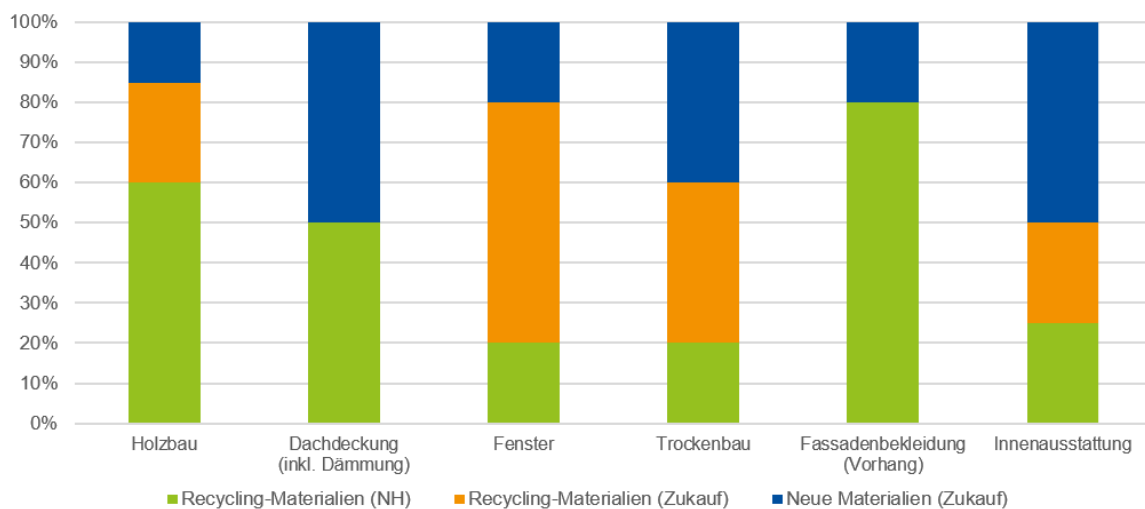


Abbildung 2: Recycling-Anteile der Aufstockung in Bauteilen

1.3. Fachingenieure, Sachverständige & rechtliche Situation

Ohne versierte Fachingenieure, Sachverständige und Firmen, die sowohl den Charakter des Projektes mit tragen, als auch die notwendigen Nachweise und Bescheinigungen erstellen, ist eine Umsetzung zur Zeit nur unter erschwerten Bedingungen möglich. Im Falle der Recycling-Aufstockung (RA) konnten alle notwendigen Unterlagen erstellt und mögliche rechtliche «Grauzonen» thematisiert, besprochen und Risiken minimiert werden. Unterstützung erfährt man hierbei auch durch aktuelle rechtliche Entwicklungen. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) oder die EU-Taxonomie-Verordnung befürworten dieses Vorgehen, indem sie Ressourcen aus dem Abfallrecht herausnehmen.

Explizit wird hierbei auf den fehlenden «Wille zur Entledigung...» verwiesen, die Möglichkeit, Stoffe & Erzeugnisse für den «... ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke ...» aufzubereiten – oder sogar gefordert, dass «... Produkte, Materialien ... in der Wirtschaft so lange wie möglich erhalten bleiben» müssen.

1.4. Qualität der verwendeten Produkte

Viele Bedenken werden bezüglich «gebrauchter Materialien» geäußert. Das betrifft Schadstoffe, die Haltbarkeit und natürlich die Optik.

Im Zuge der Konzeption zur RA wurden alle kritischsten Materialien untersucht. Die Sparren auf schädlichen Holzschutz hin (PCB, Lindan sowie Arsen, Cadmium, ...), die Fassadenplatten darüber hinaus auf Asbest. Alle kritischen Werte lagen unter der Bemessungsgrenze (u.d.B.) – oder waren gar nicht, nicht mehr oder in Kleinstmengen vorhanden. Andere Materialien wurden schlichtweg gesäubert, wie die Dachfolien oder die Elektroswitcherabdeckungen, die einfach in der Geschirrspülmaschine gereinigt wurden.

Probenbezeichnung:	FC51659.1 M1 / Dachstuhlstrich / Dach			
Probenahmedatum:	25.06.2019			
Labornummer:	1940686-001			
Material:	Feststoff, Gesamtfraktion			
	Gehalt	Einheit	Best.gr.	Verfahren
Trockenrückstand	100	%		DIN EN 14346
Lindan	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 10382
PCP	u.d.B.	mg/kg TS	1	DIN ISO 14154

Abbildung 3: Auszug aus Schadstoffuntersuchung

Bei der Haltbarkeit ist man viel auf die Aussagen, Untersuchungen und Einschätzung der Firmen oder der herstellenden Industrie angewiesen. Erstaunlicherweise stößt man aber auch hier auf Zustimmung und Interesse.

Der Dachfolienhersteller verwies bei seinem Material (Kunststoffabdichtungsbahn aus flexiblen Polyolefinen) auf interne Untersuchungen zur Haltbarkeit, die weit über den normalen Garantierahmen hinaus (20-30 Jahre) die Dichtigkeit bestätigen.

Auch der Hersteller der Fassadenplatten – wollte zwar die Haltbarkeit nicht schriftlich bestätigen – äußerte aber keine Bedenken bei fachgerechter Montage und verwies auf die aktuell gültigen Montagerregeln.

Auch bei der Optik können insbesondere hochwertige Stoffe nach der Überarbeitung in «neuem Glanz erstrahlen» – wie die Abbildungen der HPL-Platten zeigt.



Abbildung 4: Zustände HPL-Platten – links nach rechts – Rückbauzustand, geschliffen und neu beschichtet

1.5. Ausschreibung und Vergabe

Um diese Vorgehensweise zukunftsfähig zu machen, müssen auch marktgerechte Preise erzielt werden. Das Problem – viele Materialien stehen nur einmal und zumeist nur einem Bieter zur Verfügung. Wie lassen sich diese Informationen einem breiteren Bieterfeld zugänglich machen?

Die NHW sammelte hier zu jedem Produkt die Daten der Aufbereitung – Abtransport vom Rückbauort, Lagerung, Aufbereitung, Rücktransport zur neuen Baustelle und Montage. Diese Werte fließen in die Ausschreibungstexte als Kalkulationshilfe mit ein.

Der interessierte Bieter kann so den Arbeitsaufwand mit seinen Einschätzungen abgleichen und – so die Theorie – einen EP abgeben, welcher den realen Aufwand widerspiegelt.

Überprüfung des Materials (Tauglichkeit/Schadstoffe/Brandschutz)					
Prüfung des Materials					
	Menge	Einheit	EP	GP	
Schadstoffgutachten					-
Aufwand Statiker - f. Bemessung Tragfähigkeit, Verwendbarkeit...)					-
Einschätzung Brandschutz - (alte Produktdatenblätter...)					-
Einschätzung des Hersteller (falls noch ermittelbar)					
Überlegung zur grundsätzl. Verwendbarkeit - oder Zu- / Neukauf					-
Demontagearbeiten / Transport / Lagerung / Transport					
Demontage/Transport/Lagerung					
	Menge	Einheit	EP	GP	
Rückbau des Materials (evtl. Kosten aus anderem BV)					-
Zwischenlagerung des Materials (Regiestunden)					-
Sortieraufwand und Bereitstellung zum Versand	8,00	h	65,00€/h		520,00 €
Abtransport des Material (nach Regie oder Angebot)	1,00	psch.	500,00		500,00 €
Lagerkosten für unbearbeitetes / bearbeitetes Material					-
Massenermittlung	Beschreibung	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Ergebnis
			1,00	1,00	-
			1,00	1,00	-
			1,00	1,00	-

Abbildung 5: Zwischenstand Aufwandserfassung für Aufbereitung und Transport

Bei der RA wurde das Projekt in einem «kooperativen Vergabeverfahren» vergeben. Hierzu wurden eng mit einem ausgewählten Bieterkreis Gespräche über Machbarkeit, Aufwand und Kosten geführt. Diese Kosten wurden mit aktuellen, artverwandten Tätigkeiten abgeglichen und nach Einigung beauftragt.

1.6. Bauphase – exemplarisch Bauteil Wand, Dach und Fassade

Rahmenbauwand: In der eigentlichen Umsetzung unterscheidet sich eine Recycling-Aufstockung kaum von einer Aufstockung mit neuen Materialien.

Der Vorfertigungsgrad der Wände ist identisch – nur dass die recycelten Materialien (hier Holz) dem Auftragnehmer im Vorfeld zu zuführen sind. Dies kann zusätzliche Kosten verursachen, worin auch ein Kostentreiber dieser Bauweise liegen kann – aber auch ein hohes Einsparpotential, wenn richtig verortet.

Aus den gemachten Erfahrungen ist es sinnvoll, frühzeitig Produkte aus vorausgehenden Baumaßnahmen zu identifizieren und deren Behandlung in dem Leistungsverzeichnis (LV) zu platzieren. So können zusätzliche Transportwege, Lagerkosten und Schäden an den aufbereiteten Produkten vermieden werden.



Abbildung 6: Außenwand mit neuem und recyceltem Holz

Dachbahn: Bei der Dachfolie (TPO/FPO) gab es neben der Verfügbarkeit von Material auch Gewährleistungsgründe, neu und alt zu kombinieren.

Die kritischen Bereiche am Dach sind die Anschlüsse an First, Traufe und Ortgang, weshalb in Kelsterbach diese Bereiche mit neuem Material belegt wurden.

Im Vorfeld zur Wiederverwendung des alten Materials wurde seitens des Herstellers der Dachbahn, Untersuchungen zur Langlebigkeit des Materials vorgenommen. Ein renommier-tes Institut für Materialprüfung konnte eine Haltbarkeit der Folie auf mehr als 55 Jahre ermitteln.

Dem Handwerksunternehmen reichte neben seiner eigenen Expertise diese Aussage, um für das Dach die gesamte Gewährleistung zu übernehmen.



Abbildung 7: Dachbahn kombiniert alt / neu

Fassadenplatten: Auch bei den HPL-Platten konnte im Rahmen der Vorabstimmungen mit dem Hersteller, Verarbeiter und Fachingenieurbüro ein gangbarer Weg bezüglich Kosten, Montage und Gewährleistung gefunden werden.

Die 8mm HPL-Platten aus den Vorprojekten waren als Balkonbrüstungsplatten an einem Mehrfamilienhaus der Gebäudeklasse 4 in den 90er Jahren verbaut worden. Die neuen Anforderungen waren somit identisch denen der alten Verwendung, nur dass die höheren mechanische Belastbarkeiten nicht mehr erforderlich waren.

Der Hersteller hatte keine Bedenken gegen eine erneute Montage unter der Prämisse, dass die Montagerichtlinien eingehalten werden – auch auf einer Holz-Unterkonstruktion (UK). Hierbei konnte allerdings keine Einigung mit der ausführenden Firma erzielt werden. Dieses bestand auf eine Aluminium-UK, was sich in der Ökobilanzierung als schlecht erwies. Allerdings übernahm der Betrieb die volle Gewährleistung auf seine Ausführung – ohne die Gewährleistung für die reine Materialbeschaffenheit der Platten zu übernehmen. Diese blieb als Restverantwortung bei der NHW.

Bei der Aufbereitung konnten nicht, wie prognostiziert, die gesamten Kosteneinsparpotentiale realisiert werden. Wie bereits erwähnt, wurden in diesem Pilotprojekt Materialien von unterschiedlichen Baustellen zusammengezogen, die verbracht, gelagert, aufbereitet und wieder geliefert werden mussten.

Der Aufbereitungsaufwand der Platten (nach der Schadstoff-Untersuchung) war hier durchaus angemessen und vertretbar. Allerdings mussten aufgrund diverser Gründe die Platten mehrfach umgelagert und verbracht werden, was höhere Kosten verursachte als erwartet.

Um die Wirtschaftlichkeit der Vorhangfassade insgesamt zu überprüfen, wurden parallel Angebote mit neuen HPL-Platten eingeholt.

Diese Vergleichsangebote führten auf Grund hoher Preis-Unsicherheiten während der Corona-Zeit 2021, sowie Zeitverzögerungen durch gestörte Abläufe zu hohen Angebotspreisen, die nicht immer marktgerecht waren.

Trotz dieser Entwicklung und Angebote konnte die Recycling-Bauweise preislich noch überzeugen.

SZ-Position zzgl. MwSt.					
Text	Pos.	Gesamt	MwSt.	Brutto	
Transport Schreinerei B.....	Einzelrech.	866,78 €	164,69 €	1.031,47 €	Transporte zw. FFM / Kelsterbach, da keine Lagerung bei Fa. B. (Umzug)
Aufbereit. Schreinerei B.....	Einzelrech.	12.016,81 €	2.283,19 €	14.300,00 €	Verhandelter Preis nachträglich!
Schlußrechnung Fa. P.....	Gesamtrech.	33.439,59 €	6.353,52 €	39.793,11 €	Gesamte Rechnung neu - Alu-Unterkonstruktion!!!
				55.124,58 €	(Preisbereinigung 1.000,- noch nicht erfolgt)
		GESAMT	m ²	Gesamt/m ²	
Kosten pro m² - Recyclingplatten:		55.124,58 €	150,00	367,50 €	
Angebot Fa. G..... entspricht:		69.588,00 €	150,00	463,92 €	
Angebot Fa. Sch.....entspricht		58.619,00 €	145,00	404,27 €	
<i>(Angebote unverhandelt, Corona-Preise und nicht leistungsbereinigt)</i>					

Abbildung 8: Auswertung Aufbereitung HPL-Platten vs. Angebote



Abbildung 9: Fassadenplatten Eckausbildung (Rückseite) mit UK aus Aluminium

1.7. Auswertung Nachhaltigkeit und Kosten

Die ökobilanziellen Ergebnisse wurden mit Hilfe des Tools eLCA (www.bauteileditor.de) und basierend auf Daten der Ökobaudat 2020 II ohne Verwendung des Moduls D ermittelt. Die gebaute Lösung (Recycling) wurde mit einem Referenzmodell gleicher Bauweise und mit ausschließlich neuen Bauprodukten verglichen. Daraus wurden repräsentative Bauteile hinsichtlich des Einsparpotenzials an CO₂ Äquivalent [kg CO₂-Äqv/m²NGFa] und nicht erneuerbarer Primärenergie [MJ/m²NGFa] betrachtet. Als Restnutzungszeitraum wurden hier 25 Jahre zu Grunde gelegt.

Bei den Kosten wurden reine Materialpreise verwendet. Problematisch hierbei waren die angebotenen Einheitspreise aus den Angeboten, welche immer Material & Lohnkosten, sowie einen Gemeinkostenzuschlag enthielten.

Wo möglich, wurden die reinen Materialpreise erfragt. Wenn diese nicht vorlagen, durch Preise aus einer online-Recherche ergänzt.

Um die Auswertung nicht einseitig und zu Gunsten der Recycling-Bauweise zu verfälschen, wurden hier eher höhere Preise angesetzt – alle Kosten sind Bruttopreise.

Bei der Recycling-Bauweise wurde der Aufwand für den Rückbau, Transport, Aufbereitung und – falls angefallen – für die Lagerung berücksichtigt und auf die entsprechende Größe umgerechnet (z. B. €/m²).

Neben den oben bereits genannten drei Produkten (Holz, Dachfolie und Fassadenplatten) wurden darüber hinaus folgende Bauteile analysiert: Innenwände, Innentüren mit Beschlägen, Fensterbänke, Fenster, Elektroschalterabdeckungen, Estrichaufbau (Kork-Schrot + Steinholz-Estrich), Einbauküchen, Vorstellbalkone, Pflasterbeläge, Fahrradbügel, Fundamentreste, Mastleuchten außen und Fallrohre. Alle Materialien – außer Estrich und Vorstellbalkone – stammten aus den eigenen Rückbaumaßnahmen vorangegangener Modernisierungen.

Alle Ergebnisse der Analyse wurden in drei Tabellen und Grafiken dem «Neubau» gegenübergestellt.

Exemplarisch hier der Wandaufbau außen und die Ergebnisse in folgender Reihenfolge:

- Einsparung bei Treibhausgasen
- Primärenergie-Einsparung
- Gesamttabelle mit Kostengegenüberstellung

In der ersten Darstellung – Treibhausgase – sind die verschiedenen Schichten der Wand in zwei Balken dargestellt. Links die Recycling-Bauweise, rechts der Aufbau mit neuen Materialien.

In dem linken Balken fehlen die Holz- und Fassadenmaterialien, da sie mit «0» angesetzt wurden.

Hintergrund hierfür ist zum einen das Vorhandensein des Materials und zum anderen die geringen Emissionen, die im Rahmen des Aufbereitungsprozesses anfielen.

Nach anfänglicher Erfassung aller Zeiten, Transport-Emissionen, Strommengen für Maschinenlaufzeiten etc., stellte sich heraus, dass die CO₂-Mengen vernachlässigbar gering war – der Aufwand der Analyse jedoch immens. So summierten sich die CO₂-Werte bei der gesamten Logistik und Aufbereitung der Hölzer für die Wände auf gerade mal 23 kg.

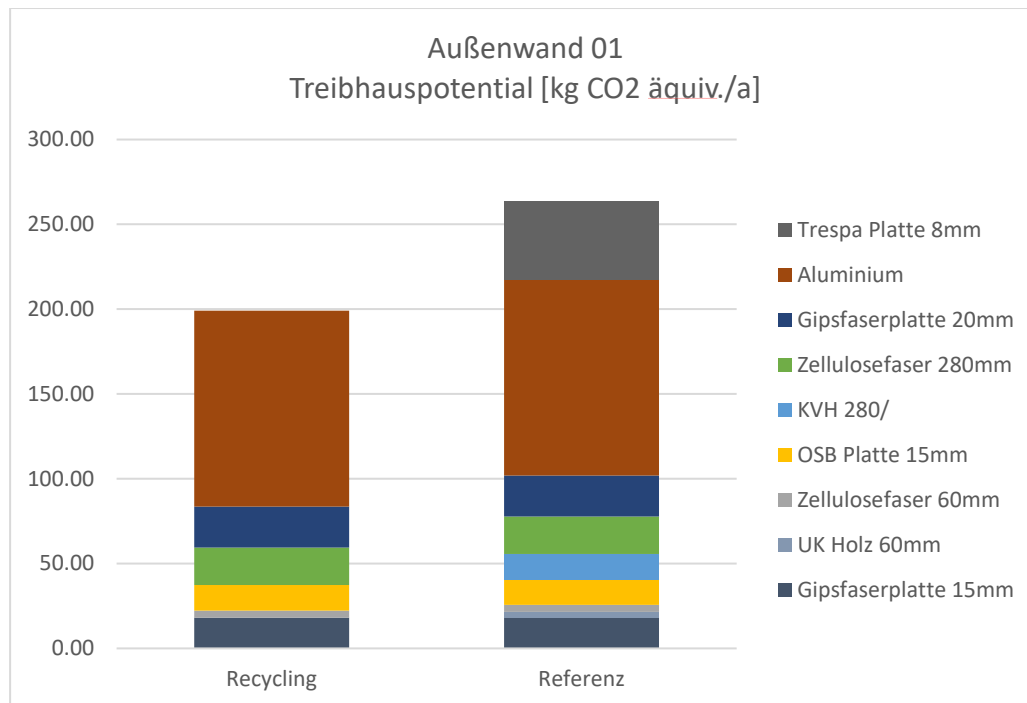


Abbildung 10: Emissionen Recycling vs. Neubau der Außenwand

Gleiche Ergebnisse zeigten sich bei der Primärenergie im unteren Schaubild.

Auch hier wird deutlich, dass der zusätzlich erfasste Energieaufwand für der Aufbereitung von Materialien nicht wirklich ins Gewicht fallen würde.

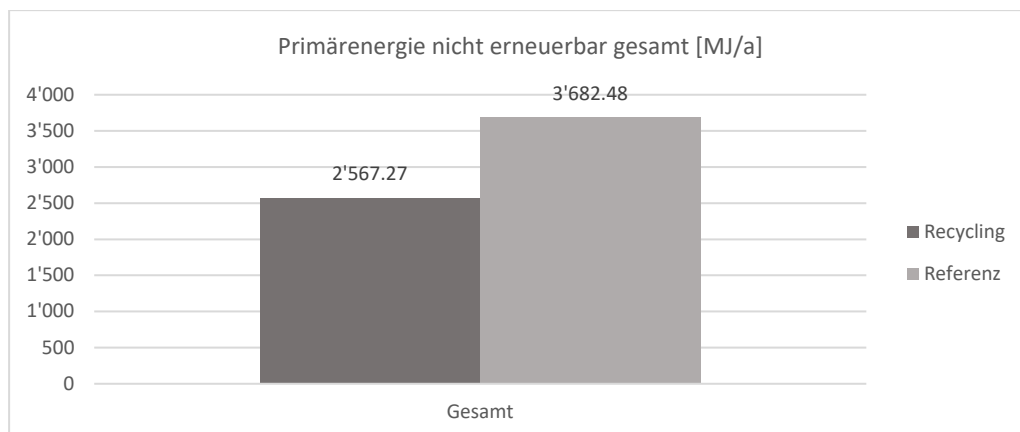


Abbildung 11: Primärenergieaufwand für Recycling (links) und Neubau (rechts)

Preise: Bei den Recherche-Preisen sind die Kosten in beiden Bauweisen immer identisch ausgewiesen. Abweichende Preise wurden nur verwendet, wenn diese verlässlich vorlagen (Angebote) oder vorher umfänglich analysiert und ermittelt werden konnten. Deutlich wird hier der Aufbereitungsaufwand der Hölzer, der erkennbar unter dem Zukauf von neuem Holz liegt. Über die benötigte Menge von fast 40m³ Holz macht sich diese Differenz deutlich bemerkbar.

Bei den Fassadenplatten wird der Unterschied ebenfalls offensichtlich. Eine Abweichung ist bei der UK aus Aluminium zu erkennen, die aus real vorliegenden Angeboten stammte. Um aber die Gesamtwirtschaftlichkeit der Maßnahme für die NHW realistisch darzustellen, wurden hier die Ist-Kosten des ausführenden Unternehmens zu Grunde gelegt, obwohl die Mitbieter hier günstiger angeboten hatten. Die Mitbewerber wollten primär neue Platten verbauen und wurden deshalb nicht berücksichtigt.

Bei einer Preisanpassung gegenüber dem Referenzpreis aus den Angeboten, wäre der Unterschied noch deutlicher (>21,09%) zu Gunsten der Recycling-Fassade ausgefallen.

Außenwand 01	PENRT			GWP			Kosten		
	Recycling	Referenz	Einsparung	Recycling	Referenz	Einsparung	Recycling	Referenz	Einsparung
Gipsfaserplatte 15mm	277,492197	277,492197		18,081424	18,081424		11,58 €	11,58 €	
UK Holz 60mm/60mm	0	42,4615306		0	3,36428366		1,27 €	4,83 €	
Zellulosefaser 60mm	15,5800527	15,5800527		4,18017679	4,18017679		8,60 €	8,60 €	
OSB Platte 15mm	231,454527	231,454527		15,1506942	15,1506942		5,37 €	5,37 €	
KVH 280/80mm Wand/m ²	0	191,867993		0	14,9360574		54,89 €	133,63 €	
Zellulosefaser 280mm	82,4011678	82,4011678		22,1084906	22,1084906		23,15 €	23,15 €	
Gipsfaserplatte 20mm	369,989596	369,989596		24,1085654	24,1085654		7,76 €	7,76 €	
Aluminium-Unterkonstruktion 68mm	1590,3571	1590,3571		115,426666	115,426666		265,00 €	221,00 €	
Trespa Platte 8mm	0	880,876633		0	46,0502857		95,00 €	183,00 €	
Gesamt	2567,27464	3682,48080	30,3%	199,05602	263,40664	24%	472,61 €	598,91 €	21,09%

Abbildung 12: Analyse: Primärenergie, Treibhausgas-Emission und Kosten für die Außenwand

Bei der Gesamtwirtschaftlichkeit der Maßnahme lagen die Kosten geringfügig unter einem Referenzbau (RefB) des gleichen Jahres. In der unteren Tabelle sind hier aber nur die Gesamtkosten pro m² Wohnfläche dargestellt, was mit der fehlenden Aufteilung zwischen Lohn und Material zu tun hat.

Der RefB in Darmstadt weist einige Besonderheiten auf, welche bei einer Berücksichtigung die Recyclingbauweise wirtschaftlich noch interessanter werden lassen.

Zum einen wurde in Darmstadt ein WDVVS statt einer Vorhangfassade gebaut, was mit mindestens 100,- € Minderkosten pro m² Fassadenfläche zu Buche schlägt.

Des Weiteren wurde der RefB an ein Nahwärmenetz angeschlossen, was von den Kosten deutlich unter dem Beheizungskonzept des Recyclinggebäudes in Kelsterbach lag.

In Kelsterbach wurde die komplette Anbindung mit fossilem Energieträger gegen eine Versorgung durch Wärmepumpe ersetzt (Heizung und Trinkwasser). Die Kosten hierfür liegen deutlich über den Anschlusskosten des RefB in Darmstadt.

Die untere Darstellung gibt somit eine Tendenz wieder, dass die Recyclingbauweise eine ernst zu nehmende Alternative sein kann.

	PENRT			GWP			Kosten		
	Recycling	Referenz	Einsparung	Recycling	Referenz	Einsparung	Recycling	Referenz	Einsparung
Außenwände (inkl. Fenster, Türen)	4167,55852	6120,53787	32%	316,226107	444,052229	29%			
Innenwände (inkl. Fenster, Schalter, Innentüren)	1585,81778	1787,97809	11%	103,36064	118,599631	13%			
Decken	2090,07971	3173,3305	34%	115,207683	298,421645	61%			
Dach	1854,31695	3263,01085	43%	212,526696	295,151386	28%			
Außenanlagen	0,00E+00	333,308051	100%	0,00E+00	59,3291099	100%			
	Recycling	Referenz	Einsparung	Recycling	Referenz	Einsparung	Recycling	Referenz	Einsparung
Gesamt	9697,77296	14678,1653	33,9%	747,321126	1215,554	39%	4.354,00 €	4.442,00 €	-2%
							Brutto - Euro/m ² Wohnfläche gegenüber Vergleichsobjekt 2022 (Darmstadt)		

Abbildung 13: Einsparungen (Primärenergie und Treibhausgase) sowie Kosten pro m² Wohnfläche.

1.8. Lessons learned

Über die zwei Jahre Planungs- und Ausführungsphase hinweg ergaben sich einige Problemfelder, welche diese Bauweise aktuell noch erschweren. Als Lösungsansätze sollen hier nur exemplarisch einige Punkte genannt werden, die sich in den nachstehenden Gruppen untergliedern.

Material:

- Die Rechtslage zum Verbauen von gebrauchten Produkten ist nicht eindeutig geregelt
- Es braucht professionelle Betriebe für den Rückbau und die Aufbereitung
- Der Schlüssel für die Wirtschaftlichkeit beim Recyceln liegt unter anderem in der Logistik
- Restmaterialien, Aufmaß-Fehler und Insolvenzmassen bieten eine interessante Quelle für den Zukauf – und entlasten so auch die Stoffkreisläufe

Rechtliche Aspekte & Förderung:

- Der Gebäudetyp E könnte eine Lösung sein, diese Bauweise zu etablieren, wenn Regelungen angepasst werden
- Es braucht eine Um-Bauordnung, die sich am Bauen im Bestand orientiert – nicht am Neubau
- Förderungen, z. B. für die Einsparung an grauer Energie müssten etabliert werden
- Das Abfallrecht müsste mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz in Einklang gebracht werden

Industrie, Wirtschaft & Handwerk:

- Mehr Offenheit für diese Entwicklung bei Handwerk und Industrie
- Mehr Produkte aus Recyclingstoffen herstellen und schnellere Zulassung dieser Produkte
- Lastenverteilung bei der Gewährleistung muss fair für alle geregelt werden

Hasletre – ein anpassungsfähiges, demontierbares Bürogebäude in Holzbauweise in Oslo

Moritz Groba
Oslo
Oslo, Norwegen



Hasletre – ein anpassungsfähiges, demontierbares Bürogebäude in Holzbauweise in Oslo



Abbildung 1: Fassade – Foto: Einar Aslaksen

1. Ausgangspunkt

Das Projekt Hasletre im Nordosten Oslos ist ein ca. 3000 Quadratmeter großes Bürogebäude mit 4 Etagen in Holzkonstruktion auf einem Keller in CO₂-reduziertem Beton. Es ist ein Vorzeigebispiel für die zukünftige kreislaforientierte Bauindustrie. Die Holzkonstruktion ist darauf ausgelegt, demontiert und wiederverwendet werden zu können, unter anderem durch die großflächige Anwendung von Holz-zu-Holz-Verbindungen.

Der Startschuss für das Projekt fiel im Dezember 2019. Die Baugenehmigung wurde im Dezember 2020 eingeholt, im März 2021 wurde der Bürobau auf dem Mietmarkt angeboten und im Herbst 2022 fertiggestellt. Das Gebäude ist langfristig an «Save the Children», auf Norwegisch «Redd Barna», vermietet, die im Januar 2023 die Einweihung feierten.

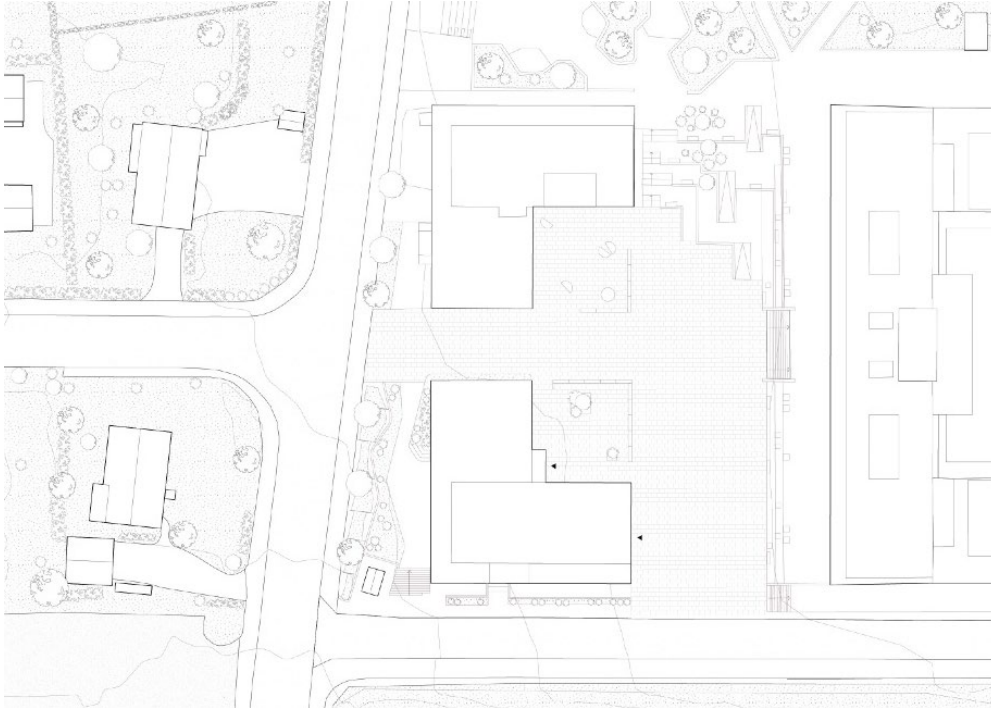


Abbildung 2: Situationsplan – Foto: Oslotre

HasleTre ist Norwegens erstes demontierbares und wiederverwendbares Bürogebäude aus Holz. Der umfangreiche Einsatz von vorgefertigten Holzelementen und innovativen Holz-zu-Holz-Verbindungen im Tragwerk und den Decken ermöglicht eine einfache Montage und Demontage. Das Innenraumkonzept setzt die Umweltambitionen des Gebäudes fort, indem es auf eine demontierbare Einrichtung und die Wiederverwendung von losem Inventar aus den alten Büros von Redd Barna setzt.

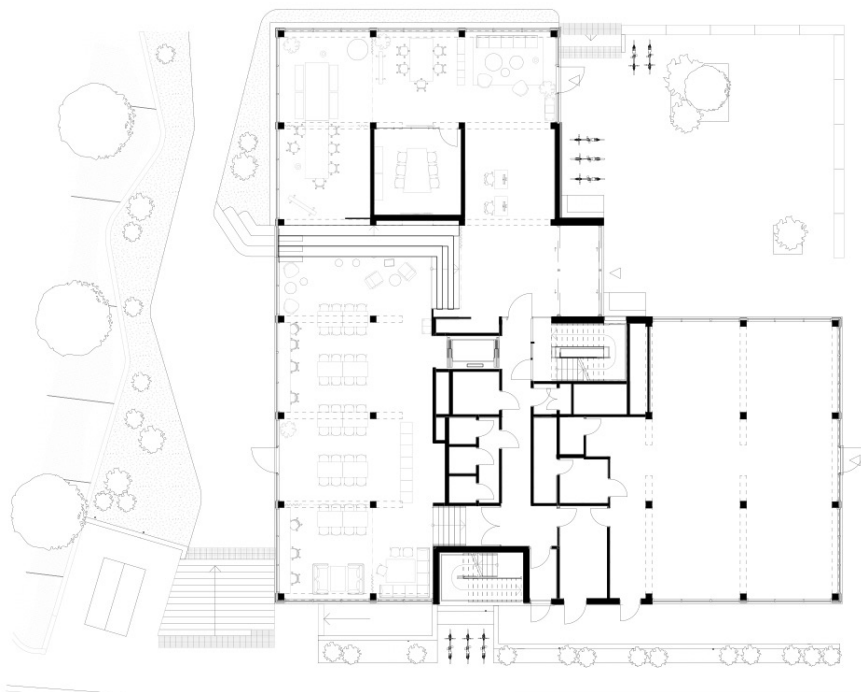


Abbildung 3: Plan Erdgeschoss – Foto: Oslotre

HasleTre ist ein Beispiel dafür, wie gute Architektur zu nachhaltiger Innovation und dem Umbruch der Bau- und Immobilienbranche hin zu einer neuen Kreislaufwirtschaft inspirieren und beitragen kann.



Abbildung 4: Millimetergenaue Vorfertigung und Montage – Foto: Moritz Groba

Weltweit ist der Bausektor für etwa 40 % der Treibhausgasemissionen, ca. 40 % des Rohstoffverbrauchs und rund 40 % der Abfallerzeugung verantwortlich. Diese Entwicklung kann in einer Welt mit zunehmendem Ressourcenmangel und negativen Klimaänderungen nicht beibehalten werden. Die Reduzierung von Treibhausgasemissionen und der Übergang von der Wegwerf- zur Kreislaufwirtschaft sind wichtige Ansätze, um diese Herausforderungen zu lösen.

Neben der Bestellung eines Büros in Holzbauweise, war die Konzentration auf Wiederverwendung und Wiederverwertbarkeit von Anfang an von Bauherrenseite gefordert. Ein Aspekt dieses Ziels war, dass Gebäudekomponenten, Technik und Interieur angepasst, demontiert und wiederverwendet werden können. Auf diese Weise wird Flexibilität und Anpassungsfähigkeit mit eingeplant, und die verwendeten Materialien und Komponenten können lange im Kreislauf verbleiben.

Bereits früh wurde für das Projekt auch die Ambition ausgerufen, die Treibhausgasemissionen gegenüber einem Bürogebäude in konventioneller Bauweise um mindestens 50% zu reduzieren.

2. Entwurfsprozess

HasleTre ist das Resultat einer engen Zusammenarbeit zwischen ambitionierten Bauherren und Mietern und visionären Architekten und Innenarchitekten, mit dem gemeinsamen Ziel, etwas Außergewöhnliches zu schaffen. Für Høegh Eiendom und AF Eiendom, die gemeinsam das gesamte Areal «Hasle Linje» bebauen, hatte Oslotre schon früher eine Studie für ein Bürogebäude im südnorwegischen Moss durchgeführt.

Diese frühere Zusammenarbeit verdeutlichte das Potenzial zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen um bis zu 60 % durch den Ersatz von Stahl- und Betonstrukturen durch Holz. Diese Erkenntnisse waren die Grundlage für die Formulierungen der Ansprüche für HasleTre.

Für den Mieter Redd Barna entsprach das Gebäude den eigenen formulierten Umweltambitionen, die eines der Kernthemen der Fokussierung auf faire Lebensbedingungen für Kinder und zukünftige Generationen bilden. Das Innenarchitekturbüro Romlaboratoriet

wurde aufgrund seiner Ambitionen innerhalb der Themen Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft ausgewählt, um das architektonische Konzept in der Möblierung fortzusetzen.

Die Konzeptualisierung des Projekts sowie die Entwurfs- und Vorplanungsphase wurden von den Bauherren gesteuert. Gemeinsam mit den Architekten konzipierten Vertreter der Bauherren und wichtige Fachplaner das Projekt und verankerten früh zentrale Umweltziele für den Bau eines demontierbaren und wiederverwendbaren Holzgebäudes mit BREEAM NOR Excellent-Zertifizierung.

In einer Konzeptstudie wurden Untersuchungen zu Materialauswahl, Tragstrukturen und Verbindungen durchgeführt, um die Eignung für die Demontage und die generelle Baubarkeit zu belegen. Die Konzeptstudie gab der Projektgruppe die nötige Sicherheit um mit innovativen Ansätzen, insbesondere für die Holzverbindungen und das Tragwerk zu planen.



Abbildung 5: Mock Up Konstruktionsprinzip – Foto: Jørgen Tycho

Während der Vorplanung wurden die Holzverbindungen in Modellen in der Werkstatt der Architekten weiter ausgearbeitet. Diese Studien waren sehr wichtig, um Verständnis für und Vertrauen in die Bauabläufe und Tragfähigkeit der Verbinder zu schaffen und waren damit entscheidend dafür, dass diese Lösungen auch im fertigen Projekt zur Anwendung kamen.

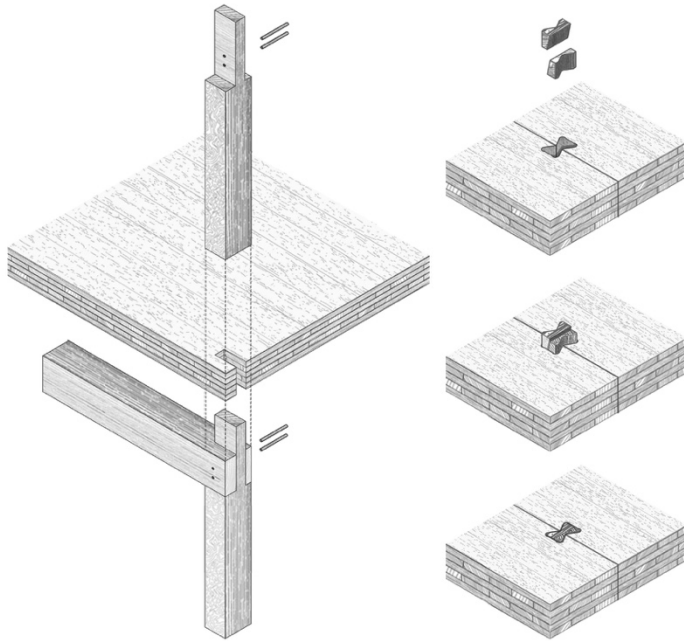


Abbildung 6: Konstruktionsprinzip – Foto: Oslotre

Mit dem Übergang zum Detailprojekt übernahm ein Generalunternehmer das Projekt. Des- sen Verpflichtung zu den gesetzten Umweltzielen und Ambitionen des Projekts war der Schlüssel zur Umsetzung innovativer Lösungen und zur Integration von wiederverwendeten Materialien in das Projekt.

Redd Barna unterzeichnete im Sommer 2021 den Mietvertrag für Hasletre und erhielt damit die Möglichkeit, aktiv an der Entwicklung der Innenraumlösungen und des Interieurs teilzunehmen. In Zusammenarbeit mit ihren eigenen Innenarchitekten von Romlaboratoriet und den Innenarchitekten des Bauherrn von I.D. arkitektur entwickelte Redd Barna ein Innenraumkonzept, bei dem die Holzarchitektur des Gebäudes und wiederverwendetes Inventar die Grundlage für das Design bildeten. Soziale Nachhaltigkeit und Innovation standen auch bei Redd Barna und Romlaboratoriet hoch im Kurs, sowohl Schülerinnen und Schüler von weiterführenden Schulen als auch Arbeitsintegrationsunternehmen wurden engagiert, um Möbel zu recyceln oder herzustellen.



Abbildung 7: Arbeitsplätze und renovierte Möbel – Foto: Einar Aslaksen

Die Zuweisung von Verantwortlichkeiten und Risikobewertungen kann sowohl bei der Arbeit mit innovativen Lösungen als auch mit wiederverwendeten Materialien herausfordernd sein. Eine frühzeitige Verankerung von Prinzipien und Lösungen ist entscheidend, um die Kontinuität im Projekt vom Anfang bis zum Abschluss sicherzustellen. Im Hasletre-Projekt konnten die Architekten beispielsweise die Verantwortung für die Bauplanung übernehmen und den Lieferanten bei der Einführung neuer und unbekannter Lösungen entlasten. Darüber hinaus übernahm der Bauherr ein Teil des Risikos durch die Verwendung gebrauchter Materialien im Projekt. Diese Bereitschaft, Risiken zu tragen, ist ein zentrales Mittel zur Förderung von Innovation.

Die noch recht junge Wiederverwendungsbranche befindet sich in der Entwicklung und in starkem Wachstum, hat jedoch weiterhin Herausforderungen in Bezug auf unter anderem Verfügbarkeit und Logistik und damit auch die Materialpreise. Dies spiegelt sich im Prozess rund um das Hasletre-Projekt wider, wo der Einsatz von wiederverwendeten Materialien zu weniger Vorhersehbarkeit führte und Ad-hoc-Untersuchungen und Materialauswahl während des Prozesses erforderte sowie Anpassungen und Änderungen an bereits geplanten Lösungen.

3. Gebäudekonzept

Hasletre wurde für Demontage und Wiederverwendung und somit zirkuläre Strategien mit Fokus auf den Materialkreislauf bei der Errichtung, während der Nutzung und beim Abbau konzipiert.

Die Tragstruktur wurde so gestaltet, dass größtmögliche Standardproduktionsformate verwendet wurden, die wenig bearbeitet und perforiert sind. Dadurch behalten die Elemente auch nach dem Abbau ihren Wert.



Abbildung 8: 15 x 3m große Brettsperrholzelemente – Foto: Moritz Groba

Die Verwendung von Holz-zu-Holz-Verbindungen reduziert den Einsatz von Stahl im Gebäude und ermöglicht eine vereinfachte Demontage. Wenn erforderlich, können die Holzverbindungen aufgebohrt oder -gesägt werden, ohne dass die Bauelemente beschädigt werden. Die Brettsperrholzelemente in Decken und Wänden sind mit zweiteiligen, doppelten Schwalbenschwanzverbindungen in Birkensperrholz (X-fix aus Österreich) verbunden. Dies ist das erste Mal, dass das X-fix-System in Skandinavien zum Einsatz kam.



Abbildung 9: X-Fix Verbinder in einer der Wände – Foto: Moritz Groba

Die Stützen und Balken sind mit langen, schlanken Dübeln aus Buchenholz fixiert. Hierfür wurde der Balken ab Werk vorgebohrt, diese Bohrungen dienten dann als Schablobe für die Bohrung in der Stütze während der Montage. So konnten leichte Toleranzen aufgenommen werden.



Abbildung 20: Montage Buchendübel – Foto: Moritz Groba

In der zentralen Achse der Konstruktion sind die Balken unterbrochen. Hier wird die sekundäre Tragfähigkeit der eigentlich quer zu den Balken spannenden Brettsperrholzplatten ausgenutzt, um frei über den 1,6 m breiten Installationskorridor zu spannen. Somit werden Perforierungen in den Trägern vermieden und damit die Wiederverwendbarkeit erhöht. Gleichzeitig können Installationen leicht angepasst werden, ohne von Durchbruchdurchmessern abhängig zu sein.



Abbildung 31: Freier Installationskorridor, Rohbauphase – Foto: Moritz Groba

Die Holzverkleidungen im Inneren sind mit LignoLoc Holznägeln befestigt, so dass nicht Reste von Metallstiften die Wiederverwendbarkeit der Holzplatten beeinträchtigen. Das Projekt stellt damit ein Gebäude der nächsten Generation dar, bei dem alte Holztechniken an die moderne industrielle Produktion angepasst wurden.

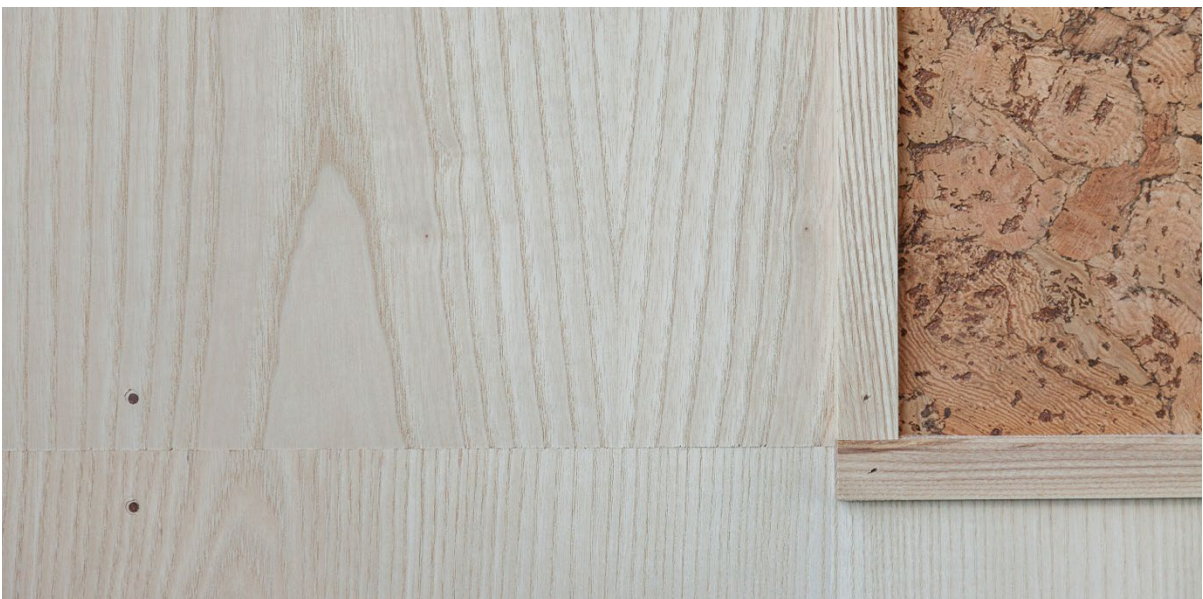


Abbildung 42: LignoLoc Holznägel – Foto: Moritz Groba

Die Planung und Organisation des Gebäudes ermöglichen alternative Nutzung und Umgestaltung der Räumlichkeiten im Laufe der Zeit. Die Stützen stehen in einem einfachen, quadratischen Raster mit rund fünf Metern Achsabstand, was eine einfache Aufteilung in neue Räume entsprechend zukünftiger Anforderungen ermöglicht.



Abbildung 13: Plan Typische Etage – Foto: Oslo tre

Das Innere ist anpassungsfähig gestaltet, mit demontierbaren Oberflächen, leicht zugänglichen technischen Systemen und einem modularen Holzboden auf Stützfüßen, der sich einfach an Änderungen im Plan anpassen lässt. Demontageanweisungen werden dem Gebäude beigelegt und bieten Anleitungen für Änderungen und den endgültigen Abbau. Im Bau werden unter anderem das Lüftungsaggregat, Akustikplatten, Sanitärinstallationen und Bodenbeläge aus anderen Projekten wiederverwendet. Redd Barna setzt die Wiederverwendung mit seinem Interieurkonzept fort, das auf der Wiederverwendung von Möbeln und Inventar basiert.

Die Fassade ist mit unbehandelten Schindeln in Fichtenkernholz verkleidet, die in ihrer Kleinteiligkeit und mit dem liegenden Format sowie der auf Sicht variierenden Vergrauung die Ziegelfassade des benachbarten «Vinslottet» aufnehmen.



Abbildung 54: Fassade an der Dachterrasse – Foto: Moritz Groba



Abbildung 65: Sitztreppe – Foto: Einar Aslaksen

4. Umwelteigenschaften

Das fertige Projekt hat sowohl national als auch international viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen, da es zeigt, dass es möglich ist, effiziente Holzbauten zu errichten, ohne dass dies zu Lasten der architektonischen Qualität oder der Umwelt geht. HasleTre gewann den norwegischen Preis als «Holzbau des Jahres 2022», war einer der drei Finalisten für den Architekturpreis der Stadt Oslo 2023 und gewann die renommierte Anerkennung des norwegischen Instituts für Design und Architektur (DogA) 2024.

Redd Barna berichtet von gesteigerter Zufriedenheit und Präsenz unter ihren Mitarbeitern. Das Projekt ist zu einem wichtigen Identitätsmerkmal für die Organisation geworden, das ihre eigene Arbeit für eine nachhaltige Zukunft für Kinder weltweit unterstützt.

Die Berechnungen für HasleTre zeigen eine 59%ige Reduktion der Treibhausgasemissionen aus Materialien und Energieverbrauch über einen Lebenszyklus von 60 Jahren gemäß der norwegischen Referenz «FutureBuilt Zero v01». Die Verwendung von regionalem, norwegischen und schwedischem Holz ist ein entscheidender Faktor für die erhebliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen. Das Gebäude ist BREEAM NOR Excellent-Zertifizierung zertifiziert, was die ganzheitliche Herangehensweise des Projekts an Umwelt und Nachhaltigkeit bescheinigt.



Abbildung 76: Multifunktionsraum – Foto: Einar Aslaksen

Für die Möblierung wurden 60% der gebrauchten Möbel von Redd Barna wiederverwendet oder zusätzliche Möbel auf dem Gebrauchtmärkte erworben. Mit einer durchschnittlichen CO₂-Einsparung von 90 kg pro Möbelstück hat das Projekt alleine hier mehr als 35 Tonnen CO₂ Emissionen eingespart.

Die verbleibenden 40% der Möblierung sind notwendige Neukäufe, die alle verschiedenen Umwelt- und Kreislaufanforderungen entsprechen. Bänke und Tische sind aus dem Material Greengridz (biologisch abbaubar, recycelte Zellulosefasern) gebaut und sind so konzipiert, dass sie demontiert werden können. Kantine Stühle bestehen aus recyceltem Meeresplastik.



Abbildung 87: Arbeitsplätze mit Woll-Absorbenten – Foto: Kevin Fauske

Weitere Beispiele sind Trennwände aus überschüssiger Wolle, Besprechungstische mit überschüssigem Linoleum und kleine Tische mit Platten aus recyceltem Aluminium.

Gesundheit und Lebensqualität sind eines der 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen und eine wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige gesellschaftliche Entwicklung. In Norwegen verbringen wir etwa 90% unseres Lebens in Innenräumen. Daher ist ein gesundes Raumklima von entscheidender Bedeutung für die präventive Gesundheitsfürsorge. In Hasletre schaffen freiliegende Holzoberflächen eine natürliche, warme Atmosphäre. Die umfangreiche Verwendung von Holzlamellen und Korkplatten sorgt für eine gute Raumakustik. Der Teppich in den Büroräumen ist ein industriell hergestellter Ziegenhaarteppich mit hygroskopischen, luftreinigenden und antiseptischen Eigenschaften. Die hygroskopischen Eigenschaften von Holz und Wolle tragen dazu bei, die Luftfeuchtigkeit in Innenräumen zu regulieren und stabil zu halten. Große, gut platzierte Fenster in der Fassade sorgen für ausreichend Tageslicht, was sich positiv auf die Konzentration der Menschen auswirkt. Öffnungsflüge in vielen Fenstern und Raumsteuerungen von Temperatur, Licht und Sonnenschutz geben den Nutzern persönlichen Einfluss auf das Raumklima.



Abbildung 98: Büroetage – Foto: Einar Aslaksen

Die Kombination all dieser Elemente trägt dazu bei, dass Hasletre ein angenehmes und gesundes Gebäude ist, in dem man sich gerne aufhält. Ein Gebäude, das gute Rahmenbedingungen für einen produktiven Arbeitstag schafft.

Derzeit läuft eine Studie in Zusammenarbeit mit Redd Barna und der NMBU (Norwegens Umwelt- und biowissenschaftliche Universität in Ås), um die mögliche Reduktion des Krankenstandes durch den Umzug in ein neues Gebäude mit weitreichendem Einsatz von Naturmaterialien und gutem Tageslichteinfall im Vergleich zu älteren Daten aus früheren Räumlichkeiten zu untersuchen.

Gleichzeitig werden verschiedene quantitative Messungen zur Luftqualität, Akustik, Wohlbefinden und Stromverbrauch durchgeführt, um die Ergebnisse zu untermauern.

Die Konzeptionierung für einen kreislaufwirtschaftlichen Materialfluss bei der Errichtung, Nutzung und Entsorgung schafft wirtschaftliche Auswirkungen für die Gesellschaft und den Bauherrn. Durch die Planung für die Demontage wird Hasletre zu einer wertvollen Materialbank für zukünftige Generationen, die gleichzeitig das im Holz gebundene CO₂ einlagert. Die Planung eines Neubaus, bei dem bereits jetzt berücksichtigt wird, wie die Materialien in 100 Jahren demontiert und wiederverwendet werden können, ist eine zugleich uralte und im heutigen gebauten Kontext neue und innovative Denkweise.

Sie verändert das etablierte Verständnis von Gebäuden als einmalige Investition. Materialien und Komponenten, die zurück in die Wertschöpfungskette gelangen, haben sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Vorteile. Dies ist ein grundlegend andersartiges Denken, das das Investitions- und Renditeverständnis für die gesamte Bauindustrie verändern kann. So wurden zum Beispiel die Bürostühle von Redd Barna in ein sogenanntes «Möbelspa» geschickt und erhielten daraufhin als erste wiederverwendete Möbel eine 3-jährige Neuwertig-Garantie nach Neubezug und Überholung. Auf diese Weise trägt die Wiederverwendung von Möbeln zu einer erhöhten Nachfrage nach Handwerksbetrieben und zur Sicherheit für die weitere Verwendung vorhandener Produkte bei. Durch die Arbeit von Romlaboratoriet wurden für das Projekt auch akustische Trennwände basierend auf Restmaterialien aus der Wollproduktion entworfen und entwickelt. Überschüssige Wolle, die sonst als ungeeignet für die Garnproduktion betrachtet wird, wird wieder in die Wertschöpfungskette aufgenommen.

Durch Regenbecken, Biotopdächer und grüne Fassaden leistet das Projekt auch einen wichtigen Beitrag zur Abdämpfung von Starkregenereignissen und zur Stärkung der biologischen Vielfalt in der Umgebung; durch die Bepflanzung mit heimischen Gewächsen, die bestäubenden Insekten anziehen, sowie die Installation von Insektenhotels und Vogelhäuschen an der Fassade.



Abbildung 109: Übersichtsbild mit dem «Vinslottet» im Hintergrund – Foto: Moritz Groba

Ohne Parkplätze für Autos geplant, ist Hasletre auch ein wichtiges Vorzeigeprojekt für die Förderung umweltfreundlicher Verkehrsmittel. Das Gebäude ist an ein bereits gut etabliertes Fahrradnetz angeschlossen. Es gibt großzügige und gut ausgestattete Umkleideräume für Fahrradfahrer, und die Nutzer des Gebäudes können eine sichere und verschlossene Fahrradgarage nutzen. Das Gebäude ist sehr gut an den öffentlichen Nahverkehr angebunden, mit zwei U-Bahn-Stationen und mehreren Bushaltestellen innerhalb eines Radius von 450 m.

Sponsoren und Aussteller

b_solution
just plan it ■

member of **binderholz** ■

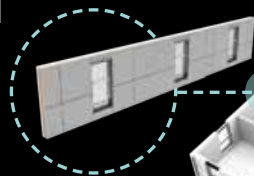
WOHNBAU AUS HOLZ FÜR ALLE

Eine individuell konfigurierbare Systembaulösung aus vorgefertigten Massivholzkomponenten für den mehrgeschossigen Wohnbau

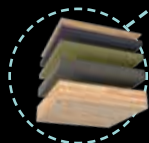


Standardkomponenten statt Standardgebäude

Wand



Decke



b_box



www.b-solution.com

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 essentiell 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.

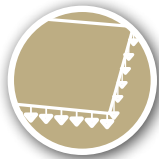


TIMBER Protect SK

TIMBER Protect SK ist eine Kombination aus beidseitig mit einer undurchlässigen Membran beschichtetem Vlies und einem speziell darauf abgestimmten Polyacrylkleber. Der reißfeste Kunststoffliner erleichtert die Handhabung. Mit den Breitbahnen können Bauelemente als Schutz beim Transport und während der Bauzeit vollflächig miteinander verklebt werden. Bahnstöße lassen sich problemlos längs entlang des Markierungsrasters und diagonal mit 10 cm Überlappung herstellen. Die Folie kann auch als dauerhafte Luftdichtheitsschicht innerhalb des Bauteils eingesetzt werden.



Optimierte Rücktrocknung



Vollflächig selbstklebend



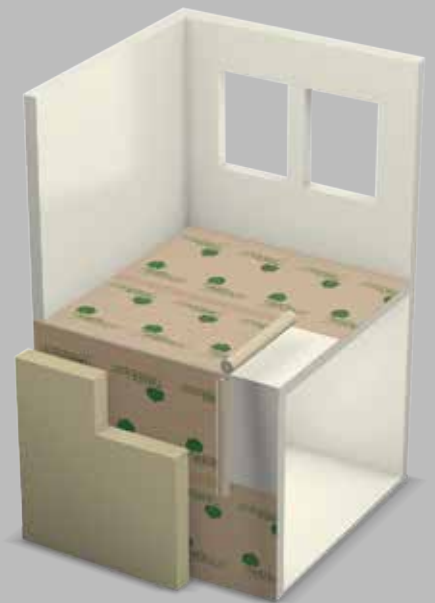
Rutschsicher durch Anti – Slip Beschichtung



Sehr gute Haftung auf sich selbst



Doppelter Funktionsfilm Witterungsschutz



TRANSPORT SCHUTZ



BAUZEIT SCHUTZ

LUFT DICHTHEITS SCHICHT

Team Holzbau. Unschlagbar stabil.

Profitieren Sie von den herausragenden statischen Werten der fermacell® Gipsfaserplatte und sparen Sie Zeit und Geld mit einlagiger Beplankung sowie hervorragender Aussteifung, selbst mit weniger Verbindungsmitteln.

Die erfolgreiche Kombination im Team Holzbau: Ihre Fähigkeiten und die fermacell® Gipsfaserplatten

Verlass' Sie Sich drauf

fermacell® Gipsfaserplatten – seit über 50 Jahren das Original im Team Holzbau.

fermacell® Gipsfaserplatten

www.fermacell.de

fermacell®

KNAUF

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 Systema- 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

Build on us.

www.knauf.com

Beste Schutz

vor Bauschäden und Schimmel

SOLITEX® ADHERO VISTO

Transparente Luftdichtungs- und Witterungsschutzbahn

Markierungen auf der Decke bleiben sichtbar

Vollflächig wasserfester Kleber

Frei bewitterbar und rutschfest

Komplettes Bauzeitenschutz-Konzept



Planungshandbuch kostenfrei
anfordern unter proclima.de



... und die Dämmung ist perfekt



Fokus

HASSLACHER
NORICA TIMBER

From **wood** to **wonders**.

Qualität & Innovation

Kontakt

HASSLACHER Gruppe
T +43 4769 22 49-0
info@hasslacher.com

**BESUCHT
UNS**
Stand 70

hasslacher.com

LUFT, WIND ODER REGEN? KEIN PROBLEM!

Unsere Lösungen schützen
die gesamte Gebäudehülle

Für weitere Informationen:
www.rothoblaas.de



rothoblaas

Solutions for Building Technology

Natürlich dämmen und bauen

Ob stabile Dämmplatten, flexible Dämmmatten sowie Einblasdämmung. Ob Stegräger und Furnierschichtholz. STEICO ist DER Marktführer für Holzfaser-Dämmstoffe und bietet ein innovatives Dämm- und Konstruktionssystem für Neubau und Sanierung. Profitieren auch Sie von unserem umfassenden Sortiment und unseren branchenweit einzigartigen Service-Standards.





HOLZ-BETON- VERBUND

**Effizienter Einsatz nachwachsender Rohstoffe
sowie ressourcenschonende Demontage inkl.
Wiederverwendbarkeit**

Mehr Raum durch weitgespannte Holz-Beton-Verbunddecken
mit dem WÜRTH FT-Verbinder

- Kurze Montagezeiten
- Große Spannweiten
- Hohe Steifigkeit und Tragfähigkeit

Mehr Infos unter
wuerth.de/holzbau



best wood CLT BOX – DECKE FS

DAS DECKENSYSTEM FÜR DEN MEHRGESCHOSSIGEN HOLZBAU

- » **erhöhter Schallschutz** auch im tieffrequenten Bereich
- » **Brandschutz** bis F 90 / REI 90
- » **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

ERLUS

Die RS-Familie

REGENSICHER AB 10° DACHNEIGUNG

Der Geradlinige
Level RS

Der Kantige
Karat RS 

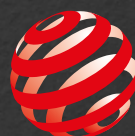
AB 7° DACHNEIGUNG
RED DOT: BEST OF THE BEST 2024

Der Klassische
E 58 RS

Architekten lieben
das Design

Verarbeiter Form
und Funktion

Bauherren Regensicherheit und
Hagelwiderstand



red dot winner 2024
best innovative product

erlus.com/regensicher

#HolzKannDas

Natürlich. Nachwachsend.

Quelle: Markus Guhl, Architektur fotografie



[baustoffe.fnr.de](https://www.baustoffe.fnr.de)

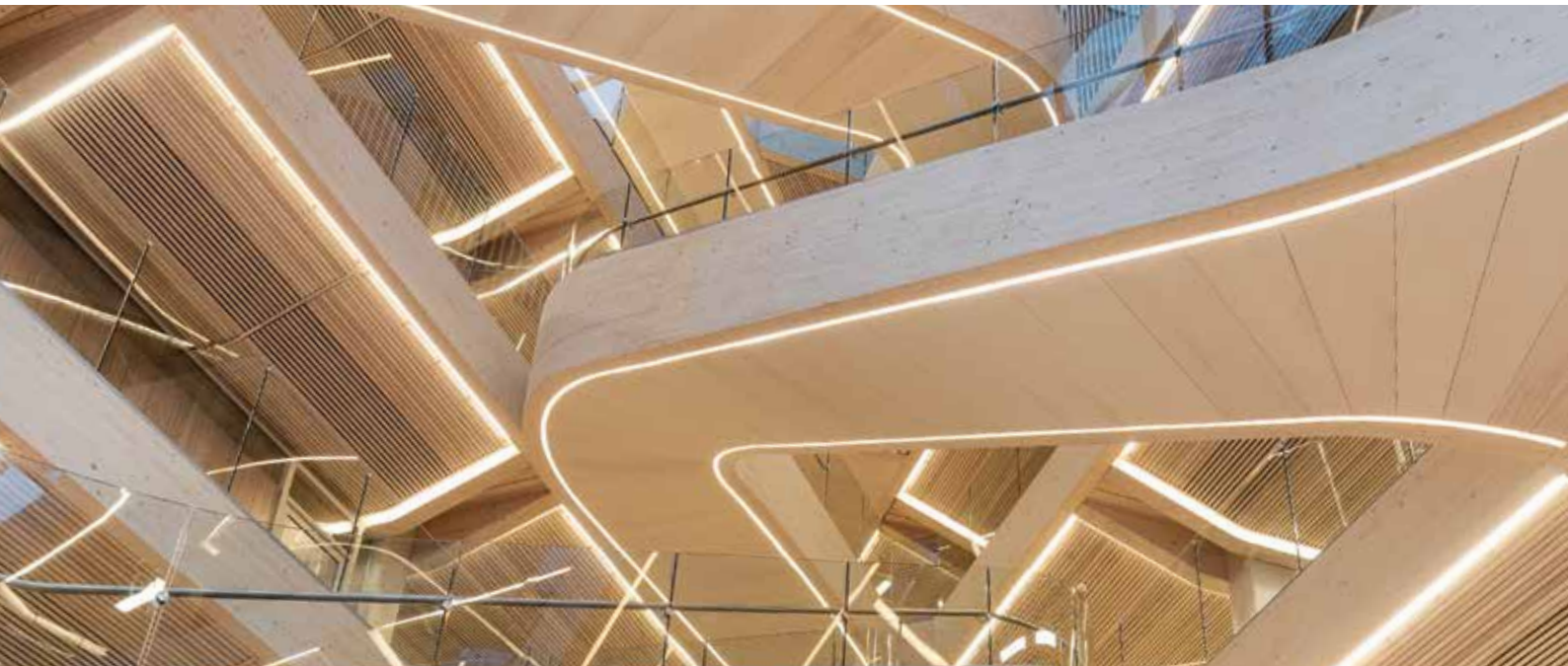
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Wir fördern holzbasierte Innovationen für eine klimafreundliche Wirtschaft im Auftrag des BMEL

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



**WE ACCELERATE
SUSTAINABLE
TIMBER CONSTRUCTION**

CONTACT US



**Discover our first
bio-based adhesives for
Structural Mass Timber.**



HOLZ AUF BETON BEFESTIGEN

Befestigungslösungen für
den Holzbau



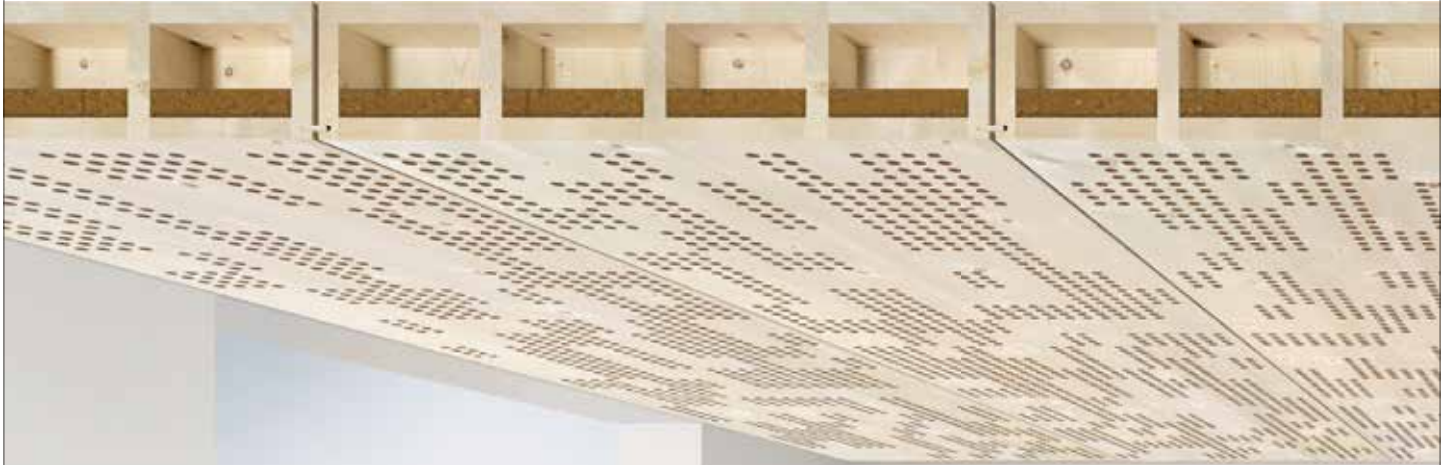
FORUM
HOLZBAU
DEUTSCHLAND
BERLIN

10./11. Juni 2024

Hilti Befestigungsexpertise für ihre Holzbau-Projekte

Mit einer leistungsstarken Systemkette aus Software, Verbindungsmitteln, Setzwerkzeugen und Nuron-Geräten können sich Holzbauplanerinnen und Zimmerer auf Hilti verlassen. Einfache und intuitiv zu bedienende Softwarelösungen, wie Profis Engineering oder ingtools, unterstützen die schnelle Erstellung wirtschaftlicher Konstruktionen – egal ob direkte Befestigung, Befestigungen von metallischen Verbindern oder mit dem innovativen Hilti Coupler Wood.

ETA-zertifizierte Befestigungsmittel mit hoher Qualität, sehr guten Lastwerten und geringsten Randabständen helfen dem Anwender, schnelle und sichere Verbindungen zu erstellen. Setzwerkzeuge und Nuron-Geräte ermöglichen ein produktives und sicheres Arbeiten.



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

Steigtalstrasse (AT)
Wohnbau

WHERE
IDEAS
CAN
GROW.

Unsere Lösungen für Ihre Herausforderungen!

MM crosslam
Brettspertholz (BSP)

MM masterline
Brettschichtholz (BSH)

MM HBE
Holzmassivbauelement

XC LAM CONCRETE®
Holz-Beton-Verbundelement
by **MMK**

Montagefertig!

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

MMK
Holz und Beton verbinden.



WHERE
IDEAS
CAN
GROW.

M MAYR MELNHOF HOLZ M






Innovative Holzverbindungssysteme
für höchste Ansprüche.



HOLZVERBINDUNGSSYSTEME MIT DEM EXTRA AN PRÄZISION UND QUALITÄT

PFOSTENTRÄGER | VERBINDER | BALKONSÄULEN | ZAUNSÄULEN | WERKZEUG | SCHRAUBEN | SCHALLSCHUTZ | SONDERBAU



2.770 vorgefertigte Holzbauelemente ließen das Projekt emporwachsen.

Roots, Deutschlands höchstes Holzhochhaus



„Roots“ in der Hamburger HafenCity – Deutschlands höchstes Holzhochhaus.
72 m Gesamthöhe, 20 Nutzgeschosse, davon 16 in Holzbauweise.

Holz ist der einzige Baustoff, mit dem sich Hochbauten in der erforderlichen Größe errichten und dabei die durch den Bau verursachten CO₂-Emissionen senken lassen – im Neubau, bei energetischen Sanierungen, Aufstockungen und bei der urbanen Nachverdichtung. Das Holzhochhaus „Roots“ in der Hamburger HafenCity ist mit seiner Gesamthöhe von 72 Metern ein herausragendes Beispiel für den wegweisenden individuellen Ingenieurholzbau von Rubner.



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.

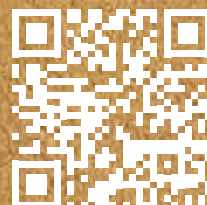
Über Wetguard

SIGA Wetguard ist diffusionsfähig und mit einer rutschfesten und wasserdichten Spezialbeschichtung ausgerüstet. Das robuste Vlies schützt vor mechanischer Beschädigung und der vollflächig aufgebrachte SIGA-Hochleistungsklebstoff 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.



Jetzt informieren

DIE MIT DEM DÄMM REINHHEITS- GEBOT

... und gedämmten Preisen

naturheld Holzfaserdämmplatten für alle Anwendungen



INFO@NATURHELD.GLOBAL
WWW.NATURHELD.GLOBAL/REINHHEITSGEBOT



3BTEC MAGNUM BOARD



N3XT LEVEL HOLZBAU

SCHNELL



MASSIV



INDIVIDUELL



ÖKOLOGISCH



MASSIVES
HOLZBAUSYSTEM FÜR
WAND-, DECKEN- &
DACHELEMENTE



HERVORRAGENDE
WERTE IN BRAND &
SCHALLSCHUTZ



WELTMEISTER IN
RESSOURCENEFFIZIENZ
BIS ZU 90%
VOM BAUMSTAMM



EINFACHE &
SCHNELLE MONTAGE



DIMENSIONSSTABIL
QUELL &
SCHWUNDUNGSARM
NUR 0,015%



MFH BIS
GEBÄUDEKLASSE 5



NEUBAU EFH
AUFSTOCKUNG &
GEWERBEBAU



DIREKTBSCHICHTUNG
OHNE GIPSKARTON

3B TEC MagnumBoard GmbH
Gottlieb-Daimler-Straße 17
14974 Ludwigsfelde
www.magnum-board.de

+49 3378 207 755 TELEFON
+49 3378 207 767 TELEFAX
info@magnum-board.de



HOLZ LIEBT FARBE

ADLER

In unseren Adern fließt Farbe.

LIGNOVIT
PLATIN



Da haben sich zwei gefunden. Die Fassade aus Holz. Darauf neue Trendfarbtöne mit metallischem Schimmer. ADLER eröffnet neue Gestaltungsmöglichkeiten im modernen Holzbau, natürlich in bewährter Qualität. Das umweltfreundliche, langlebige Holzschutzprodukt Lignovit Platin setzt auf spektakuläre Effekte im Holzfassadenbereich und hält jedem Wetter stand.

HERFORD · 05221 34202-0 | GIESSEN · 0641 480293-0 | LANDSHUT · 08703 905995-0 | ULM · 07348 4074640-0

ADLER-LACKE.COM | VERKAUF@ADLER-LACKE.COM

AGEPAN[®] SYSTEM

Made in
Germany

AGEPAN[®] DWD black

Für hinterlüftete Vorhangfassaden mit
horizontalen Rhombusleisten

- + Diffusionsoffene Konstruktionen ohne zusätzliche Fassadenbahn – umweltfreundlich und recycelbar
- + Stabiles Nut- und Federprofil – schnell zu verlegen
- + Abriebfest, gute Haftung von Klebebändern – Primer- und Zeitersparnis

FUNKTIONSH[®] LZ[®]



ECOBOARD



www.sonaearauco.com/agepan

**SONAE
ARAUCO**
Taking wood further



AIR FIRE TECH

Brandschutzlösungen für Haustechnik in Brettsperrholz

Unsere 3 Konzepte

Konzept 1

Einzelabschottungen
Single penetration seals



Konzept 2

Kombiabschottungen
Mixed penetration seals



Konzept 3

Abschottungen in Schachtwänden
Penetration seals in shaft walls



Scannen und
mehr entdecken!

AIR FIRE TECH ist spezialisiert auf Abschottungen in Brettsperrholzkonstruktionen für haustechnische Installationen. Von Sanitär und Heizung über Lüftung bis zu Elektro.

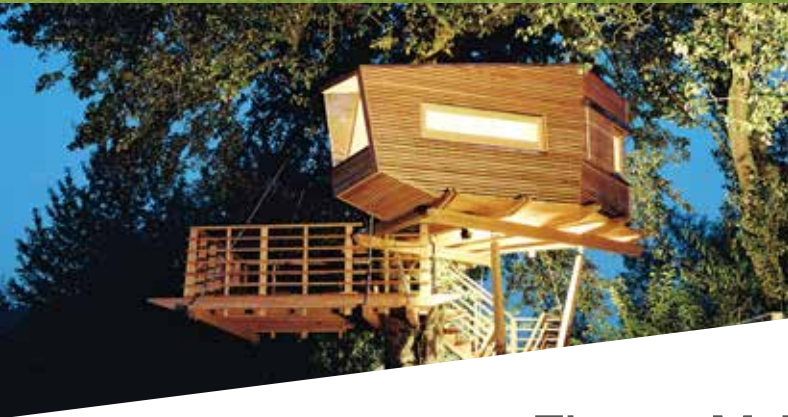
www.airfiretech.at



Die neue Dimension

beim Wohn- und Objektbau

wohngesund, wirtschaftlich und innovativ



ZimmerMeisterHaus

So geht Holzbau 

Maximale Qualität und Vertrauen durch die Manufakturen der ZimmerMeisterHaus-Gruppe, Deutschlands Nr. 1 beim individuellen Holzhausebau

📍 Olof-Palme-Ring 25, 14822 Borkwalde 📞 033845-40945 ✉ info@arche-naturhaus.de

www.arche-naturhaus.de

Nach_gedacht



Dächer für bezahlbaren Wohnraum aufstocken

Wie lassen sich bestehende städtische Infrastrukturen intelligent für individuellen Neubau nutzen? Zum Beispiel mit attraktiven ein- bis dreigeschossigen Dachaufstockungen. Sie schaffen zusätzlichen Wohnraum ohne neue Flächenversiegelungen und bieten die Möglichkeiten das Gebäude in einem Zug auch zu sanieren und barrierefrei zu erschließen. Bei einem wegweisenden Pilotprojekt gemeinsam mit der HOWOGE im Berliner Stadtteil Buch sind durch eine auf einen Plattenbau gesetzte dreigeschossige Dachaufstockung 20 neue Wohnungen entstanden.



Dachaufstockung in Berlin-Buch

INNOVATION IM HOLZVERBUND

Erhöhung der Tragfähigkeit mit Polymerverguss

Alte und geschädigte Holzbalkendecken unter fast vollständigem Erhalt der Originalsubstanz sanieren mit **modifiziertem Polymerverguss**

ZIELE

- Statische Ertüchtigung mit dem Polymervergussystem „Comono®“
- Signifikante Verbesserung der Schwingungsanfälligkeit
- Schallschutz und Brandschutz mit den Gipsfaserdeckenplatten „GIFAfloor PRESTO“

VORTEILE

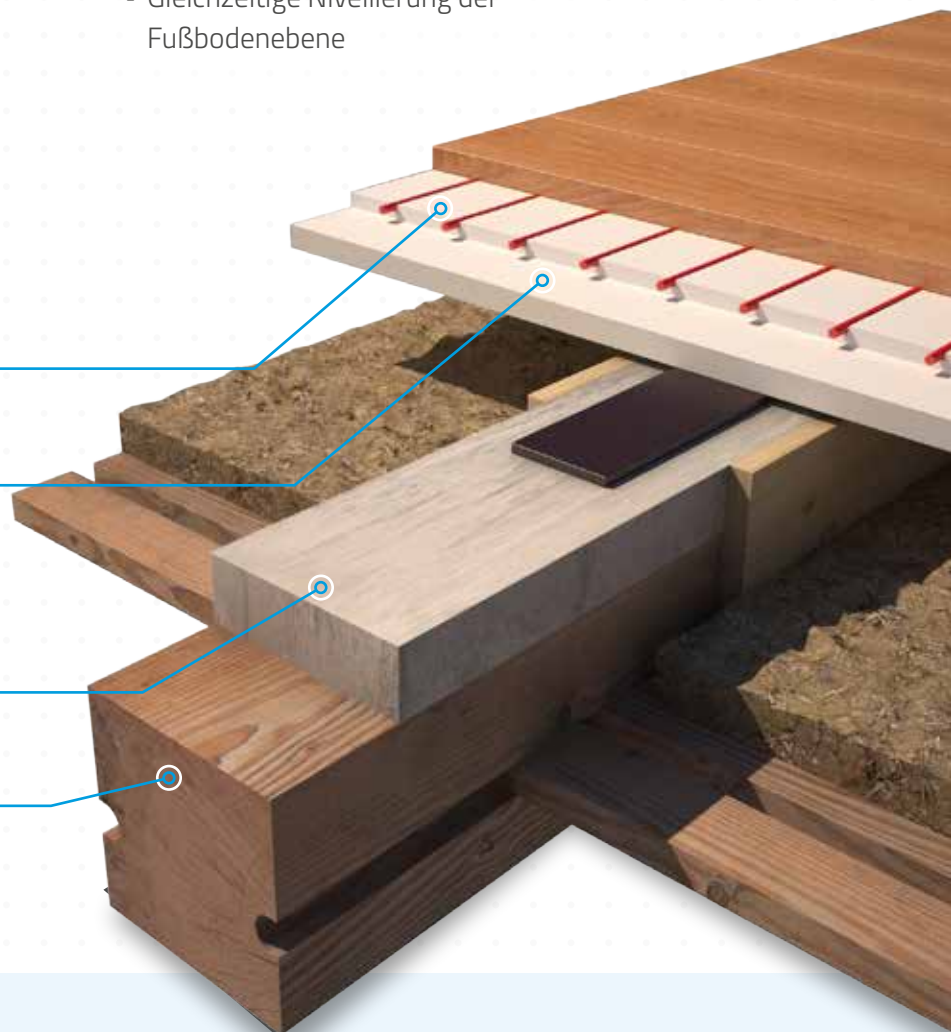
- Geringer Eingriff in den Bestand
- Erhalt der historischen Deckenbalkenuntersicht
- Geringe Aufbauhöhe
- Einfache Verarbeitung
- Gleichzeitige Nivellierung der Fußbodenebene

Möglicher Fußbodenaufbau

- **GIFAfloor PRESTO 18 mm**
(für integrierte Fußbodenheizung)
- **GIFAfloor PRESTO 32 mm**

Statische Ertüchtigung

- **COMONO®**
(abZ 10.7-282)
- **Holzbalken**



cadwork[®]

3D CAD/CAM

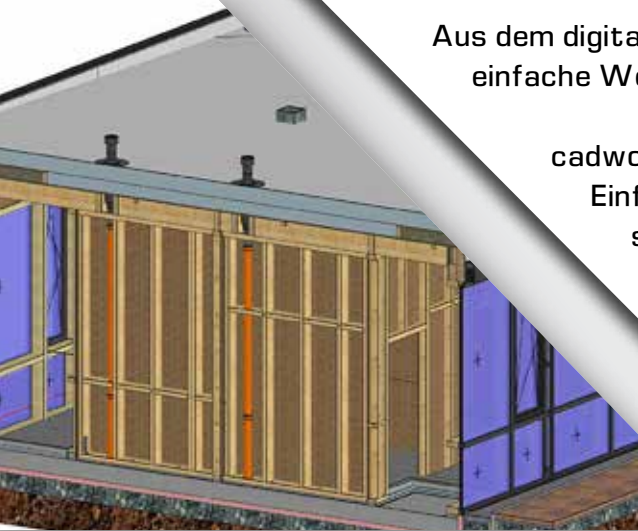
Die 3D-CAD/CAM Referenz im Holzbau

Unter den Konstruktionsprogrammen ist cadwork die treibende Kraft, wenn es um die Entwicklung und Unterstützung neuester Maschinentechнологien geht.

Aus dem digitalen Gebäudemodell werden Produktionsdaten auf einzigartig einfache Weise abgeleitet. Aufwändige Stammdaten sind unnötig.

cadwork ist leicht zu erlernen - schon nach zwei Tagen Einführungsschulung können Sie mit ihren eigenen Projekten starten.

cadwork hat eine konkurrenzlos einfache Modulstruktur und ist kostengünstig - selbst mit dem Holzbaupaket können Sie jede Konstruktion und jedes Projekt schnell und ohne Einschränkungen erstellen, Listen und Pläne ausgeben.



3D CAD/CAM Technology Leader

cadwork is a driving force among design software when it comes to developing and supporting the latest machine technologies.

Part data is uniquely and easily derived from the digital building model. Complex master data is not needed. cadwork is easy to learn. After two days of initial training, you can start working on your own designs.

cadwork has an unrivalled simple modular structure and is cost efficient. With the ProBuild package you can quickly design any project, and output lists and shop drawings, without limits.



Folgen Sie uns in den sozialen Netzwerken!
Follow us on social networks !

COMBiLiFT
LIFTING INNOVATION

LAGERPLATZ, SICHERHEIT, EFFIZIENZ



MEHR LAGERPLATZ, SICHERHEIT UND EFFIZIENZ MIT COMBILIFT

Combilift ist die perfekte Lösung für die Holzbauindustrie.

Unsere Mehrwege- und Seitenstapler, Mobile Portalhubwagen und Portalkräne eignen sich perfekt für den Transport großer oder sperriger Produkte und ermöglichen es Ihnen, Ihre Lagerhaltung, Effizienz und Sicherheit zu maximieren.

KONTAKTIEREN SIE UNS NOCH HEUTE

Um mehr darüber zu erfahren wie Combilift Ihnen helfen kann, jeden Zentimeter Ihres Lagers zu nutzen.

combilift.com

Betonhohldecke trifft Holzwand

Mehrgeschossiger Hybridbau – schnell, flexibel, wirtschaftlich

Mit der Hybridbauweise entstehen Gebäude mit optimaler ökologischer und bauphysikalischer Qualität, die die Stärken der Baustoffe Beton und Holz kombiniert – ideal geeignet für hohe Anforderungen und größere Holzgebäude.

Dennert hat dazu die bewährte DX-Decke entscheidend weiterentwickelt. Besonders bei Schallschutz und Schwingungsverhalten sind bei Holzbalkendecken bekanntlich nur mit sehr hohem Aufwand zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen. Gegenüber diesen herkömmlichen Decken verfügt die bahnbrechende DX-Betonfertigdecke nicht nur über einen ausgezeichneten Schallschutz, sondern auch über eine wesentlich bessere Aufnahme von Einzellasten, größere Spannweiten und einen höheren Brandschutz.

Die in die Decke integrierten Hohlräume sorgen für die besondere Leichtigkeit und Holzbau-Kompatibilität der Geschossdecken. Sie können außerdem bei Bedarf optimal als Versorgungs- und Kabelkanäle verwendet werden, ohne die Statik der Decke zu beeinträchtigen.

Individuell vorproduziert, blitzschnell montiert

Jedes DX-Deckenelement wird individuell und präzise, exakt nach Plan, im Werk gefertigt und just-in-time an die Baustelle geliefert und in kurzer Zeit montiert. Dabei werden alle Besonderheiten – wie beispielsweise integrierte Stürze, Rundungen, Durchbrüche für Versorgungsleitungen,

passgenaue Auflagen für Treppen u. a. – bereits im Werk in die Deckenplatten integriert. Ein speziell entwickeltes Verschlusssystem verspannt die einzelnen DX-Deckenplatten miteinander.

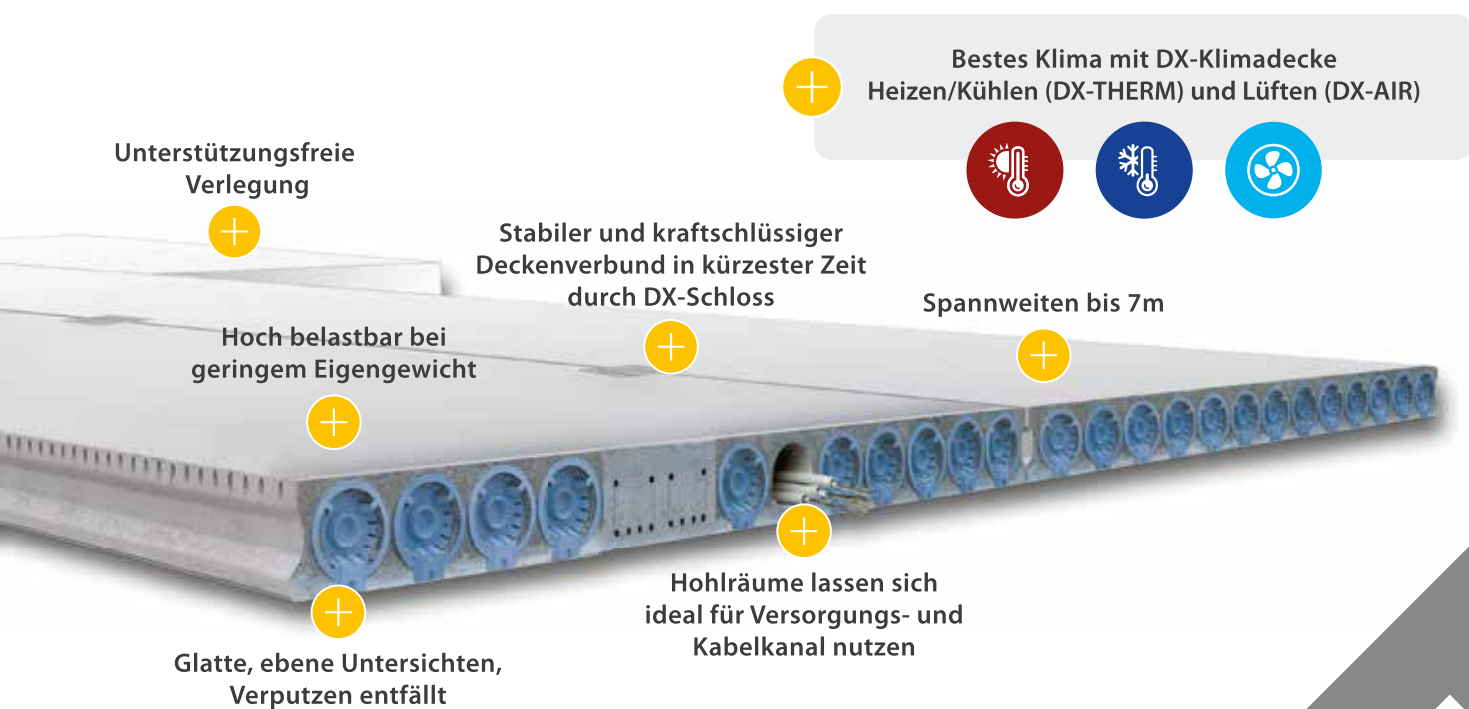
So entsteht in kürzester Zeit ein extrem stabiler und kraftschlüssiger Deckenverbund. Die Decke ist sofort belastbar und begebar. Zudem erfüllt die innovative DX-Decke alle Anforderungen an Feuerschutz, Belastbarkeit und Luft- und Trittschalldämmung mit Bestwerten.

Multifunktionales Deckenkonzept

Die DX-Decken gibt es auch als energieeffiziente, behagliche Raumklimadecken mit integrierter Flächenheizung bzw. -kühlung (DX-THERM). Die wohlige Wärme wird in Form von Wärmestrahlungswellen gleichmäßig in jeden Winkel des Raumes geführt. Die Heizschlangen werden bereits im Werk in den Deckenspiegel der Fertigdecke eingegossen und auf der Baustelle mit dem Heizkreislauf verbunden.

Mit einer reversiblen Wärmepumpe wird im Sommer aus der DX-Klimadecke eine flächendeckende Raumkühlung, ohne lästige Geräusche oder Zugerscheinungen.

Eine weitere Option ist die wahlweise Ausstattung für den schnellen und wirtschaftlichen Einbau einer kontrollierten Be- und Entlüftungsanlage (DX-AIR).





Nachhaltigkeit ist unsere Natur

INSPIRED BY NATURE steht für die nachhaltigen ROCKWOOL Dämm Lösungen aus Steinwolle. Gewonnen aus Basaltgestein, einem nahezu unbegrenzt verfügbaren Rohstoff. Von Natur aus voller einzigartiger Eigenschaften, die unsere Dämmstoffe sicher, langlebig und recycelbar machen – so zirkulär, wie unsere Zukunft es braucht. [rockwool.de](https://www.rockwool.de)

**INSPIRED
BY
NATURE.**



HOLZ RETTET KLIMA

Mission Holz
2030

MACH MIT!

Mit "Holz rettet Klima" haben wir uns einem entscheidenden Thema gewidmet: Der Beitrag von Holz zum Schutz unseres Klimas. Auch wir als gesamte Holzwirtschaft sehen uns in der Verantwortung, unseren Beitrag zur Begrenzung der Erderwärmung zu leisten und damit lebenswerte Bedingungen für zukünftige Generationen zu schaffen. Daher erklärt unsere Initiative, wie jeder Einzelne einen Beitrag dazu leisten kann. Folge uns auf unseren Kanälen, teile unsere Botschaften und werde so Teil der MISSION HOLZ 2030!



@holzrettetklima



www.holz-rettet-klima.de



Eine Initiative des Deutschen Holzwirtschaftsrates
info@holzrettetklima.de



Hightech-Holz für Ihre Bauprojekte

Unsere Stärke liegt in der Produktion von **außergewöhnlichen Dachkonstruktionen** und passgenauem **X-LAM** (Massivholz).

Wir beraten und begleiten Sie von der Planung bis zur Fertigstellung.

www.derix.de



Ein rundum gesundes und effizientes Raumklima **Nachhaltige Lüftungstechnik**

Mit den innovativen Lüftungsgeräten von drexel und weiss erhöhen Sie nicht nur das Wohlbefinden in Büros, Seminar- und Besprechungsräumen, Schulen, Kinderbetreuungsstätten etc. sondern steigern auch nachweislich die Konzentration und Produktivität.

Ob im Unternehmensumfeld oder in Bildungseinrichtungen – eine effektive Luftzirkulation ist entscheidend für eine gesunde und anregende Arbeitsatmosphäre. Ein einmaliger Luftwechsel pro Stunde ist hierbei längst nicht genug. Mit den zentralen und dezentralen Lüftungsgeräten von drexel und weiss schaffen Sie eine konstante Zufuhr frischer, sauberer Luft, die speziell auf Ihren Raum und dessen Nutzung abgestimmt ist. Dabei filtern unsere Systeme nicht nur effektiv Viren und mindern dadurch die Ansteckungsrisiken, sondern schützen auch vor Lärmbelastungen, Blütenpollen und Feinstaub. Das Ergebnis sind weniger Fehlzeiten, eine höhere Zufriedenheit und eine positive Dynamik im Arbeitsalltag oder Unterricht.

Energieeffizienz steht bei uns nicht nur auf dem Papier – investieren Sie in ein System, das nicht nur die Luftqualität, sondern auch Ihre Energiebilanz optimiert.

Konzentriert und vital – jeden Tag.



Vorteile

- ✓ Gesteigerte Konzentration und Produktivität
- ✓ Gesünderes Lernen und Arbeiten
- ✓ Optimale Energieeffizienz



drexel und weiss deutschland GmbH

Schumannstraße 27 · 60325 Frankfurt am Main · Deutschland · T +49 6950 5027 174
office@drexel-weiss.de · www.drexel-weiss.de

Ein Unternehmen der Gasser Gruppe





ECO-TIMBER GmbH & Co. KG
Franz-Kühne-Str. 6
37308 Heilbad Heiligenstadt

Tel.: +49 (0) 3606 502310-0
Mail: info@eco-timber.de

ECO-TIMBER ist eins der modernsten Holzbau- und Abbundzentren in Deutschland, mit umfangreichen Kapazitäten und vor allem einem professionellen Serviceangebot. Alles aus einer Hand, auch im Holzbau! Die Kombination des hergebrachten Wissens mit modernster Technik zeichnet den innovativen Holzbau aus. Holz steht für Umweltverträglichkeit, niedrige Energie-Bilanzen, Langlebigkeit, Flexibilität und kürzere Bauzeiten. Wir freuen uns auf ein Kennenlernen und die erfolgreiche Zusammenarbeit



**Abbund
in drei Qualitäten**



**Holzelementbau
zertifiziert und individuell**



**BauBuche
Abbund und Beschichtung**



**3D-Aufmaß-Sercive
auch mit Drohne**





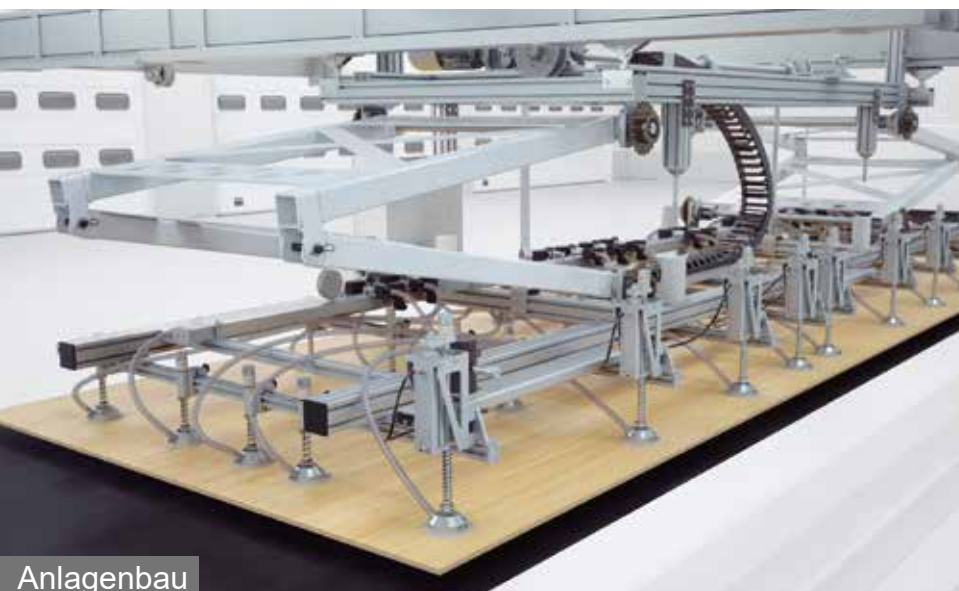
Komponenten



Hebegeräte

euroTECH bietet zukunftsorientierte Handling und Transportlösungen im Bereich der Vakuumtechnik. euroTECH entwickelt und produziert kundenspezifische Vakuumsysteme und -komponenten für automatisierte Handhabungsaufgaben aus einer Hand.

Mit dem euroTECH-Baukastensystem und euroTECH-Service ist eine flexible Anpassung der Komponenten an die jeweiligen Kundenwünsche sowie ein schnelles kostengünstiges Austauschen von Ersatzteilen möglich.



Anlagenbau

Maybachstr. 7
D-72348 Rosenfeld | Germany
T +49 7428 93912-0
info@etvac.de
www.etvac.de





Gütegemeinschaft
Nagelplattenprodukte e.V.
Interessenverband
Nagelplatten e.V.

Tragwerksbau mit Nagelplattenbindern

Zertifizierte
Qualität

—
Industrielle
Produktion

—
Effiziente
Montage

—
Vielfältiges
Einsatzspektrum

Der GIN vertritt mehr als 40 Hersteller und Verarbeiter von Nagelplatten und Nagelplattenprodukten. Diese erwirtschaften einen kumulierten Jahresumsatz von rund 250 Mio. Euro. Im Zentrum der Verbandsarbeit stehen die technisch vorbildlichen, wirtschaftlich vorteilhaften, sicheren und nachhaltigen Einsatzmöglichkeiten von Nagelplatten am Bau.



Schanzenstraße 23
51063 Köln
0800 7112 396
gin@nagelplatten.de

www.nagelplatten.de



Umweltfreundlich bauen und sanieren

und wie sieht es bei Ihrer
Finanzierung aus?



Mehr zum Thema Bauen mit Holz
auf [gls.de/holzbau](https://www.gls.de/holzbau)

GLS Bank



**GEMEINSAM
GRÖSSER
BAUEN**



GHAD

Gütegemeinschaft
Holzbau-Ausbau-Dachbau e.V.

Qualität durch
Gütesicherung
ein Plus für Ihr
Bauvorhaben

Die RAL-Gütesicherung im Holzbau unterstützt Sie dabei, für Ihr geplantes Bauvorhaben ein Unternehmen zu finden, welches die betrieblichen Abläufe von der Warenannahme bis zur Bauabnahme ständig im Auge hat und fortlaufend optimiert.



Gütesicherung im Holzbau

Nutzen Sie die Vorteile für Ihr Bauvorhaben



www.ghad.de

GUTEX macht das Beste aus Holz: ökologische Holzfaserdämmstoffe und Systeme für Dach, Fassade und Ausbau – auf dem modernsten Stand der Technik und klimafreundlich gefertigt. www.gutex.de

 **GUTEX**

HAST DU DAS HOLZ AM RECHTEN FLECK?

ZUM BEISPIEL MIT:
GUTEX ULTRATHERM

ZUM BEISPIEL MIT:
GUTEX THERMOWALL-L



Industrie- & Gewerbebau



Wohnbau



Landwirtschaftsbau & Konstruktionen



Hausbau



Qualität, die bleibt.

Wegweisend, nachhaltig,
perfekt und aus Holz.



Interessiert? Kontaktieren Sie uns!

Telefon + 49 8727 180

info@haas-fertigbau.de



besser bauen.

www.haas-fertigbau.de



Ein Unternehmen der ante-Gruppe

www.hbs-berga.de

Holzbausysteme



Dach-/Wand und Deckenkonstruktionen aus CLT



Modernste CNC-Maschinen und Fertigungsprozesse



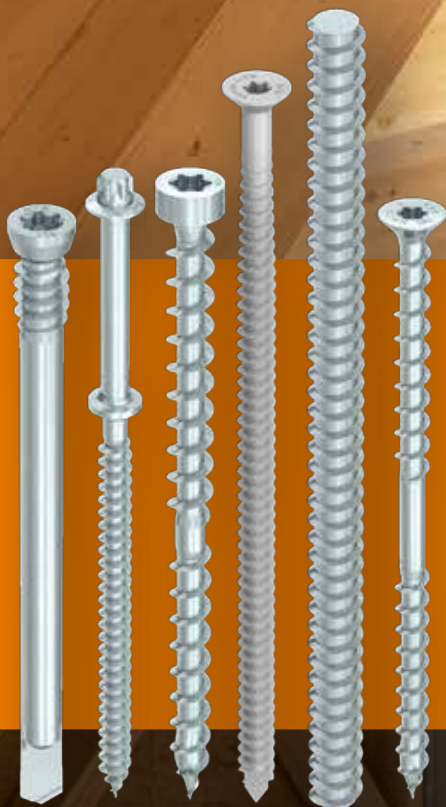
**Beratung und Unterstützung für Architekten,
Planer und Holzbaubetriebe bei individuellen Projekten**

Als Hersteller von CLT bietet HBS großformatige Massivholzelemente welche als Wand-, Decken- und Dachbauteile eingesetzt werden können.

Diese Bauteile sind standardmäßig in den Abmessungen von 3,50 m x 16,00 m herstellbar, Stärken liegen zwischen 60 mm und 280 mm, i.d.R in 20 mm Schritten. Überlängen und/ oder Sonderstärken sind auf Anfrage möglich.

Der montagefertige Zuschnitt erfolgt präzise nach Kundenvorgaben auf modernen Abbund-CNC-Maschinen.

**HBS Berga GmbH & Co. KG
Ahornweg 1 • 06536 Berga - Südharz
Tel: +49 34651 451-0 • e-mail: info@hbs-berga.de**



HECO®-Befestiger: Entwickelt für den konstruktiven Holzbau.

Verbinden. Verstärken. Befestigen.
HECO hat die Spezialisten
für Ihr individuelles Bauprojekt.

TRAV Integral

INTELLIGENTER SONNENSCHUTZ FÜR MODERNES BAUEN

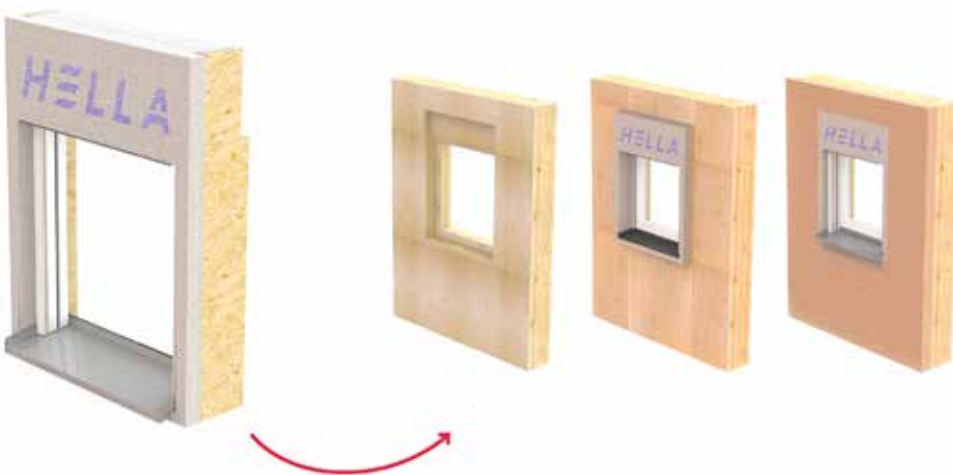
Sonnenschutz bei Gebäuden ist essenziell für Energieverbrauch und Wohlbefinden. Je früher Sonnenschutzanlagen in die Planung mit aufgenommen werden, desto harmonischer und funktionaler integriert sich dieser in das Gebäude. Als einer der führenden europäischen Anbieter von Sonnen- und Wetterschutztechnik, produziert HELLA Rohbaulösungen, Systemkomponenten und Fertigelemente für verschiedene Branchen.

TRAV und fertig: Kasten- und Leibungssysteme

Egal ob Rollläden, Raffstores, textile Beschattungen oder Insektenschutz – Fenster und Sonnenschutz verschmelzen zu einer flexiblen, perfekt montierten Einheit. Kastensysteme von HELLA sparen Zeit und Kosten, verhindern Baufehler, optimieren die Bauqualität und erfüllen Normen der Zukunft. Jedes Kastensystem der Produktgruppe TRAV erfüllt die individuell angepassten Bedürfnisse seiner jeweiligen Zielgruppe. Zum Boom im Holz- und Fertigbau passt die Neuheit TRAV Integral: Ein vorgefertigtes Gesamtsystem aus Rahmen, Fensterbank sowie integriertem Sonnen- und Insektenschutz. Wärmebrücken, Wassereintritt, Putzrisse und andere Konstruktionsfehler sind praktisch ausgeschlossen.



DAS RUNDUM-SORGLOS PAKET



QR-Code scannen
und entdecken, wie
der TRAV Integral
die Herausforderung
Fensteröffnung im
Holzbau meistert.

Die HELLA-Gruppe

HELLA ist einer der führenden europäischen Anbieter für Sonnen-, Licht- und Wetterschutzsysteme für Gebäude mit Hauptsitz in Abfaltersbach (Osttirol). Das Produktportfolio umfasst aufeinander abgestimmte Außen- und Innenbeschattungslösungen, Sicherheitssysteme sowie entsprechende elektronische Steuerungen.

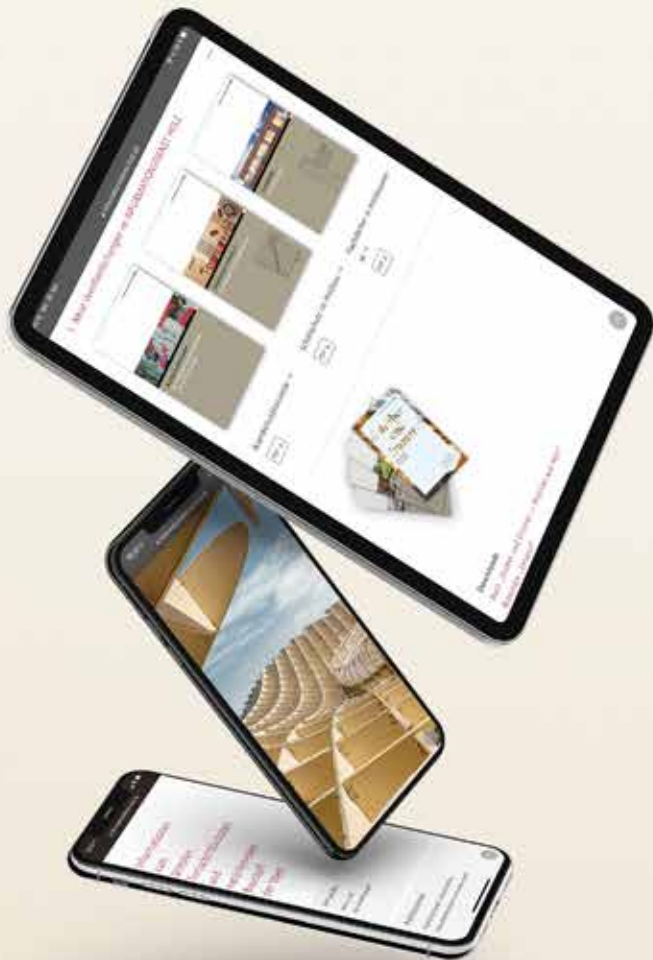
Mehr Informationen unter:

www.hella.info

Ihr HELLA-Ansprechpartner berät Sie gerne! Kontaktieren Sie uns unter: fertigbau@hella.info.

FÜR BAUHERREN, ARCHITEKTEN, TRAGWERKSPLANER.

Bewährt seit mehr als 60 Jahren,
nach wie vor up-to-date
und bereit für die Zukunft:
Der Informationsdienst Holz.



WWW.INFORMATIONSDIENST-HOLZ.DE

Neutrales Wissen über den Stand der Technik.
Publikationen als kostenfreier PDF-Download,
Neuigkeiten und Termine sowie mehr als
180 Dokumentationen Holzbau-Architektur.

FACHBERATUNG

Individuelle und firmenneutrale Auskunft
beim Planen und Bauen mit Holz.
Kostenfrei von Fachleuten für Fachleute.

Montag bis Freitag
von 9.00 bis 16.00 Uhr

Telefon: (030) 57 70 19 95

fachberatung@informationsdienst-holz.de



Qualifizierte Weiterbildung
aus erster Hand: Fachwissen für
Baufachleute zum Bauen mit Holz.

Die digitale Schulungsplattform:
bildung.informationsdienst-holz.de

Design trifft auf Funktion

Raumklang
QNG-konform
verbessern

- ✓ Schallabsorption
- ✓ Wärmedämmung
- ✓ Ballwurf-Zertifizierung
- ✓ bauaufsichtliche Zulassung

VOC
zertifiziert
Brandverhalten:
Klasse E

Einfache Montage
durch Nut + Feder System
(Klammerverlegung)



**Wartungsfreie Holzfassaden
für individuelle Architektur**





MASSIV BAUEN MIT XWORKS HOLZBAUELEMENTEN

- Nachhaltig, schnell & effizient
- Hohe Formstabilität & Tragfähigkeit
- Individuell & maßgenau
- Elegante Sichtqualitäten bieten modernes & warmes Wohnambiente



XWORKS
van roje BRETTSPERRHOLZ



Wir bringen Holz in Form

Holzwerke van Roje SAS GmbH
Ignatz-van-Roje-Platz 1
56587 Oberhonnefeld-Gierend
Tel.: 0 26 34 / 95 59 - 0
crossworks@vanroje.de
www.vanroje.de/brettsperholz

SERIELLER HOLZBAU NACHHALTIG DURCHDACHT.

- + Kostensicherheit mit Festpreis
- + Geschwindigkeit durch hohen Vorfertigungsgrad
- + Nachhaltig & Einhaltung von QNG möglich
- + Flexible Grundrisskombinationen inkl. Badmodule

Besuchen Sie unsere Website!
www.holzunion-systemq.com
Oder direkt kontaktieren per Mail:



SERIELLE SANIERUNG ALLES AUS EINER HAND.

- + Kostensicherheit durch Bau-Team-Phase
- + Deutschlandweit verfügbar durch Firmenverbund
- + Vom Einfamilienhaus bis zu Großprojekten
- + Alles von höchster Qualität

Besuchen Sie unsere Website!
www.holzunion.com

Oder kontaktieren Sie uns unter:
e-mail info@holzunion.com
tel. +49 4268 933 66



45
JAHRE
HERSTELLER

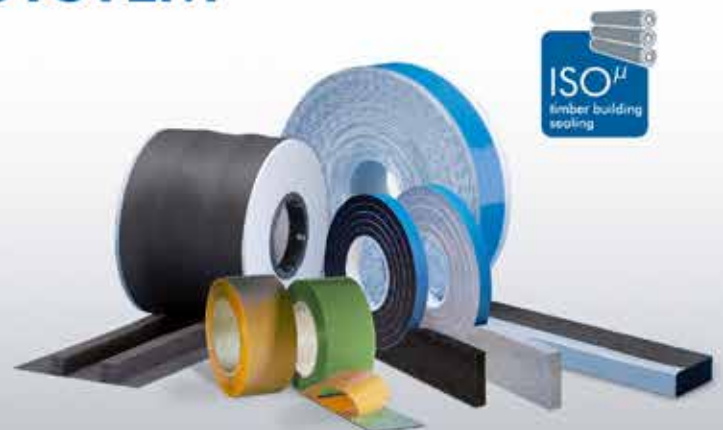
ISO
CHEMIE
Use the blue technology.

**FORUM
HOLZBAU
DEUTSCHLAND
BERLIN**
11.–12. JUNI 2024
BESUCHEN SIE UNS!

ISO^μ-HOLZBAUDICHTSYSTEM

EFFEKTIVER SCHUTZ VOR STEIGENDEN
ENERGIEKOSTEN UND BAUSCHÄDEN

Mit unserem ISO^μ-HOLZBAUDICHTSYSTEM gelingt die Abdichtung von Bewegungsfugen einfach und sicher. Denn unsere qualitätsgeprüften Systemprodukte gleichen Fugenbewegungen sicher aus und sind gleichzeitig für den Einsatz als Feuchte- und Dampfsperre optimiert. Dies ist notwendig, da Fugen im Holzhausbau ganz besonders beansprucht werden.



24/7 ONLINE BESTELLEN: shop.iso-chemie.eu



KEIM LIGNOSIL®

EIN MEILENSTEIN FÜR HOLZBEREICHEN

Das KEIM Lignosil-System umfasst Silikatfarben und Lasuren für außen und innen, von deckend bis lasierend. Das samtmatte Erscheinungsbild von KEIM Lignosil setzt neue Maßstäbe in Punkto Holzästhetik und Holzschutz.



KEIM. FARBEN FÜR IMMER.

www.keim.com

HOLZ-HYBRID-MODULBAU

GEBAUT MIT HOLZ & STAHL



Das Beste aus zwei
Welten in einer
konstruktiven Verbindung.

Mehr unter: [hybrid.kleusberg.de](https://www.hybrid.kleusberg.de)

NATURAL GREY NATURAL SILVER

LIGNOPRO® 320

Hydrostop H₂O

- Natürlich anmutende Patina
- In Wasser emulgierte natürliche Öle
- Für wartungsfreie Fassadenoberflächen
- Extrem hydrophobierend, Abperleffekt
- Ideal für feingesägte und sägeraue Hölzer
- Schützt vor Schimmel- und Pilzbefall
- Lösemittelfrei

KOCH & SCHULTE GMBH & CO. KG
Steinebacher Ring 2
57629 Linden / Westerwald

Tel.: +49 2666-91240-00
info@kochundschulthe.de
www.kochundschulthe.de

Materialeffizient und konfigurierbar

Decken-, Dach- und Wandbauteile sowie Akustikpaneele aus LIGNO® Brettsperrholz-Rippenelementen

30 Jahre
Materialeffizienz



Tragfähigkeit

Variable Steghöhen für Spannweiten bis 18 m, Statik mit Schwingungsnachweis



Sichtoberflächen

Echtholz-Oberflächen – geschlossen und in verschiedenen Profilierungen



Schallschutz / Wärmeschutz

Erhöhter Schallschutz – auch tieffrequent, integrierte Wärmedämmung



Brandschutz

Feuerwiderstand bis REI 90, Entflammbarkeit bis B-s1-d0



Raumakustik

Integrierter Akustikabsorber aus natürlicher Holzfasern



Installationen

Ober- und unterseitige Leitungsführung: längs und/oder quer



Baubiologie

natureplus®-zertifizierte gesundheitliche Unbedenklichkeit

LIGNO ■ TREND®

Für eine nachhaltige Holz-Baukultur.

Steinbachstr. 41 | 79809 Weilheim | Deutschland
Tel.: +49 (0) 7755 - 9200-0
E-Mail: info@lignotrend.com

Konfigurieren Sie das individuelle Element für Ihr Projekt selbst:
www.lignotrend.com/konfigurator



Bauen Sie mit Holz, aber **sparen Sie 60%** **beim Materialeinsatz**

Im Vergleich zu Brettsper Holz können Sie mit Elementen aus Kerto® LVL bis zu 60 % Material einsparen. Das Furnierschichtholz ist dabei extrem widerstandsfähig und stabil, was zu leichteren Strukturen und kürzeren Bauzeiten beiträgt. Das Ergebnis ist eine hervorragende Kosteneffizienz und Raumnutzung.



Moritz Burk
Sales Manager Kerto® LVL Offsite
+49 173 858 7253
moritz.burk@metsagroup.com





MODUGEN

ENGINEERING FÜR HOLZBAU



KOMPETENZ IN PERSON

Sie erhalten praktikable Lösungen für Ihre Häuser.
Kein Zuganker zu viel, kein Balken zu dick.



KEINE WARTEZEITEN

Durch unsere Automatisierungen erhalten Sie Ihre Ergebnisse in kürzester Zeit.



SENKT IHRE KOSTEN

Bei uns erhalten Sie sowohl eine preiswerte Statik, als auch eine wirtschaftliche Umsetzung des Tragwerks, Ihrer Häuser.



Netzwerkstelle Nachwachsende Rohstoffe im Land Brandenburg

Wir vernetzen Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft und Politik für neue Märkte und Geschäftsfelder



Regionale Wertschöpfung – biobasiert und nachhaltig



Brandenburg ist ein Flächenland mit einem hohen Anteil ländlicher Räume. In der Land- und Forstwirtschaft bestehen vielfältige Möglichkeiten zur Erzeugung Nachwachsender Rohstoffe. Dazu zählen u. a. Holz, Faserpflanzen oder Wolle für Bau- und Dämmstoffe, Pflanzenstärke zur Herstellung von Biokunststoffen, Verpackungen und Folien oder ätherische Öle für kosmetische Produkte.

Auch Landschaftspflegematerial, Reststoffe oder Koppelprodukte aus der Verarbeitung vielfältiger Erntegüter können für neue Erzeugnisse verwendet werden, etwa Verbundwerkstoffe aus Sägespänen oder Biokraftstoffe aus

Altspeiseölen. Die Bandbreite an Möglichkeiten ist immens und reicht vom veredelten Konstruktionsholz aus dem Wald bis zu Mikroalgenpräparaten.

Die Bereitstellung biologischer Ressourcen durch die Land- und Forstwirtschaft trägt mit ihren nachgelagerten Gewerbe- und Industriezweigen zur Arbeitsplatzsicherung bei und stärkt die regionale Wirtschaft. Gerade in den peripheren ländlichen Räumen bietet eine nachhaltige Bioökonomie Chancen zur Diversifizierung und Stabilisierung der Betriebe. Die Nachfrage steigt, aber häufig fehlt es noch an regionalen Verarbeitungskapazitäten. Deshalb ist die Etablierung neuer Wertschöpfungsketten auf der Basis nachwachsender Rohstoffe ein strategisches Ziel der Landesregierung Brandenburgs.



Gemeinsam regionale Kreisläufe entwickeln

Die Nutzung von Koppelprodukten, biogenen Rest- und Abfallstoffen und ihre schadlose Rückführbarkeit in natürliche Stoffkreisläufe leistet einen nachhaltigen Beitrag zur ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft insgesamt. Der Ersatz fossiler und mineralischer Rohstoffe in den Bereichen Energie, Bauen, Werkstoffe und Materialien verbessert die CO₂-Bilanz.

Von der Idee über den Anbau zum Produkt

- Stoffliche Nutzung biobasierter Grundstoffe
- Entwicklung neuer Produkte, Technologien und Geschäftsfelder
- alle Bindeglieder einer Wertschöpfungskette einbeziehen
- kreative und vor allem tatkräftige Akteure zusammenbringen
- Anbau von Kulturpflanzen bzw. pflanzenbaulichen Methoden im Klimawandel
- Kreislaufführung von Reststoffen
- natürliche Werk- und Baustoffe
- biotechnologisch hergestellte Materialien

Holz als nachwachsender Rohstoff



Holz ist ein nachhaltiger Rohstoff, der seit Jahrtausenden vom Menschen genutzt wird. Im Vergleich zu anderen Rohstoffen wie Stahl oder Kunststoff ist die Herstellung von Holzmaterialien oft ressourcenschonender und weniger energieintensiv. Zudem kann Holz in vielfältiger Weise verwendet werden, von der Konstruktion von Gebäuden über die Herstellung von Möbeln und Papier bis hin zu Brennstoffen. Eine nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern, bei der der Wald langfristig und umweltfreundlich genutzt wird, ist entscheidend, um die Verfügbarkeit von Holz als Rohstoff auch in Zukunft zu gewährleisten.

Netzwerkstelle Nachwachsende Rohstoffe Land Brandenburg
am Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Brauhausweg 2 - 03238 Finsterwalde
neuwerk@fib-ev.de
neuwerk.de

NFG – NETZWERK FÜR GEBÄUDETECHNIK

Als „Netzwerk für Gebäudetechnik“ bietet die NFG-GRUPPE durch die Kooperation verschiedener Großhandelsgruppen alle Gewerke der Gebäudetechnik aus einer Hand an – von Sanitär, Heizung, Klima und Lüftung über Tiefbau, Industrie- und Dachtechnik bis hin zu Elektro und Installation. Darüber hinaus bieten wir Ihnen mit nur einem Ansprechpartner und modernen E-Business-Tools Planungs- und Ausschreibungsunterstützung rund um die Uhr.

TECHNISCHES KNOW-HOW

- › Effiziente Lösungen für komplexe Anforderungen

WIRTSCHAFTLICHE EFFIZIENZ

- › Kostenoptimierung durch strategische Unterstützung

NETZWERK-KOMPETENZ

- › Gemeinsam stärker, besser vernetzt

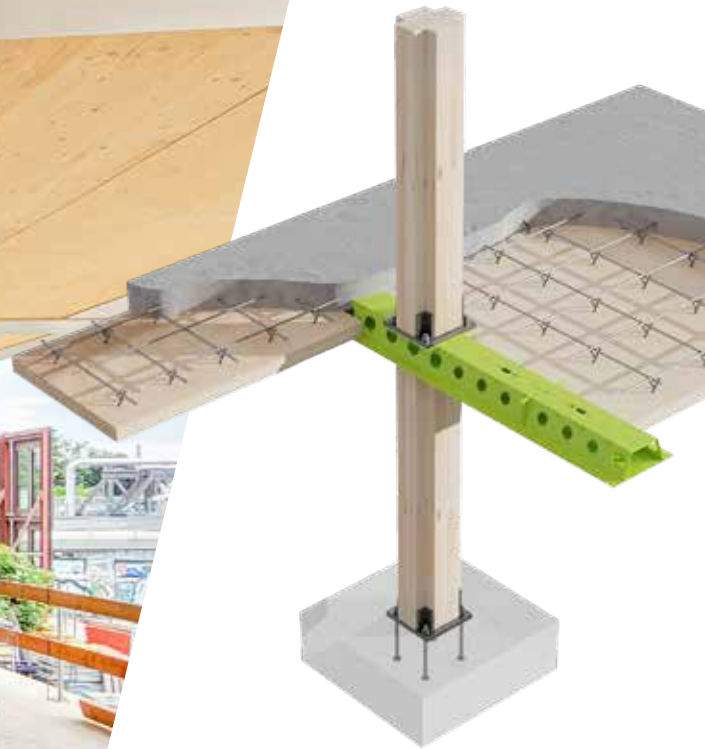
KREATIVE GESTALTUNG:

- › Innovation trifft auf ästhetisches Design

IM AUFTRAG VON



Hybride Konstruktionen mit DELTABEAM®



Brandschutz
integriert



CO₂-Äquivalent
reduziert



Nutzung
optimiert



Flexibilität
fokussiert

DELTABEAM® Green besteht zu **mehr als 90 % aus recyceltem Stahl** und **minimiert den Materialverbrauch** im Vergleich zu herkömmlichen Stahlkonstruktionen. Das System ist voll kompatibel mit LEED, BREEAM und EPD und sorgt für eine **deutlich bessere Bewertung Ihres Bauprojekts**.



CLT Brettsperrholz
Cross laminated timber CLT



Brettschichtholz
Glulam



Massivholzplatten
Solid wood panels



*We connect people,
nature and technology.
For better wood solutions.*

pfeifergroup.com

NATÜRLICH NACHHALTIG

Das Pfeleiderer Bekenntnis zur Nachhaltigkeit.

Wir sind stolz darauf, dass für unsere Produkte schon lange kein Baum mehr gezielt gefällt wird. Jetzt gehen wir den nächsten Schritt: Mit einer Nachhaltigkeitsstrategie, die unser Handeln konsequent zukunftssicher ausrichtet. Vom Ausbau der Kreislaufwirtschaft über Strategien zur Senkung von CO₂-Emissionen bis zum Bekenntnis zu Transparenz und sozialer, wertorientierter Unternehmensführung.

pfeleiderer.com/nachhaltigkeit

SIEGER



Deutscher
Nachhaltigkeitspreis
2024

MADE IN GERMANY


MAKE
YOUR
VISIONS
WORK.

DUROPAL

thermopal

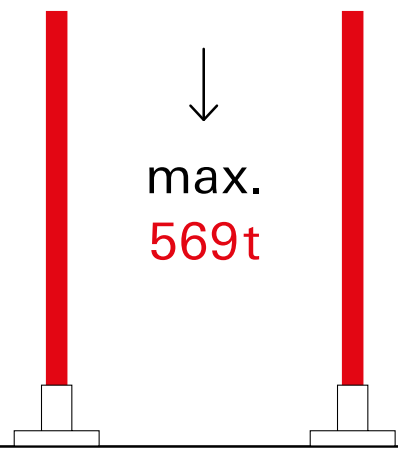
WCS

 PFLEIDERER



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

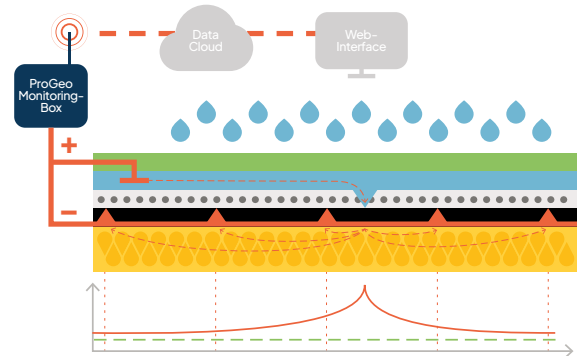
BauBuche GL75 Stütze 32/56
Druckfestigkeit in NK1: 59,4 – 70 N/mm²



Louvre,
Frankreich
protected by
ProGeo
smartex®

smartex® Monitoring – Nachhaltigkeit durch Information.

Unsere Echtzeitmonitoring-Lösungen erfassen kritische Zustände des baulichen Feuchteschutzes, bevor substantielle Schäden und Ressourcenverluste entstehen. So tragen wir seit über 30 Jahren dazu bei, unsere Welt nachhaltiger zu gestalten und Werte für die Zukunft zu bewahren – in tausenden Projekten in Deutschland, Europa und weltweit.



Unsere Lösungen beginnen mit Ihrem Projekt.



Flachdächer



Solardächer



Deponien und Becken



Fertighäuser



Holzbau



Tunnelabdichtungen



Gründächer



Industrie



Brücken

Besuchen Sie
uns gerne am
Messestand.



contact.progeo.com

ProGeo Monitoring Systeme und Services GmbH & Co. KG
Hauptstraße 2, 14979 Großbeeren bei Berlin



DAS DACH ALS ERLEBNISRAUM

DARUNTER RUHE.



REGUPOL sound and drain 22

Trittschalldämmung Außenfläche

Messergebnis:

$$L_{n,w} (C_{1,50-2500}) = 41 (+3) \text{ dB}$$



REICHENBACHER

zielsichere

Holzbearbeitung!



Spitzentechnik
für Handwerk
und Industrie



CNC-Technologie in Bestform

Beschichtungs- systeme für die Holzindustrie/ modulares Bauen? **Machen wir!**

*Innenbeschichtung mit Remmers
HoHo Holz-Hybrid-Hochhaus, Wien*

Überzeugen Sie sich selbst und besuchen Sie uns vom 11.–12. Juni 2024 auf dem 5. Deutschen Holzbaukongress im Mercure Hotel MOA in Berlin.

**Sie können sich bei
Ihrem Projekt ganz
auf uns verlassen!**



Ökologisch und Nachhaltig.
Remmers – Ihr Partner für die
Holzindustrie und modulares Bauen.

www.remmers.com

Brandschutz- Fugenfüllsysteme für Holz- und Hybridbau



Jetzt Broschüre
herunterladen



Erfahren Sie mehr im **Mercure Hotel MOA - Stand 35**



REXPANDIT

EI 90 Dehn- & Scherfuge

- Dehn- und Bewegungsfugen von 10 bis 30mm und 20 bis 40mm
- An Wänden und Decken
- Für Holzbau an Holzbau oder Holzbau an Massivbau
- Scherbewegung bis 25mm
- Geprüfter Fugenschallschutz

FLATON-FLEX A

EI 90 Fuge

- Fugenbreite bis 10mm bei Holzbau an Holzbau
- Fugenbreite bis 5mm bei Holzbau an Massivbau
- Fugenbreite bis 5mm bei Decken-Wandanschluss

Gerexte Fugen

Brandschutz auf höchstem Niveau



Metallfreies Holz-Holz Verbindungsmittel

- Selbstspannend
- Nachhaltig
- Rückbaubar



X-fix[®]
GREENETH[®]

SCHILCHER

Trading & Engineering GmbH

X-fix HOLZ-HOLZ Verbindungssysteme

T +43 676 3512090

office@x-fix.at

www.x-fix.at

SYSTEMVERBINDER

Einzigartige Lösungen



Leistungsstark: bis 560 kN

Standardisierte Verbinder – perfekt für jede Holzkonstruktion

Die ausgereiften und bewährten SHERPA-Holzverbinder ermöglichen eine effiziente & wettbewerbsfähige Planung sowie Ausführung anspruchsvoller Aufgabenstellungen im gesamten Bauwesen. Die Einsatzgebiete reichen von Knotenpunkten im Ingenieur-Holzbau über Anschlusssituationen an weitere Baustoffe wie Stahl oder Beton bis hin zu Wintergärten, Carports und Treppen. Die breite Produktpalette ermöglicht für jede Aufgabe eine maßgeschneiderte, sichere und rationelle Lösung. Der hohe Vorfertigungsgrad sowie die rasche Montage dieser standardisierten Verbindungsmittel für den Holzbau garantieren eine wirtschaftliche Durchführung vielfältigster Projekte. Vorteile:

- Sicherheit durch zugelassenes System
- Multifunktional in Kraft und Anwendung
- Standardisierte und einfache Berechnung
- Hoher Vorfertigungsgrad
- Rasche Montage

Brandschutz
bis R120



Brandneu: Bemessungs-Guide

Die Leistungsfähigkeit des SHERPA-Produktprogramms wird im Bemessungs-Guide übersichtlich dargestellt. Die kompakten Tabellen ermöglichen eine schnelle Verbinderauswahl und geben Aufschluss über die Mindestquerschnitte bis R120. Diese Werte sind durch die ETA-12/0067 vom 08.02.2022 abgesichert. So einfach war Brandschutz in der Verbindung noch nie zu bemessen! Holen Sie sich Ihr Exemplar in der Ausstellung oder online.

Wenn trotzdem noch Fragen offenbleiben, steht unser Support-team mit Rat und Tat zur Seite.

[Zum Bemessungs-Guide](#)

UNSER WEITERES SORTIMENT



CLT-Connector



Sonus



Power Base



EFcon

UNSER SUPPORT-TEAM



COO Josef Kowal



Bernd Strahammer

[Hier geht es zur SHERPA Website](#)

In Partnerschaft mit:



MAX HOLZBAU

Alles was für den modernen mehrgeschossigen Wohnbau in Berlin benötigt wird

- Building Concept
- Holzbau Planung
- Massivholz Tragwerk
- Gebäudehülle
- Montage



StoraEnso

The renewable materials company

GEWACHSEN ...

...in Brandenburg,
gebaut in Berlin

Nachhaltigkeit fängt zu Hause an. Deswegen ist es uns so wichtig, dass der Rohstoff Holz über kurze Wege zu SWISS KRONO nach Heiligengrabe/Brandenburg kommt. Aus diesem Holz fertigen wir zukunftsfähige, leistungsstarke OSB-Produkte.

Aus den massiven, großformatigen Elementen aus SWISS KRONO **MAGNUMBOARD®** OSB entsteht zum Beispiel gerade ein Ensemble aus Einfamilienhäusern in Berlin.

SWISS KRONO
MAGNUMBOARD® OSB

Das massive Holzbausystem

592 Mitarbeiter - Ein Ziel - Ein Team für Sie im Einsatz



Schlüsselfertiges Bauen

Wohn- und Gewerbeobjekte
Kindertagesstätten
Schulen
Ein- und Mehrfamilienhäuser
An- und Umbauten
Aufstockungen



Holzbau

Geschlossene Gebäudehülle
Holzrahmenbau
Ingenieur Holzbau
Sanierung / Restauration
Dachkonstruktionen
Dachdeckerarbeiten



Fenster & Fassaden

Holzfenster
Holz-Aluminiumfenster
Aluminiumfenster
Kunststofffenster
Haustüren
Pfosten-/Riegelkonstruktionen



Innenausbau

Objekt- und Ladeneinrichtungen
Wohn- und Objektüren
Möbel
Treppen
Schranksysteme
Bodenbeläge



Stahl- & Metallarbeiten

Bauschlosserei
Stahlbau
Blechbearbeitung
Edelstahlbearbeitung



Unternehmensgruppe Terhalle

Solmsstarße 46
48683 Ahaus-Ottenstein
02561-98 23 0



Stand 38

**IN BETON DENKEN -
MIT HOLZ BAUEN.**

TS3 kann alles, was Beton kann –
nun auch in Deutschland.



www.ts3.biz

TS3
Timber Structures 3.0



GANZHEITLICHER ANSATZ FÜR IHREN ERFOLG



LEVEL UP YOUR MODULAR CONSTRUCTION

Holistic solutions.
Process optimization.
Excellent results.

Vom Abdichten, Kleben und Dämmen bis zum passiven Brandschutz, von Bodenbeschichtungen bis zum Betonschutz und noch viel mehr – entdecken Sie, wie produktiv die Zusammenarbeit ist, wenn Sie eine zentrale Anlaufstelle für alle Fragen und Wünsche haben.

Ganzheitliches Portfolio
mit 6 starken Produktmarken.

Langjähriges Know-how
in Bauphysik und Erfahrung aus unzähligen Projekten.

Tiefgehende Branchenexpertise
in der Abdichtung, Beschichtung
und im passiven Brandschutz
von modularen Systemen.

Individuelle Lösungen
für Ihre Vorfertigung und die
Montage auf der Baustelle.



TIMBER PIONEER FRANKFURT

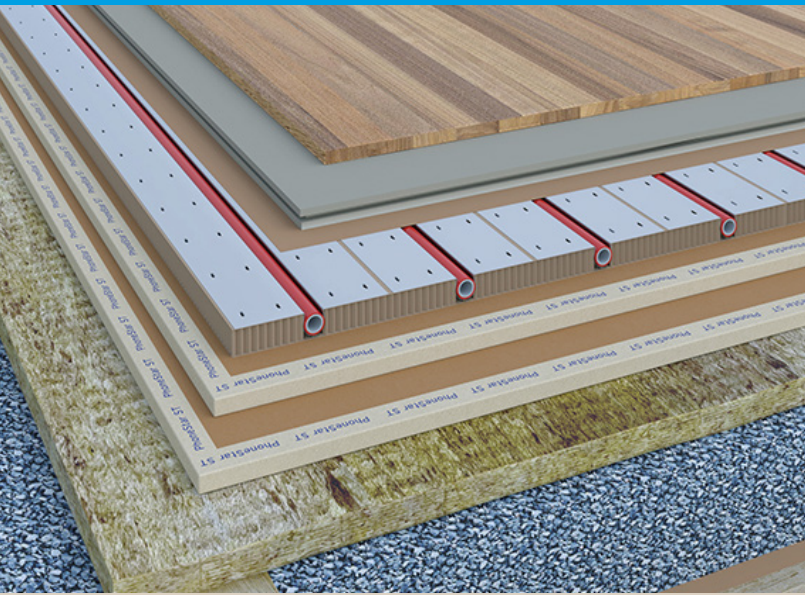


EDEKA LOGISTIKZENTRUM MARKTREDWITZ

SCHALLDÄMMUNG

FLÄCHENHEIZUNG


TROCKENESTRICH



PhoneStar  Schalldämmplatten

PowerFloor  Fußbodenheizung

PhoneStrip  Entkopplungsstreifen

 Spezialprodukte

 Messtechnik

TROCKENE SYSTEMLÖSUNGEN

für Boden, Wand und Decke - bei Neubau (Massiv / Holz) und Sanierung



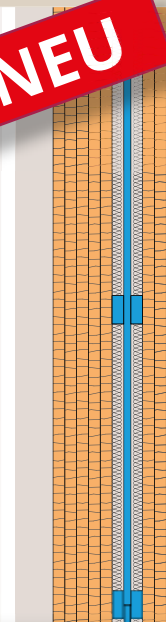
Serielles Bauen ohne Kompromisse

Die „OneBlock-Wall“ und „OneBlock-Wall CLT“
Wohnungstrennwand

- ✓ höchst schalldämmend
- ✓ stapelbar
- ✓ Werksmontage möglich
- ✓ rückbaubar
- ✓ ausgezeichnet



NEU



- ✓ innovativ
- ✓ ökologisch
- ✓ regional

Wolf Bavaria GmbH - ist seit 2004 ein erfolgreiches, innovatives und expandierendes Unternehmen welches Systemlösungen für den Holz-, Massiv- und Trockenbau anbietet. Der Gedanke eines nachhaltigen, kontinuierlichen Wertstoffkreislaufs zurück zum Ursprung ist in unserer Firmenphilosophie tief verankert und bestimmt unser Handeln auf allen Ebenen. Dabei bildet die Verwendung von nachhaltigen Rohstoffen regionaler Herkunft sowie die Entwicklung rückbaubarer Systeme die Grundlage all unserer Aktivitäten.



Wolf Bavaria GmbH
Gutenbergstraße 8
91560 Heilsbronn
Germany

Kontakt
Tel.: +49 (0) 9872 953 98 0
Fax: +49 (0) 9872 953 98 - 11
Email: info@wolf-bavaria.com



www.wolf-bavaria.com

**LENO®-BSP MIT
BAUARTGENEHMIGUNG!**

ZÜBLIN Timber
Industriestr. 2
86551 Aichach
Tel. +49 8251 908-0
timber@zueblin.de



Ihr Spezialist im Holzbau.

ZÜBLIN Timber steht für anspruchsvolle und zukunftsweisende Lösungen in allen Bereichen des Holzbaus. Aus einer Hand bieten wir die Entwicklung, Produktion, Lieferung und Ausführung hochwertiger Holzbausysteme – von der Bauteillieferung über den komplexen Ingenieurholzbau und Fassadenbau bis hin zur schlüsselfertigen Bauausführung. Gemeinsam mit unseren Kund:innen gestalten wir effiziente Lösungen und nachhaltige Lebensqualität.

www.zueblin-timber.com



ZÜBLIN
WORK ON PROGRESS