

FORUM HOLZBAU DEUTSCHLAND

1. Holzbau Kongress Berlin (DHK)

TU Berlin | Technologie- und Innovationspark |

Altes AEG Areal, Deutschland

10./11. März 2020

Bauen mit Holz im urbanen Raum

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

FORUM HOLZBAU DEUTSCHLAND

1. Holzbau Kongress Berlin (DHK)

TU Berlin | Technologie- und Innovationspark |

Altes AEG Areal, Deutschland

10./11. März 2020

Bauen mit Holz im urbanen Raum

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

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

Druck: EBERL PRINT
Kirchplatz 6
87509 Immenstad
Deutschland
T +49 8323 802 200

Auflage: 550 Ex.

© 2020 by FORUM **HOLZBAU**, Biel/Bienne, Schweiz
ISBN 978-3-906226-31-6

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

Inhalt

Stadt und Holz: Politik | Markt | Bewertung

Holzbau im Staatlichen Hochbau in Berlin	11
<i>Hermann-Josef Pohlmann, Leiter der Hochbauabteilung der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, Berlin, Deutschland</i>	
Regionaler Markt – Wie wird sich Ostdeutschland entwickeln?	15
<i>Prof. Dr. Michael Voigtländer, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln, Deutschland</i>	
Lebenszykluskosten von Gebäuden – Wettbewerbsvorteile nachwachsender Rohstoffe	21
<i>Holger König, Ascona Gesellschaft für ökologische Projekte, Gröbenzell, Deutschland</i>	

Holz-Beton-Verbund: Entwicklungen | Konzepte | Umsetzungen

Hybridkonzepte für den mehrgeschossigen Holzbau	31
<i>Konrad Merz, merz kley partner, Dornbirn, Österreich</i>	
Verklebung als Verbund für Holz-Beton-Deckensysteme	41
<i>Christoph Hackspiel, Camillo Sitte Bautechnikum, Wien, Österreich</i>	
Individuell und doch modular – kein Widerspruch! Moderne Holzhybride	49
<i>Andreas Schimmelpfennig, cree Deutschland, Bremen, Deutschland</i>	

A1

Kommunale Objektbauten: Gesund | Schnell | Qualitativ

Wohngesundheit, Raumluft und Ausführungsqualität ist SICHER planbar	59
<i>Karl-Heinz Weinisch, Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene, Weikersheim, Deutschland</i>	
Kitas ökologisch, gesund und schnell bauen – ein Erfahrungsbericht	71
<i>Achim Füllemann, Füllemann Architekten, Gilching, Deutschland</i>	

A2

Brandschutz im Geschossbau: Konstruktion | Dämmung | Fassade

Brandschutztechnisch sichere hinterlüftete Holzfassaden – ist das möglich?	83
<i>Dr.-Ing. Michael Merk, Technische Universität München, München, Deutschland</i> <i>Thomas Engel, Technische Universität München, München, Deutschland</i>	
Brandsichere Holzfaser – WDVS für die Gebäudeklassen 4 und 5	93
<i>Björn Kampmeier, Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg, Deutschland</i>	

Gastreferat

Moderne Holzarchitektur – Beispiele und Perspektiven	105
<i>Univ.-Prof. Arch. DI Hermann Kaufmann, Hermann Kaufmann + Partner ZT, Schwarzach, Österreich</i>	

B1**Landesbauordnung Berlin/Brandenburg:
Verwendung | Konstruktion | Vergabe**

- Verwendbarkeitsnachweise für Holzbausysteme im Geschosswohnungsbau** 119
Johannes Niedermeyer, Holzbau Deutschland Institut, Berlin, Deutschland
- Leitdetails für Konstruktionen in Holzbauweise in den Gebäudeklassen 4 und 5 gemäß der LBO BW (HolzbauRLBW)** 127
Prof. Ludger Dederich, Hochschule Rottenburg, Rottenburg/Neckar, Deutschland
Patrick Sudhoff, HS Magdeburg Stendal/HS Rottenburg
- Erfolgreiche Vergabe von Holzbauaufträgen im öffentlichen Bauen - Marktstudie zum öffentlichen Bauen mit Holz in Berlin** 139
Eike Roswag-Klinge, Natural Building Lab, Technische Universität Berlin, ZRS Architekten Ingenieure, Berlin, Deutschland

B2**Verdichtetes Bauen: Neubau | Umnutzung | Revitalisierung**

- Gare Maritime – Moderner Holzbau belebt ehemals größten Güterbahnhof Europas** 159
Heinz Thurik, ZÜBLIN Timber, Aichach, Deutschland
- Umwandlung eines Schwimmbades in ein Bürogebäude** 167
Burkhard Walter, B. Walter Ingenieurgesellschaft, Aachen, Deutschland
- Urbaner Holzbau – das ist erst der Anfang** 185
Univ. Prof. Tom Kaden, Kaden+Lager Architekten, Berlin, Deutschland

Schnelles Bauen – durch vorgefertigte modulare Elemente und/oder Raumzellen

- GdW Rahmenvereinbarung serielles und modulares Bauen** 205
Fabian Viehrig, GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V., Berlin, Deutschland
- Bauen mit modularen Flächenelementen** 211
Bruno Moser, architekturWERKSTATT, Breitenbach am Inn, Österreich
- Die Aufstockung in Holzmodulbauweise – wirtschaftlich, sinnvoll und sozial – Deutschlands größte Nachverdichtung** 221
Christian Czerny, LiWood, München, Deutschland
- Raummodule in Holzleichtbauweise – in 4 Monaten zum Ziel** 229
Max Renggli, Renggli, Schötz, Schweiz

Städtischer Wohnbau

- Prinz-Eugen-Park in München – die größte Holzbausiedlung in Deutschland entsteht** 241
Ulrike Klar, Stadtdirektorin Landeshauptstadt München, München, Deutschland
- Quartier Weissensee: Berlins grösster Holzbau** 251
Christoph Deimel, Deimel Oelschläger Architekten, Berlin, Deutschland

Moderatoren

Prof. Germerott Uwe

Berner Fachhochschule
Solithurnstrasse 102
2504 Biel/Bienne, Schweiz

Tel.: +41 32 344 03 50
E-Mail: uwe.germerott@bfh.ch

Hoidn Babara

Hoidn Wang Partner
Pariser Strasse 6
10719 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 308 872 96 60
E-Mail: barbara.hoidn@hoidnwang.de

Hüls Ansgar

Landesbeirat Holz Berlin
Lindenstrasse 34a
14467 Potsdam, Deutschland

Tel.: +49 337 931 057 44
E-Mail: a.huels@huels-ingenieure.de

Prof. Dr. h. c. Köster Heinrich

Technische Hochschule Rosenheim
Hochschulstrasse 1
83024 Rosenheim, Deutschland

Tel.: +49 80 318 051 20
E-Mail: heinrich.koester@th-rosenheim.de

Dr. Lippert Jörg

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

Tel.: +49 308 978 11 54
E-Mail: joerg.lippert@bbu.de

Dr. Ohnesorge Denny

Landesbeirat Holz Berlin
Lindenstrasse 34a
14467 Potsdam, Deutschland

Tel.: +49 302 061 399 70
E-Mail: denny.ohnesorge@dhwr.de

Prof. Roswag-Klinge Eike

Natural Building Lab
Technische Universität Berlin
Strasse des 17. Juni 152
10623 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 30 314 218 87
E-Mail: roswag-klinge@tu-berlin.de

Prof. Dr. Schmid Volker

Technische Universität Berlin
Gustav-Meyer Allee 25
13355 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 303 147 21 62
E-Mail: volker.schmid@tu-berlin.de

Prof. Dr. Schmid Volker

Technische Universität Berlin
Gustav-Meyer Allee 25
13355 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 303 147 21 62
E-Mail: volker.schmid@tu-berlin.de

Prof. Dr. Schwarz Ulrich

Hochschule Eberswalde
Schicklerstrasse 5
16225 Eberswalde, Deutschland

Tel.: +49 333 465 73 74
E-Mail: Ulrich.Schwarz@hnee.de

Prof. Winter Wolfgang

Technische Universität Wien
Karlsplatz 13
1040 Wien, Österreich

Tel.: +43 699 103 350 49
E-Mail: winter@iti.tuwien.ac.at

Referenten

Buchner Karsten

buchner + wienke architekten
Brunnenstrasse 10
10119 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 30 47 37 71 33
E-Mail: office@buchnerundwienke.de

Czerny Christian

LiWood
Rückertstrasse 5
80336 München, Deutschland

Tel.: +49 894 111 84 10
E-Mail: christian.czerny@liwood.com

Prof. Dederich Ludger

Hochschule Rottenburg
Schadenweilerhof
72108 Rottenburg, Deutschland

Tel.: +49 747 295 11 47
E-Mail: dederich@hs-rottenburg.de

Deimel Christoph

Deimel Oelschläger Architekten
Wattstrasse 11-13
13355 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 302 096 768 10
E-Mail: deimel@deo-berlin.de

Füllemann Achim

Füllemann Architekten
Rathausstrasse 1
82205 Gilching, Deutschland

Tel.: +49 810 573 03 00
E-Mail: af@fuellemann-architekten.de

Hackspiel Christoph

camillo sitte bautechnikum
Leberstrasse 4c
1030 Wien, Österreich

Tel.: +43 01 799 26 31
E-Mail: C.Hackspiel@bautechnikum.at

Hiller Felix

schäferwenningerprojekt GmbH
Alt-Mariendorf 47A
12107 Berlin, Deutschland

E-Mail: info@swprojekt.de

Prof. Kaden Tom

Kaden + Lager
Alexanderstrasse 7
10178 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 304 862 46 62
E-Mail: kaden@kadenundlager.de

Prof. Dr. Kampmeier Björn

Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstrasse 2
39114 Magdeburg, Deutschland

Tel.: +49 391 886 49 67
E-Mail: bjoern.kampmeier@hs-magdeburg.de

Kaufmann Christian

Kaufmann Bausysteme GmbH
Vorderreuthe 57
6870 Reuthe, Österreich

Tel.: +43 551 431 440 25
E-Mail: c.kaufmann@kaufmannbausysteme.at

Prof. Kaufmann Hermann

Technische Universität München / HK Architekten
Sportplatzweg 5
6858 Schwarzach, Österreich

Tel.: +43 557 258 17 40
E-Mail: h.kaufmann@hkarchitekten.at

Klar Ulrike

Stadtdirektorin München
Blumenstrasse 31
80331 München, Deutschland

Tel.: +49 892 332 29 60
E-Mail: ulrike.klar@muenchen.de

König Holger

Ascona Gesellschaft für ökologische Projekte
Eschenriederstrasse 65
82194 Gröbenzell, Deutschland

Tel.: +49 814 265 186 96
E-Mail: mail@ascona-koenig.de

Ludloff Jens

Ludloff Ludloff Architekten
Auguststrasse 91
10117 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 30 779 080 94
E-Mail: jl@ludloffludloff.de

Dr. Merk Michael

Technische Universität München
Arcisstrasse 21
80333 München, Deutschland

Tel.: +49 892 892 240 46
E-Mail: m.merk@tum.de

Merz Konrad

merz kley partner GmbH
Sägerstrasse 6
6850 Dornbirn, Österreich

Tel.: +43 557 236 031 11
E-Mail: k.merz@mkp-ing.com

Moser Bruno

architektur WERKSTATT
Dorf 145
6252 Breitenbach am Inn, Österreich

Tel.: +43 533 821 220
E-Mail: b.moser@archimos.at

Niedermeyer Johannes

Holzbau Deutschland Institut
Kronenstrasse 55-58
10117 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 302 031 45 34
E-Mail: niedermeyer@institut-holzbau.de

Pohlmann Hermann-Josef

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
und Wohnen
Fehrbelliner Platz 2
10707 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 309 013 932 00
E-Mail: Hermann-Josef.Pohlmann@SenSW.berlin.de

Prof. Roswag-Klinge Eike

Natural Building Lab
Technische Universität Berlin
Strasse des 17. Juni 152
10623 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 30 314 218 87
E-Mail: roswag-klinge@tu-berlin.de

Schimmelpfennig Andreas

Zech Bau Holding
August-Bebel-Allee 1
28329 Bremen, Deutschland

Tel.: +49 511 545 363 13
E-Mail: andreas.schimmelpfennig@creebyzech.de

Viehrig Fabian

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

Tel.: +49 308 240 31 73
E-Mail: viehrig@gdw.de

Walter Burkhard

B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH
Charlottenburger Allee 60
52068 Aachen, Deutschland

Tel.: +49 241 949 09 14
E-Mail: walter@ing-walter.de

Wienke Birgit

buchner + wienke architekten
Brunnenstrasse 10
10119 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 30 47 37 71 33
E-Mail: office@buchnerundwienke.de

Renggli Max

Renggli
St. Georgstrasse 2
6210 Sursee, Schweiz

Tel.: +41 41 925 25 05
E-Mail: max.renggli@renggli.swiss

Schautes Stefan

HOWOGE Wohnungsbaugesellschaft
Ferdinand-Schultze-Strasse 71
13055 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 305 464 12 60
E-Mail: claudia.zinkler@howoge.de

Thurik Heinz

ZÜBLIN Timber
Industriestrasse 2
86551 Aichach, Deutschland

Tel.: +49 8251 908 141
E-Mail: heinz.thurik@zueblin.de

Prof. Dr. Voigtländer Michael

Institut der deutschen Wirtschaft
Georgenstrasse 22
10117 Berlin, Deutschland

Tel.: +49 221 498 17 41
E-Mail: voigtlaender@iwkoeln.de

Weinisch Karl-Heinz

Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene
Deutschordenstrasse 4/3
97990 Weikersheim, Deutschland

Tel.: +49 793 491 21 11
E-Mail: weinisch@iquh.de

Prof. Dr. Winter Stefan

Technische Universität München/
bauart - Konstruktion
Spessartstrasse 13
36341 Lauterbach, Deutschland

Tel.: +49 891 392 833 60
E-Mail: winter@bauart-konstruktion.de

Dienstag, 10. März 2020

Stadt und Holz: Politik | Markt | Bewertung

Holzbau im Staatlichen Hochbau in Berlin

Senatsdirigent Dipl.Ing. Hermann-Josef Pohlmann
Leiter der Hochbauabteilung der Senatsverwaltung
für Stadtentwicklung und Wohnen
Berlin, Deutschland

Holzbau im Staatlichen Hochbau in Berlin

1. Herausforderungen

Berlin ist eine wachsende Stadt. Pro Jahr sind in den letzten Jahren bis zu 40.000 Menschen in die Stadt gezogen. Dies stellt große Anforderungen an Wohnungsbau und die soziale Infrastruktur.

Schulpflicht, Recht auf einen Kitaplatz, Unterbringung von Geflüchteten führen zum Aufwuchs der staatlichen Bauaufgaben.

Die Überschuldung des Landes Berlin nach der Wiedervereinigung hat bis Mitte der 2010er Jahre zu großen Einschnitten in der Personalausstattung der öffentlichen Verwaltung geführt, ein faktischer Einstellungsstopp über Jahrzehnte, Überalterung, «Pensionierungswellen» haben auch die bauende Verwaltung getroffen. Fehlende Mittel für die bauliche Unterhaltung verhinderte einen Werterhalt der bestehenden Gebäude, Neubauten konnten kaum in Angriff genommen werden...

In den letzten Jahren konnte Berlin Haushaltsüberschüsse generieren, die eine bessere Personalausstattung in Behörden und Ämtern ermöglichte, die Haushaltsansätze für baulichen Unterhalt und Investitionen wurden deutlich erhöht und treffen nun auf eine überhitzte Baukonjunktur und einen «Fachkräftemangel», der auch die Besetzung offener Stellen in der Verwaltung erschwert.

Was macht der Staatliche Hochbau, um vor diesem Hintergrund seine gewachsenen Aufgaben zu erfüllen?

2. Entwicklung von Typenbauten für Bauprogramme

Immer wenn große Bauaufgaben, die schnell erledigt werden mussten, anstanden, wurde auf Typenbauten zurückgegriffen: Die Eisenbahngesellschaften im 19. Jahrhundert haben an ihren Strecken Typenbahnhöfe, Typengüterschuppen, etc. gebaut, nur der Endbahnhof in der Hauptstadt war Gegenstand einer «Konkurrenz», wie Realisierungswettbewerbe seinerzeit hießen. Auch der erfolgreiche Wohnungsbau in Frankfurt in den 20er Jahren war nur möglich, weil auf Typenentwürfe zurückgegriffen wurde.

Für Sporthallen, Kitas, Ergänzungsbauten für Schulen und Flüchtlingsunterbringung setzt die Hochbauabteilung deshalb auf Typenbauten: Es ist lediglich ein Entwurf erforderlich, der an verschiedenen Orten errichtet («implementiert») werden kann.

3. Bündelung von Leistungen und Rahmenverträge

Das zeitaufwendige öffentliche Vergaberecht für freiberufliche Leistungen im Oberschwellenbereich ist bereits für eine kleine Baumaßnahme wie eine 3-Feld-Sporthalle anzuwenden und zwar für jede einzelne Fachplanung. Die Bündelung dieser Leistungen zu Generalplanerleistungen ist vor dem Hintergrund der Menge der Bauaufgaben geboten.

Für Bauleistungen gilt ähnliches: Für eine Baumaßnahme sind 25 Einzelvergaben erforderlich, ein sinnvolles «Schnüren» von Vergabepaketen vermeidet aufwendig zu steuernde Schnittstellen auf der Baustelle, Rahmenverträge erlauben den Abruf weiterer Bauleistungen ohne zusätzliche Vergabeverfahren.

4. Vorfertigung und Holzbau

Die genannten großen Bauvolumina der Typenbauten erlauben endlich einmal eine Vorfertigung in Serie, sie verlangen nach industriellem Bauen und ermöglichen kurze, witterungsunabhängige Bauzeiten vor Ort.

Dies sind ideale Bedingungen für den modernen Holzbau, der konsequent im staatlichen Hochbau in Berlin bei den vorgenannten Bauvorhaben mit einem Volumen von bis zu 1.0 Milliarden € zum Einsatz kommen wird.

Integrierte Sekundarschule (ISM) in Berlin-Mahlsdorf,
Bauherr: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, Hochbauabteilung
Generalplaner: NKBAK, Frankfurt am Main
Generalunternehmen: Kaufmann Bausysteme, Reuthe (A)



Regionaler Markt – Wie wird sich Ostdeutschland entwickeln?

Prof. Dr. Michael Voigtländer
Institut der deutschen Wirtschaft
Köln, Deutschland



Regionaler Markt – Wie wird sich Ostdeutschland entwickeln?

1. Einleitung

Die deutsche Wiedervereinigung, die formal am 3. Oktober 1990 vollzogen wurde, ist sicherlich eine der ganz großen Errungenschaften des letzten Jahrhunderts. Auf friedliche Art und Weise wurde eine Diktatur beendet und damit die Perspektive für Millionen Menschen verbessert. Ökonomisch wurden die damals großen Erwartungen allerdings nicht erfüllt. Während man im Wahlkampf 1990 noch von bald «blühenden Landschaften» sprach und man auf eine schnelle Angleichung setzte, zeigte sich schon bald in den 1990er Jahren eine ganz andere Realität. Viele Unternehmen verloren aufgrund der Währungsumstellung ihre Wettbewerbsfähigkeit. In der Folge kam es zu Insolvenzen, Arbeitslosigkeit und Reallohnverlusten. Seit einigen Jahren nun zeigen zumindest einige Städte Aufholendenzen. Berlin wächst nicht nur bei der Einwohnerzahl, sondern legt auch beim BIP kräftig zu. Auch Leipzig und Dresden sowie einige wenige andere Städte überzeugen mit Einwohnerwachstum und einem Zuwachs an Wirtschaftskraft.

30 Jahre nach der Wiedervereinigung scheint es nun aber so zu sein, dass Wachstum nicht nur in einigen wenigen Städten entsteht, sondern dass Ostdeutschland auch flächendeckend aufholt. Festgemacht wird dies im Folgenden anhand der Entwicklungen im Arbeitsmarkt, der Erschwinglichkeit des Wohnens sowie der infrastrukturellen Ausstattung. Sicherlich ist es noch ein weiter Weg bis zu einer vollständigen wirtschaftlichen Konvergenz, aber zumindest geht der Weg nun in die richtige Richtung. Gerade für Immobilieninvestoren könnte es interessant sein, Ostdeutschland stärker in den Blick zu nehmen.

2. Entwicklungen im Arbeitsmarkt

Ostdeutschland war über viele Jahre durch eine besonders hohe Arbeitslosigkeit gekennzeichnet. In Mecklenburg-Vorpommern lag die Arbeitslosigkeit – gemessen hier als der Anteil der Arbeitslosen an allen abhängig beschäftigten Erwerbspersonen – bei über 25 Prozent im Januar 2005. Auch in Sachsen, Sachsen-Anhalt oder Brandenburg lag die Arbeitslosenquote in den 2000er Jahren bei über 20 Prozent. Der Abstand zu Westdeutschland war deutlich.

Seit 2010 hat sich die Situation im Arbeitsmarkt sichtbar verbessert. Deutschlandweit ist die Zahl der Erwerbspersonen merklich gestiegen, zwischen 2010 und 2019 gab es einen Zuwachs von 4,5 Millionen Erwerbspersonen. Entsprechend ist bundesweit auch die Arbeitslosenquote gesunken, stattdessen ist der Fachkräftemangel das beherrschende Thema.

Besonders erfreulich ist die Entwicklung aber in Ostdeutschland (Abbildung 1). Im Vergleich zu Westdeutschland ist die Arbeitslosenquote deutlich schneller gefallen, der Abstand beträgt nur noch wenige Prozentpunkte. Noch im Dezember 2010 lag die Arbeitslosenquote in Ostdeutschland bei 11,2 Prozent, in Westdeutschland dagegen bei 6,9 Prozent. Im Dezember 2019 betragen die Werte nun 6,9 Prozent in Ostdeutschland und 5,1 Prozent in Westdeutschland, der Abstand hat sich also beträchtlich verringert. Zwar liegen noch alle ostdeutschen Bundesländer über dem Niveau in Westdeutschland, aber in den Bundesländern Sachsen, Thüringen und Brandenburg liegt die Arbeitslosenquote mittlerweile unterhalb des Niveaus in Nordrhein-Westfalen.

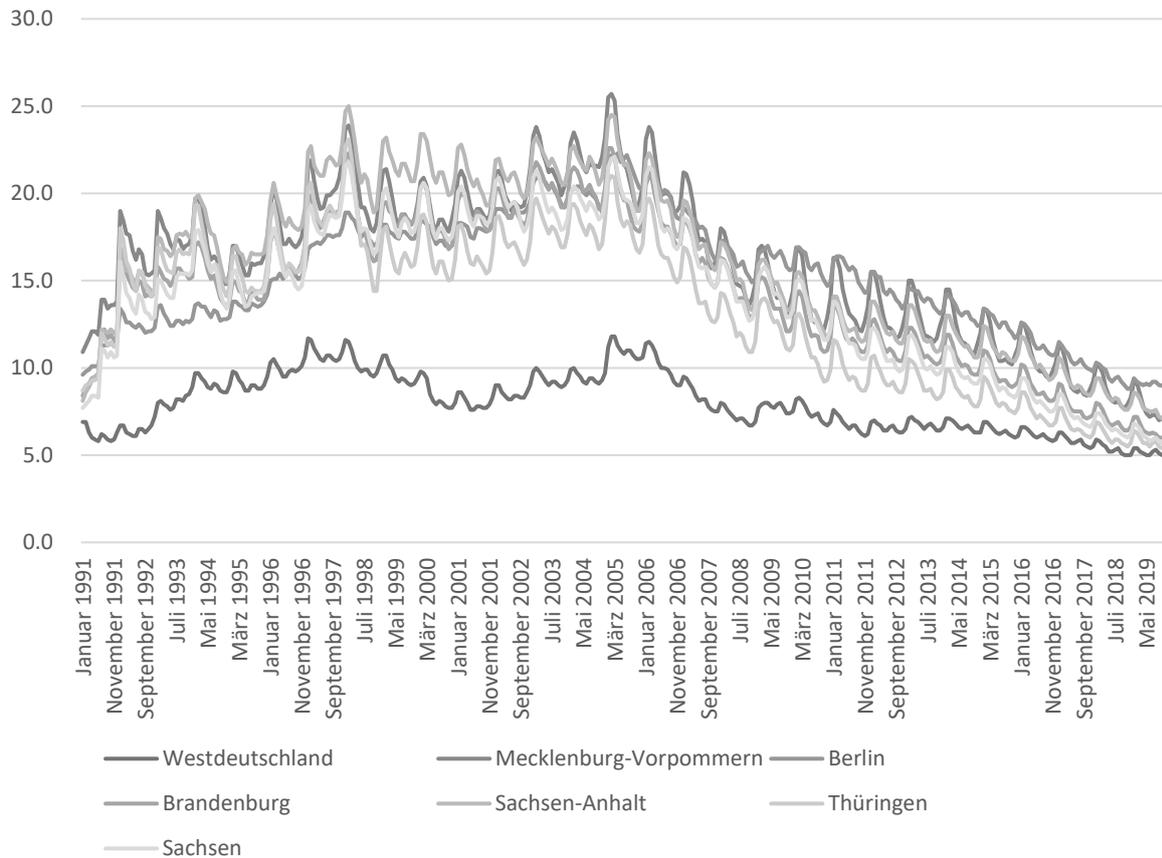


Abbildung 1: Entwicklung der Arbeitslosenquote in Westdeutschland und den ostdeutschen Bundesländern
Quelle: Bundesagentur für Arbeit

Natürlich, ein Teil der sehr positiven Entwicklung im Arbeitsmarkt ist der Abwanderung geschuldet, denn durch den Weggang von potenziellen Arbeitnehmern sinkt die Arbeitslosenquote. Allerdings ist der Wegzug aus Ostdeutschland weitestgehend gestoppt. Darüber hinaus hat sich eben auch die Arbeitsnachfrage deutlich entwickelt. Mittlerweile zählen Regionen wie Jena, Riesa oder Schwerin zu den Regionen mit einem sehr großen Fachkräftengpass. Und es spricht einiges dafür, dass viele ostdeutsche Regionen besser durch den nächsten konjunkturellen Abschwung kommen. Schließlich trifft der einsetzende Abschwung vor allem die Industrie. Zumindest Berlin, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg sind aber durch einen hohen Dienstleistungsanteil gekennzeichnet.

3. Infrastrukturausstattung

Die Diskussion um gleichwertige Lebensverhältnisse bestimmt immer mehr die politische Agenda, gerade auch die Unterschiede zwischen Stadt und Land stehen im Zentrum der Debatte. Tatsächlich dürfte dies an Bedeutung zunehmen, denn es könnte weitere Konzentrationen der wirtschaftlichen Aktivität geben. Allerdings sind die ostdeutschen Regionen für den Wettbewerb vergleichsweise gut aufgestellt. Das Institut der deutschen Wirtschaft hat in Zusammenarbeit mit ausgewählten externen Forschern die Lage der Regionen sehr detailliert untersucht. Ostdeutschland weist dabei vor allem demografische Probleme auf, wobei sich jedoch die Lage am aktuellen Rand verbessert. Auffällig ist aber, dass die ostdeutschen Regionen gerade beim Thema Infrastruktur vergleichsweise gut aufgestellt sind. Zwar gibt es auch in Ostdeutschland einige Regionen, in denen der Breitbandausbau dringend intensiviert werden muss, aber dies gilt ebenso für zahlreiche westdeutsche Regionen. Besonders positiv ist indessen die Lage bei den kommunalen Schulden. Während gerade in Nordrhein-Westfalen und in Rheinland-Pfalz viele Kommunen hochverschuldet sind, gibt es in Ostdeutschland kaum verschuldete Kommunen. Dies ist für die Perspektiven äußerst wichtig, denn es sichert den Kommunen Handlungsfähigkeit. Das wiederum ist die Voraussetzung dafür, den Bürgern ein attraktives Infrastrukturangebot unterbreiten zu können, sprich bessere Schulen, eine

effizientere Verwaltung oder auch Schwimmbäder und Kultureinrichtungen. Angesichts der demografischen Entwicklung, insbesondere des Rückgangs des Erwerbspersonenpotenzials, wird sich der Wettbewerb der Kommunen um hochqualifizierte Arbeitnehmer weiter verschärfen. Natürlich sind in diesem Wettbewerb Großstädte im Vorteil, aber auch Mittelstädte können mit einem attraktiven Angebot überzeugen. Für diesen Wettbewerb sind zahlreiche Kommunen in Ostdeutschland heute besser aufgestellt als zahlreiche Kommunen in Westdeutschland.

4. Erschwinglichkeit von Wohnraum

Die Erschwinglichkeit von Wohnraum ist ein sehr großes mediales Thema. Vielfach wird die Entwicklung skandalisiert, aber ein nüchterner Blick auf die Fakten verrät, dass die Lage längst nicht so schlecht ist, wie sie teilweise dargestellt wird. In Abbildung 2 ist die Differenz der Wachstumsrate der durchschnittlichen Bruttolöhne und der Wiedervertragsmieten dargestellt. Steigen die Löhne schneller als die Mieten, nimmt die Erschwinglichkeit für den Normalverdiener zu, steigen dagegen die Mieten schneller, steigt die relative Belastung. In den meisten westdeutschen Kreisen steigen die Löhne und Mieten etwa gleich stark, dies gilt auch für Metropolen wie Frankfurt oder Stuttgart. Einzig in Bayern, dort insbesondere in München und den Umlandgemeinden, steigen auf breiter Front die Mieten schneller als die Löhne, dort wird es für Durchschnittsverdiener also immer schwieriger, Mietwohnungen zu bezahlen.

Ganz anders ist dagegen die Lage in Ostdeutschland (ohne Berlin). Hier sind die Löhne wesentlich stärker gestiegen als die Mieten. Eine Erklärung dafür sind die teils noch hohen Leerstände, die das Mietpreiswachstum dämpfen. Allerdings steigen eben auch die Löhne kräftig, weil die Unternehmen versuchen, die Fachkräfte zu halten oder neue zu gewinnen. Daher ist es zunehmend notwendig, zum westdeutschen Niveau aufzuschließen. Die Unterschiede zwischen Löhnen und Mieten verheißen für die Zukunft stärker steigende Mieten, was den Markt vor allem für Immobilieninvestoren attraktiv macht. Darüber hinaus deuten die im Vergleich zu Westdeutschland anziehenden Löhne auf eine zunehmende Konvergenz der Einkommen hin.

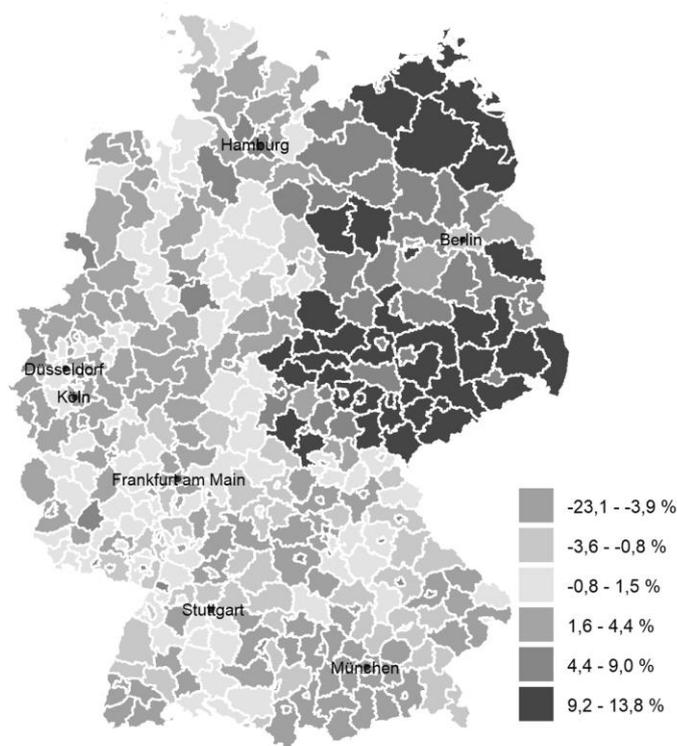


Abbildung 2: Differenz der Wachstumsraten der Bruttolöhne und der Wiedervertragsmieten 2014-2018
Quelle: F+B, Bundesagentur für Arbeit, IW

5. Schlussfolgerungen

Auch knapp 30 Jahre nach der Wiedervereinigung gibt es noch unterschiedliche Wohlstandsniveaus zwischen Ost- und Westdeutschland, aber zumindest zeigen sich nun deutlichere Konvergenzentwicklungen. Gerade die Fortschritte im Arbeitsmarkt sind bemerkenswert, doch auch die Finanzkraft der Kommunen und die insgesamt höhere Investitionsquote stimmen hoffnungsvoll.

Insbesondere für Immobilieninvestoren scheinen die Rahmenbedingungen vorteilhaft, zumal vielerorts keine Anlagealternativen mehr vorhanden sind. Insofern könnte das neue Jahrzehnt ein sehr spannendes für Ostdeutschland werden.

Lebenszykluskosten von Gebäuden – Wettbewerbsvorteile nachwachsender Rohstoffe

Holger König
Ascona Gesellschaft für ökologische Projekte
Gröbenzell bei München, Deutschland



Lebenszykluskosten von Gebäuden – Wettbewerbsvorteile nachwachsender Rohstoffe

Der folgende Text ist ein gekürzter Kapitelauszug aus dem DBU-Bauband 1 Schmuttetal Gymnasium herausgegeben von Sabine Djahanschah und der ARGE Diedorf, Veröffentlichung im Detail-Verlag, München. Der Autor war für das Kapitel verantwortlich.

1. Nachhaltigkeit und Qualitätssicherung

Bei der integralen Planung des Gymnasiums Schmuttetal wurden verschiedenen Lösungsvorschläge unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit analysiert, bewertet und optimiert. Hauptinstrument war die Lebenszyklusanalyse. Drei Themenfelder wurden untersucht:

- Ökonomie, hier Herstellungs- und Nutzungskosten
- Ökologie, hier Umweltbilanz für die Erstellung, des Betriebens und der Beseitigung
- Soziales, hier der Komfort und die Gesundheit während des Gebäudebetriebs.

Die Berechnung der Lebenszykluskosten und die Wirtschaftlichkeitsberechnung ergaben Kriterien für nachhaltige Entscheidungen in Hinblick auf innovative, umweltfreundliche und qualitativ hochwertige Baustandards. Erfahrungen mit verschiedenen Schulbauprojekten zeigen, dass erst der Vergleich mit Projektvarianten den Entscheidungsträgern ermöglicht Argumente zu beurteilen und abzuwägen. Variantenvergleich ist eine unverzichtbare Methode eines transparenten Planungsprozesses.

1.1. Arbeitsansatz

Es wurde wie folgt vorgegangen. Die beteiligten Planer legten für ihr Arbeitsfeld die in dem jeweiligen Konzept enthaltenen Komponenten fest samt qualitativen (z. B. U-Wert) oder quantitativen Informationen (z. B. Mehrkosten).

Drei Modelle wurden untersucht; Standardausführung und Passivhausmodell bestehen weitgehend aus nicht nachwachsenden, das sind: mineralische, metallische und synthetische Rohstoffe, realisierte Variante mit einem hohen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen. Die Bauteile wurden aus dem Elementkatalog der LEGEP-Datenbank entnommen und entsprechen im Aufbau und in der Materialwahl vielen bereits bilanzierten Gebäuden. Die Modellierung dieser Varianten macht die Unterschiede verschiedener Konstruktionsweisen und energetischer Zielkonzepte deutlich.

Variante S

Standardschule mit Standardraumprogramm erfüllt in energetischer Sicht die Anforderung der EnEV 2009. Die Bauweise: Mineralische Primärkonstruktion in Mauerwerkbauweise mit Betondecken und Holzdachstuhl. Nur die Aula und Turnhalle wird mechanisch belüftet.

Variante P

Passivhausstandard für eine Schule mit demselben Raumprogramm. Mineralische Primärkonstruktion in Mauerwerkbauweise mit Betondecken und Holzdachstuhl; Hüllflächen mit sehr niedrigen U-Werten. Vollständige mechanische Belüftung. Zusätzlich PV-Anlage auf allen Dächern.

Variante R

Realisierte Schule mit demselben Raumprogramm auf Passivhausniveau. Primärkonstruktion in Holz incl. Wände und Dach. Vorwiegend Einsatz nachwachsender Rohstoffe. Weitgehende Vorfertigung, vollständige mechanische Belüftung incl. Kühlung soweit die Speichermasse nicht hinreicht. Reduzierter Stromverbrauch durch innovative Beleuchtung.

2. Lebenszykluskosten und Barwertberechnung

Die Lebenszykluskostenberechnung ist eine Erweiterung der Kostenbetrachtung über den angenommenen Nutzungszeitraum von 50 Jahren. Die Berechnung der Herstellungskosten nach DIN 276 wird erweitert durch zusätzliche Phasen mit entsprechenden Kostenstellen nach DIN 18960 und die abschließende Wirtschaftlichkeit unter Einbezug qualitativer Aspekte.

Basis für die Lebenszykluskostenberechnung:

- DIN 276
die Herstellungs- oder Baukosten.

DIN 18960 / Nutzungskosten:

- Ver- und Entsorgung
- Reinigung
- Wartung
- Instandsetzung

2.1. Baukosten

Die Baukosten wurden für die drei Varianten durch eine bauteilbasierte Modellierung in der integralen Planungssoftware auf der Basis der sirAdos-Baudatenbank ermittelt. Zu den verschiedenen Planungsständen wurden die Modellierungen 2012, 2013 und 2014 nachgeführt. Der Forschungsauftrag bestand in detaillierter Differenzierung der Varianten.

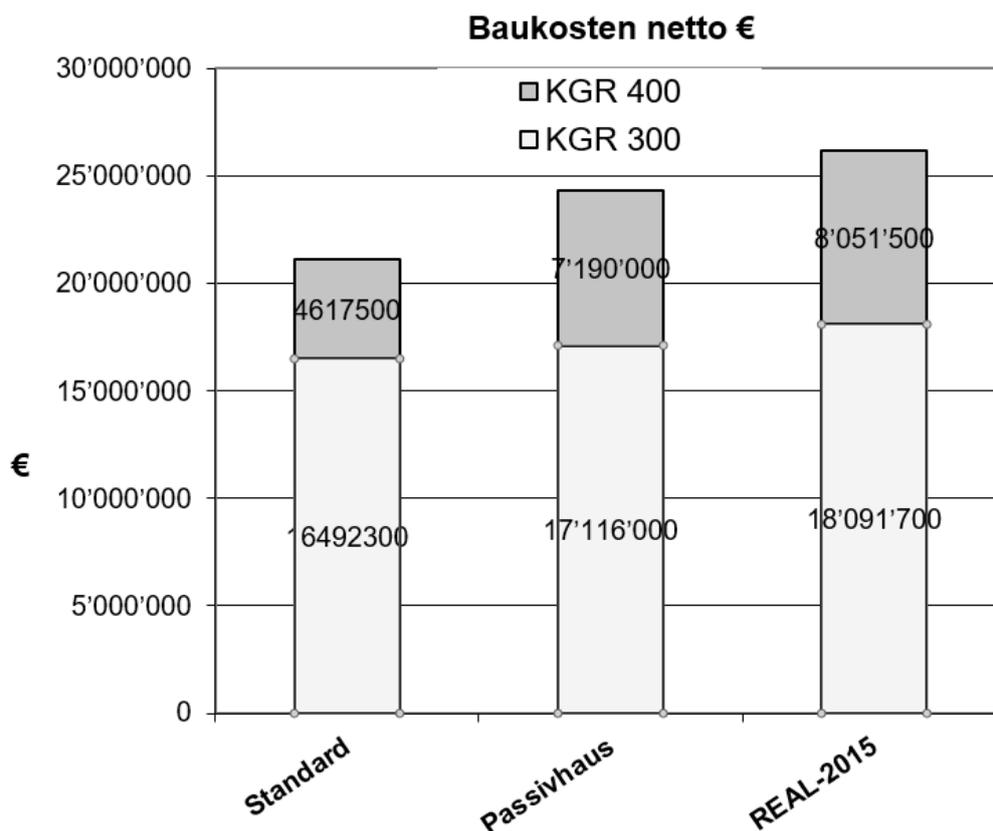


Abbildung 1: Baukostenübersicht KGR 300-400 Variante S, P, R netto

Die ermittelten Herstellungskosten nach DIN 276 bezogen auf m² BGF betragen für die Variante S Euro 1.352, für die Variante P Euro 1.489 und die Variante R Euro 1.623. Die Baukosten der Variante R liegen um ca. 23,8 % über den Kosten Variante S in den Kostengruppen 300 und 400. Ausschlaggebend sind hierbei die deutlich höheren Technikkosten (Komplettlüftung, Photovoltaikanlage), Bedingung für EU-Standard 2019 (Plus-Energie) und Lernkomfort. Vergleicht man die Baukosten mit Variante P, steigen die Baukosten nur um ca. 7,5 % an. Dieser Betrag entspricht den forschungsbedingten

Mehrkosten, so dass das Bauwerk selbst keine Mehrkosten aufweist. Ausschlaggebend ist der hohe Vorfertigungsgrad des Holzbaus, was die Forschungskosten im Bereich neue Lernkonzepte und Schadstoffminimierung ausgleicht.

Wirtschaftlichkeit der Baukosten:

Ein Vergleich der Baukosten (Stand 08.03.2016) mit dem BKI (Stand 1.Quartal 2014 und Stand 1. Quartal 2015) zeigt, dass die Kosten pro m³ BRI für den Neubau des Gymnasiums Diedorf im Bereich des Mittelwerts des BKI liegen. Es wird ersichtlich, dass das gesamte Forschungsprojekt im Rahmen der ausgewiesenen BKI-Kosten realisiert werden konnte und nicht relevant über dem Durchschnitt liegt.

2.2. Nutzungskosten

Während des Nutzungszeitraums wird in dem Gebäude eine Fülle an Dienstleistungen ausgeführt, die jeweils mit weiteren Kosten verbunden sind. Der Rückbau wird bisher im Rahmen der Zertifizierung ausdrücklich nicht erfasst und deshalb auch hier nicht berücksichtigt. Die durchgeführten Berechnungen haben folgende externen Parameter berücksichtigt:

- Kostenabrechnung nach Angabe der Architekten
- Energieberechnung nach Simulation für drei energetische
- PV-Kosten und Ertragsrechnung.

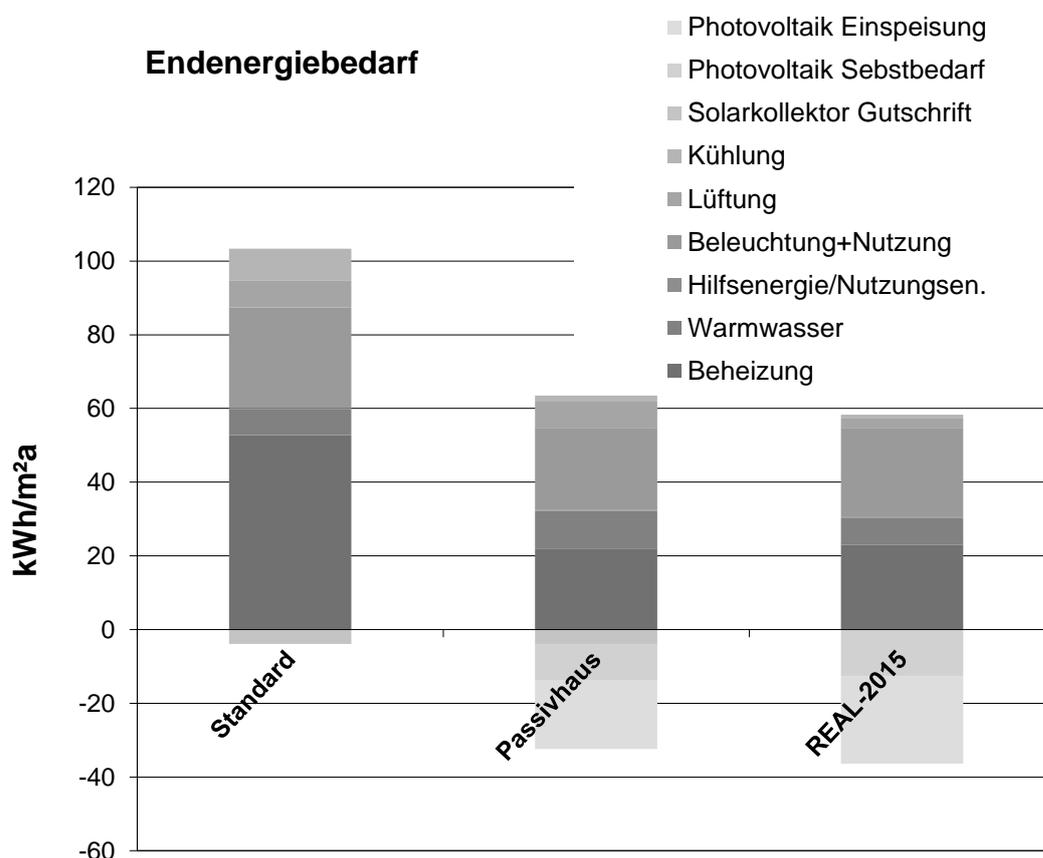


Abbildung 2: Endenergiebedarf in kWh/a bezogen auf den m² Energiebezugsfläche

Abbildung 2: Das Bild zeigt den berechneten Endenergiebedarf aufgeteilt auf die verschiedenen Bedarfsquellen. Als negative Werte wird die Stromerzeugung der PV-Anlage dargestellt, aufgeteilt nach Eigenverbrauch und Netzeinspeisung.

Die Ver- und Entsorgungskosten ergeben sich aus dem berechneten Endenergiebedarf für die drei Varianten. Auch im Endenergiebedarf zeigt sich noch der Vorteil der Plusenergieschule. Hier wird der Vorteil um die Photovoltaikanlage und den Aspekt des Lebenszyklusgedankens (langfristige Betrachtung) ergänzt. Einen erheblichen Einfluss auf die Medienkosten hat die Abschätzung des Eigenbedarfs an elektrischem Strom aus der PV-Anlage. Die anfangs angesetzte hohe Abnahme wurde auf der Basis einer Simu-

lationsrechnung auf einen Eigenbedarf von ca. 35 % beschränkt. Die Aufteilungsquote ist von besonderer Bedeutung, da der Eigenverbrauch den teuren externen Strombezug einspart. Die Netzeinspeisung wird zum jetzigen Zeitpunkt um 50 % weniger als der Einkaufspreis vergütet.

Der Wasserbedarf wurde für alle Varianten gleich angenommen.

Die Reinigungskosten wurden für «normale Verschmutzung» ermittelt.

Die Wartungskosten orientieren sich an der technischen Ausstattung der Schule, den Empfehlungen der Hersteller bzw. Verordnungen (z.B. Heizungswartung) und Empfehlungen (AMEV2006, LEGEP).

Die Instandsetzungskosten entsprechend angesetzten Zyklen für die Ersatzarbeiten nach «Leitfaden für nachhaltiges Bauen» des Bundesministeriums für Verkehr, Bauen und Wohnen [BMVBS01] bzw. für technische Anlagen gemäß VDI 2067.

Die Kosten über einen bestimmten Betrachtungszeitraum wurden kumuliert. Es wurde ein statisches Berechnungsverfahren angewandt, bei dem alle Kostenarten fortlaufend entsprechend ihres durch den Zyklus festgelegten Auftretens addiert werden (ein stark vereinfachtes Modell ohne Berücksichtigung der Verzinsung des eingesetzten Kapitals).

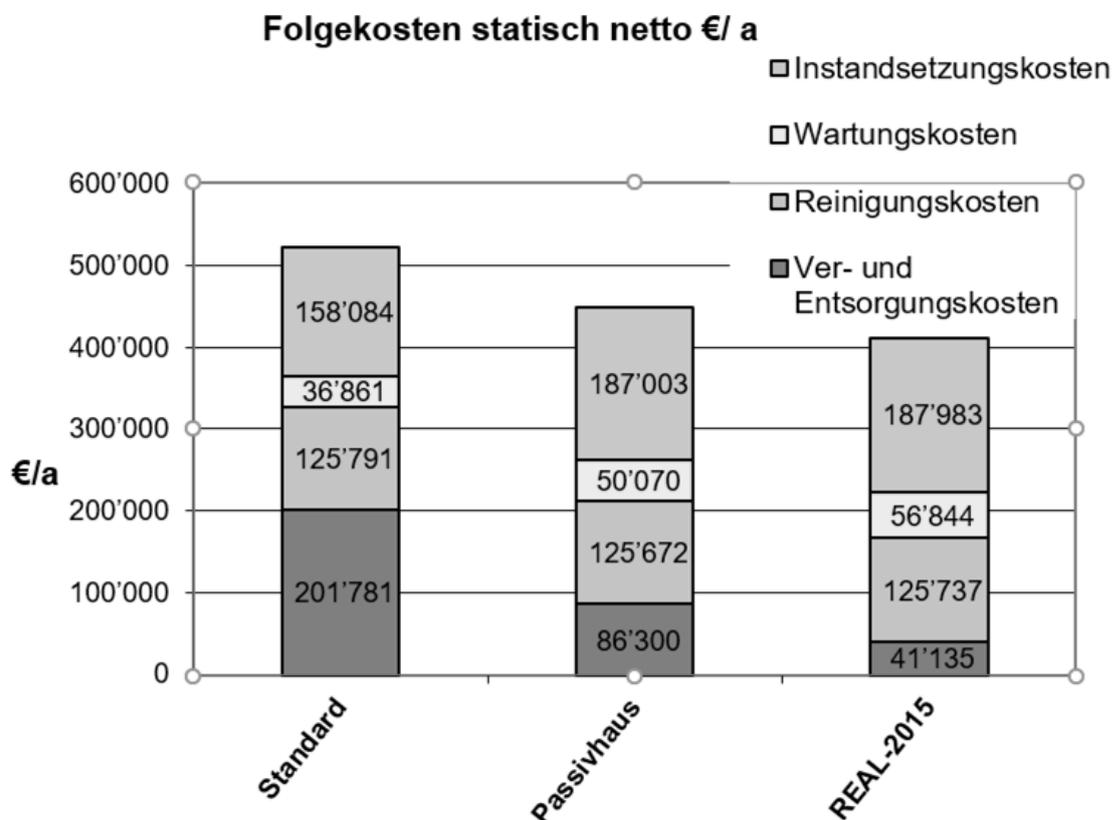


Abbildung 3: Folgekosten nach der statischen Berechnung in €/a (ohne Preissteigerung).

Das Bild zeigt bei der Variante S die hohen Energiekosten, die bis auf ein Fünftel des Werts reduziert werden können. In Variante R wirkt sich der Eigenbedarf an der PV-Stromerzeugung aus. Es werden 35 % an Eigenstromversorgung angesetzt.

Die jährlichen Nutzungskosten betragen bei Variante S Euro 513.000, bei der Variante P Euro 440.000, bei Variante R Euro 402.000. Die hohen Einsparungen bei den Versorgungskosten werden teilweise durch höhere Wartungs- und Instandsetzungskosten kompensiert. Variante R weist um 19 % niedrigere Kosten auf als die Standardvariante. Bezogen auf den m² BGF weist die Variante R mit 25,56 Euro/m² den niedrigsten Wert auf.

Nutzungskosten dynamisiert und Barwertermittlung

Um die wirtschaftliche Dynamik abzubilden, werden Preissteigerungsfaktoren entsprechend Erfahrungswerten vergangener wirtschaftlicher Entwicklung angesetzt. Es muss wegen der zu unterschiedlichen Zeitpunkten auftretenden Mittelabflüsse ein dynamisches Verfahren angewendet werden. Unterschiedliche Mittelzu- oder -abflüsse erschweren

einen Vergleich verschiedener Gebäude. Ziel ist die Vergleichbarkeit von Gebäuden unterschiedlicher Ausführung (Herstellungskosten) und unterschiedlichem Mittelabfluss (Folgekosten) über einen bestimmten Betrachtungszeitraum. Die hierfür angewandte Methode heißt «Kapitalwertmethode oder Barwertmethode».

Barwert oder Gegenwartswert ist ein Verfahren, das zukünftige Kosten vergleichbar macht, in dem die zu erwartende zukünftigen Zinsen berücksichtigt werden. Der Barwert wird ermittelt unter der Annahme, dass man einen Geldbetrag X heute mit einem vorgegebenen Zinssatz anlegt, der dann in der Zukunft den notwendigen Geldbetrag erwirtschaftet.

Die Kostenentwicklung pro Jahr bei diesem Projekt bewegt sich zwischen +2 % bei Wasser, Wartung, Reinigung u.a. und max. 4 % bei Energie. Der angewendete Barwertzins beträgt 3,5 %/a.

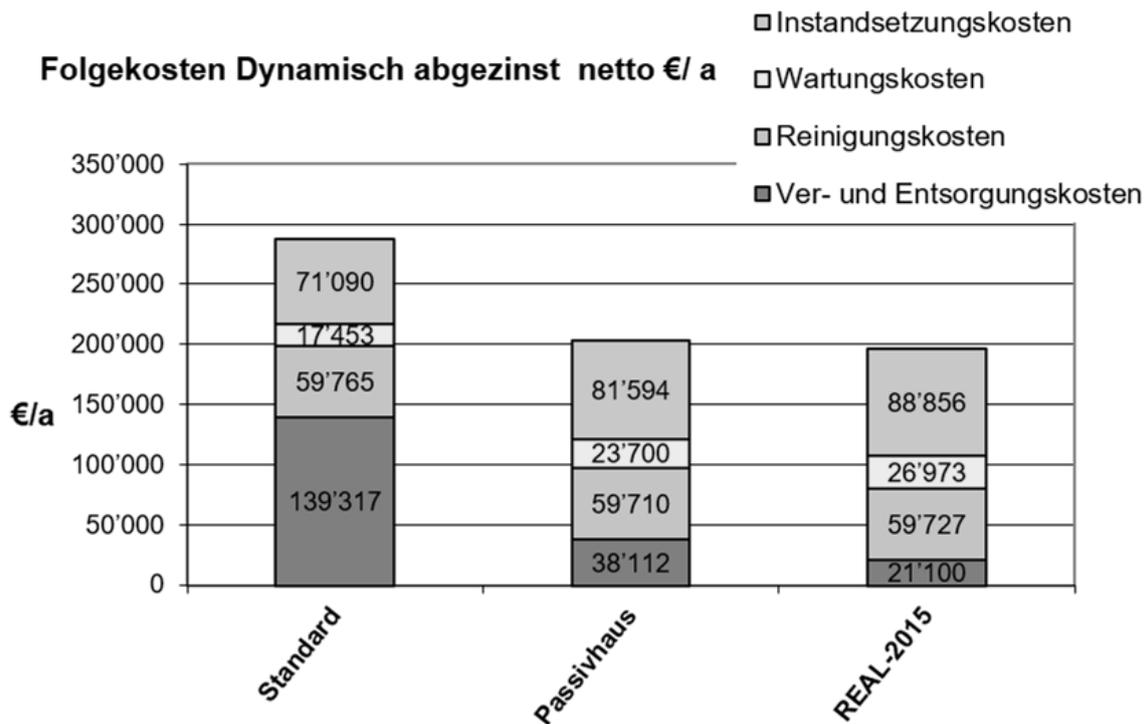


Abbildung 4: Folgekosten dynamisiert, und abgezinst in €/a

Abbildung 4 zeigt im Vergleich zur statischen Berechnung, den Einfluss der Preissteigerung bei den Energiekosten der Variante S und die Reduzierung des Anteils der Instandsetzung durch den Abzinsungseffekt bei Investitionen, die später im Lebenszyklus auftreten.

Die dynamisierten und abgezinsten Folgekosten verdeutlichen die Unterschiede zwischen den Varianten. Die Variante R ist um 31 % günstiger als Variante S. Dies liegt an den dauerhaft hohen Energiekosten dieser Variante und der geringeren Wertigkeit der wesentlich später einsetzenden höheren Instandsetzungskosten bei Variante R. Die Instandsetzung- und Wartungskosten sind bei dieser Variante am höchsten wegen der größeren PV-Anlage und der aufwändigeren technischen Anlagen.

Betrachtet man sämtliche Folgekosten einer Schule, dynamisiert einzelnen Kostenstellen und berücksichtigt die Verzinsung der Kapitalkosten, so zeigt sich ein Vorteil von insgesamt 31 % für Variante R gegenüber Variante S. Gegenüber Variante P ist ebenfalls ein kleiner Vorteil ersichtlich, der aber angesichts des Betrachtungszeitraums von 50 Jahren nicht entscheidungsrelevant ist.

Die Lebenszykluskosten/Barwertermittlung berücksichtigt Herstellungskosten und Folgekosten der jeweiligen Gebäudevariante. Der Barwert wird auf den m² Bruttogrundfläche bezogen.

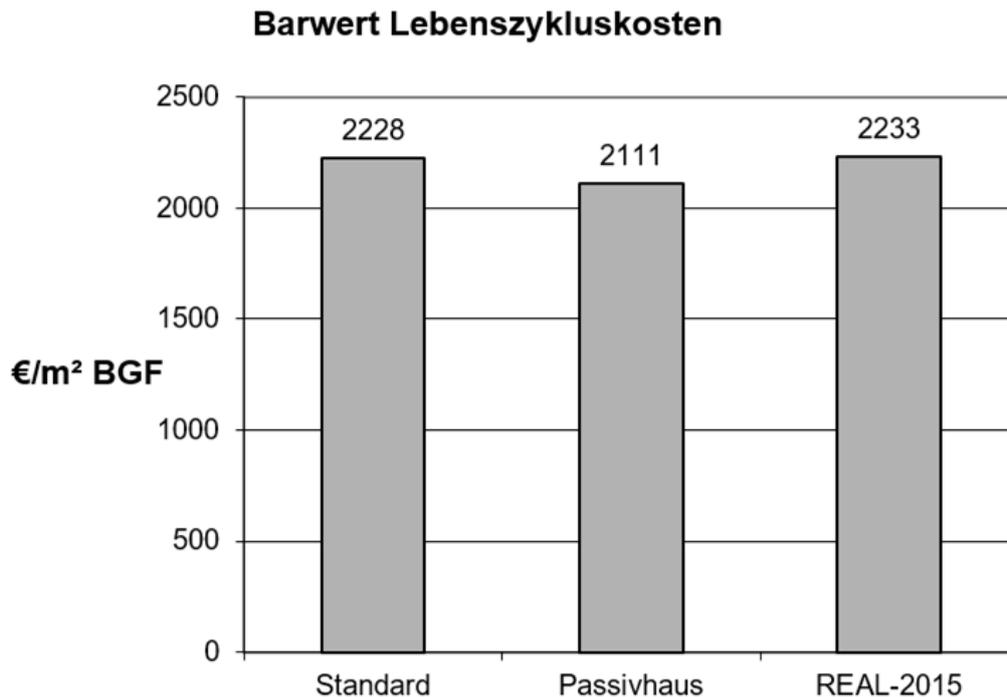


Abbildung 5: Barwert Lebenszykluskosten in €/m²BGF

Abbildung 5 zeigt den erreichten Barwert bezogen auf den m2 BGF bei einem Betrachtungszeitraum von 50 a. Die Variante R gleicht annähernd Variante S und liegt wegen der höheren Herstellungskosten um 6 % erhöht gegenüber der Variante P, bietet aber den höchsten Komfort und pädagogische Qualität.

3. Fazit

Die Unterschiede zwischen den Gebäudevarianten sind sehr gering und bei dem langen Betrachtungszeitraum zu vernachlässigen. Dies bedeutet, dass sich das qualitativ hochwertige und nachhaltige Gebäude im Lebenszyklus rechnet bzw. keine monetären Nachteile gegenüber einer Standardschule aufweist. Energieeinsparungen gemäß Variante P und Vorteile der Holzbauweise gleichen bauliche und betriebliche Mehrkosten langfristig aus. Der Mehrwert ergibt sich beim Qualitätsstandard, u.a.:

- Hochwertige Raumatmosphäre mit entsprechenden Lernbedingungen Schüler und Lehrer
- Flexibilität des Raumkonzeptes für neue Lernmethoden – Erhöhung Lernqualität
- Guter sommerlicher thermischer Komfort (keine Überhitzung)
- Reduzierung von Risikostoffen im Hinblick auf Gesundheit und Umweltentlastung

Im Rahmen des geförderten Monitoring werden zudem der laufenden Betrieb (Komfort und Kosten) und die ambitionierten Ziele optimiert.

Das Gebäude wurde mit folgenden Preisen ausgezeichnet:

- Deutscher Nachhaltigkeitspreis 2016
- Deutscher Architekturpreis 2017
- Deutscher Holzbaupreis 2017



Abbildung 6: Schmuttertal Gymnasium, Diedorf

**Holz-Beton-Verbund:
Entwicklungen | Konzepte | Umsetzungen**

Verklebung als Verbund für Holz-Beton-Deckensysteme

Christoph Hackspiel
Camillo Sitte Bautechnikum
Wien, Österreich



Verklebung als Verbund für Holz-Beton-Deckensysteme

1. Einleitung

Die Idee die beiden Materialien Holz und Beton zu einem Deckensystem zu verbinden ist nicht neu. Nichtsdestotrotz erfreut sich diese Bauweise gerade in den letzten Jahrzehnten im mehrgeschossigen Holzbau zunehmender Beliebtheit, da sie die Möglichkeit eröffnet weitgespannte Deckenkonstruktionen in Verbundbauweise mit einem hohen Vorfertigungsgrad zu errichten. Der große Vorteil dieser Bauweise liegt in der effizienten Ausnutzung und Anwendung der beiden Baustoffe. Holz welches vergleichsweise hohe Zugfestigkeiten bei geringem Eigengewicht aufweist wird in der Zugzone und Beton in der Druckzone eingesetzt. Wichtigster Aspekt sowohl für eine wirtschaftliche Herstellung als auch für ein technisch leistungsfähiges Deckensystem ist dabei der möglichst schubstarre Verbund zwischen den beiden Fügepartnern. Über die letzten Jahrzehnte hinweg haben sich eine Vielzahl von Verbundsystemen entwickelt beginnend bei eingelassenen Eisenprofilen, Schrauben, Kerven und Kopfbolzendübeln bis hin zu eingeklebten Stahlblechen [1][2][3][4]. Jedes dieses Verbundsystem bietet Vor- und Nachteile sowohl aus Sicht der Herstellung als auch aus statischer Sicht. Mit zunehmender Entwicklung der Klebetechnik, welche heutzutage schon in viele Bereiche unseres täglichen Lebens erfolgreich Einzug gehalten hat, rückt diese Art des Verbundes auch in den Fokus wissenschaftlicher Untersuchungen.

Schon zu Beginn der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts wurden erstmals Untersuchungen zu geklebten Holz-Beton-Verbundbauteilen durchgeführt [5][6]. Dabei wurde der Holzbauteil mit einem Betonfertigteile direkt über eine Klebstoffschicht verbunden. Gegenüber der früher angewendeten sogenannten «Nass-in-Nass»-Herstellungsvariante, bei welcher der feuchte Beton in die noch feuchte Klebstofffuge eingebracht wurde, zeichnete sich dieses Herstellungsverfahren durch höhere Tragfähigkeiten aus. In jüngster Vergangenheit wurde die Thematik des tragenden geklebten Verbundes von Holz und Beton wieder vermehrt aufgegriffen [7][8]. Die Vorteile einer solchen Füge-technik liegen nicht nur in der Möglichkeit der Vorfertigung im Werk unter einer entsprechenden Qualitätskontrolle, sondern auch in einer schnelleren Füge-technik gegenüber dem Einbringen von Schrauben oder dem Herstellen von Kerven. Die geklebte Füge-technik erlaubt die Vorfertigung und Lieferung von HBV-Deckensystemen auf die Baustelle ohne das großflächige Einbringen von Ortbeton. Dadurch wird nicht nur keine zusätzliche Feuchte in den Bau eingebracht, die Deckensysteme sind auch sofort belastbar. Im Vergleich zu Schrauben und Kerven ermöglicht die Klebetechnik auch eine flächenhafte Übertragung der Schubkräfte.

2. Voruntersuchungen

Bei der Entwicklung eines geklebten HBV-Deckensystems steht die Wahl eines geeigneten Klebstoffes sowie das Fügen der beiden Partner im Mittelpunkt der Forschungsfrage. Derzeit gibt es am Markt eine Vielzahl unterschiedlicher Klebstoffsysteme (synthetisch oder mineralisch) welche auf Basis unterschiedlicher chemischer Mechanismen funktionieren (ein- bzw. zweikomponenter Klebstoff, Silanklebstoffe, silanmodifizierte Klebstoffe, Klebstoffe auf Epoxidharzbasis, etc.). Ein sehr wesentlicher Gesichtspunkt neben dem Preis und der Dauerhaftigkeit ist die Applikation und Verarbeitbarkeit des Klebstoffes während des Fügeprozesses. In einem an der Holzforschung Austria im Jahr 2019 abgeschlossenen Forschungsprojekt [9][10] wurden unterschiedlichste Klebstoffe untersucht. Auf Basis dieser Voruntersuchungen wurden sodann Klebstoffe ausgewählt, mit welchen zunächst eine Füge-technik von Holz und Beton entwickelt und im Anschluss daran großformatige Prototypen im Maßstab 1:1 hergestellt und untersucht wurden.

Eine zentrale Frage bei der Klebstoffauswahl ist jene der in der Verbundfuge übertragbaren Schubspannung, sowie die Schubsteifigkeit der Klebstofffuge. Diese ist wiederum ihrerseits von der möglichen Dicke der Klebstofffuge abhängig. Die Dicke der Klebstofffuge

selbst hängt schließlich wieder von der Viskosität des Klebstoffs ab. Klebstoffe welche eine hohe Viskosität besitzen lassen sich beispielsweise mit einer Spachtel leicht applizieren. Sie sind darüber hinaus auch standfest und verrinnen nicht. Für die Herstellung von geklebten HBV-Decken welche ohne zusätzlichen Anpressdruck produziert werden sollen, eignen sich derartige Klebstoffe allerdings nur bedingt, da das Eigengewicht des Betons nicht ausreicht, um den Klebstoff über die gesamte Klebefläche zu verteilen. Daraus resultiert eine Teilflächenverklebung welche zu niedrigeren Traglasten und geringerer Biegesteifigkeit des Bauteils führt. Klebstoffe hingegen mit einer sehr geringen Viskosität neigen dazu sich auf der Holzoberfläche selbst zu verteilen bzw. auszunivellieren. Der Vorteil derartiger Klebstoffe ist zwar deren relativ leichte Verteilung in der Fläche, für die Herstellung von geklebten vollflächigen HBV-Deckensystemen sind auch diese Systeme nur bedingt einsetzbar, da die resultierenden Klebstoffugen sehr dünn sind. Bei den heutzutage zulässigen Bauteiltoleranzen für Brettspertholz und Betonfertigteile ist eine über die gesamte Klebefläche vollflächige Verklebung so nicht sichergestellt.

Im Zuge von analytischen und numerischen Vergleichsrechnungen können Grenzwerte sowohl für die minimale Schubfestigkeit, als auch für den minimalen Schubmodul für potenzielle Klebstoffe angegeben werden. Klebstoffe welche diese statischen Mindestvoraussetzungen nicht erfüllen können a priori für die Herstellung tragender geklebter HBV-Deckensysteme ausgeschlossen werden. Neben den statischen Anforderungen werden an potentielle Klebstoffsysteme selbstverständlich auch wirtschaftliche Anforderungen gestellt, wie beispielsweise der Preis oder die Verfügbarkeit des Produktes.

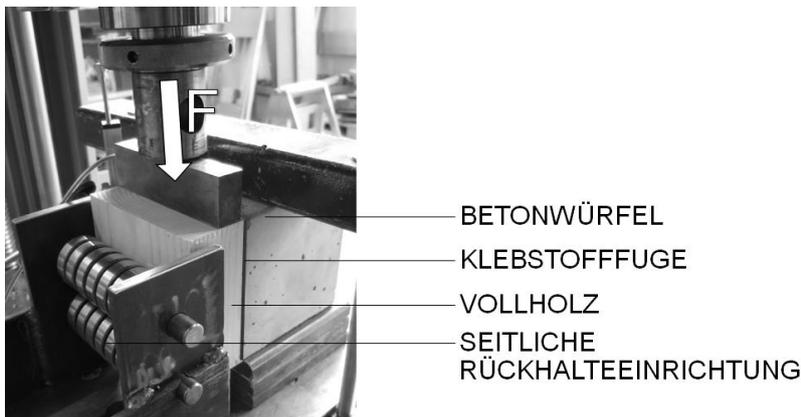


Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung des Versuchsaufbaus zur Bestimmung der Schubfestigkeit von Klebstoffen im Zuge der Voruntersuchungen an Kleinprobekörpern [8]

3. Geklebte Fügetechnik

Nach erfolgreicher Auswahl des Klebstofftyps welcher die statischen Erfordernisse erfüllt, erfolgt im nächsten Schritt die Entwicklung einer geklebten Fügetechnik, das Herzstück für die wirtschaftliche Herstellung leistungsfähiger geklebter HBV-Deckensysteme. Bei dem im Forschungsprojekt der Holzforschung Austria verfolgten Ansatz [8][9] werden großformatige Brettspertholzplatten mit Betonfertigteilen vollflächig verklebt. Die Herstellung derartiger Bauteile soll ohne zusätzliche kostenintensive Maßnahmen wie beispielsweise das Hobeln der Brettspertholzoberfläche oder das Sandstrahlen der Betonoberfläche erfolgen da dies wieder mit zusätzlichen Kosten je m² Decke verbunden ist. Auch sollte die Herstellung der geklebten HBV-Deckenplatten ohne zusätzliche Auflasten erfolgen, da dies ebenfalls einen zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeuten würde. Der Viskosität und dem Auftrag des Klebstoffs muss daher besonderes Augenmerk gewidmet werden.

Im Rahmen umfangreicher Untersuchungen wurde in [8][9] gezeigt, dass für synthetische zweikomponentige Klebstoffe sowohl eine passende Viskosität als auch eine entsprechende Applikationsmethode entwickelt bzw. gefunden werden kann. Der große Vorteil von zweikomponentigen Klebstoffen liegt in der Möglichkeit deren Viskosität einstellen zu können, ohne gleichzeitig mechanische Performance zu verlieren. Eine Viskosität von ca. 40.000 – 50.000 mPa·s in Kombination mit einem Klebstoffauftrag mittels einer Zahnspachtel (Profil R3) lieferte in Schubversuchen an sogenannten mittelgroßen Probekörpern

(ca. L/B/H = 60 x 40 x 21 cm) die höchsten übertagbaren Schubspannungen bei gleichzeitig hohen Schubsteifigkeiten. Die erzielbaren Fugendicken lagen dabei im Schnitt bei ca. 2-2,5 mm. Mit der entwickelten Fügetechnik konnten für die oben genannten mittelgroßen Schubprobekörper Traglasten bis zu 950 kN erreicht werden. Auch bei diesen Probekörpern erfolgte die Herstellung ohne zusätzliche Auflast (d.h. ohne Anpressdruck). Die Vollflächigkeit der Klebefuge konnte lediglich durch das Ablegen des Betonfertigteils auf dem Klebstoff sichergestellt werden.

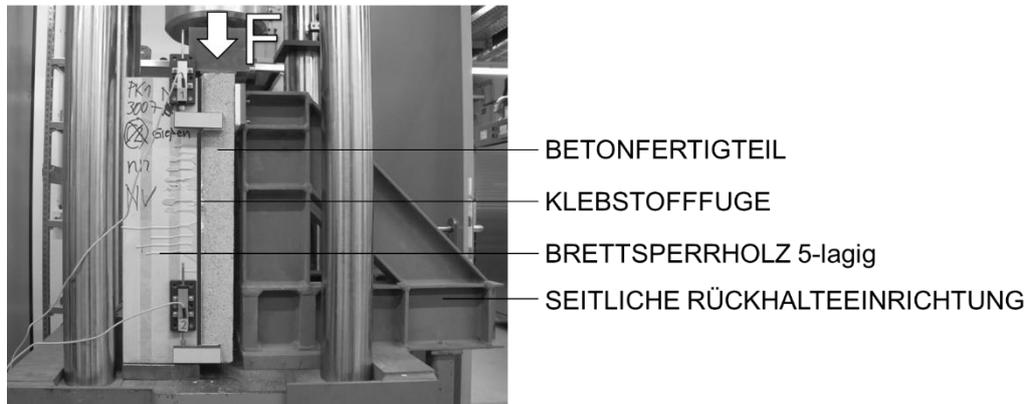


Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung des Versuchsaufbaus zur Bestimmung der Traglast unterschiedlicher Fügetechniken an mittelgroßen Probekörpern [8]

4. Dauerhaftigkeitsversuche

Neben der reinen statischen Tragfähigkeit von Klebeverbindungen spielt deren Dauerhaftigkeit eine Schlüsselrolle bei der Beurteilung der Eignung als Verbund für tragende Bauteile. In [8] und [10] werden eine Reihe von Dauerhaftigkeitsversuchen an sogenannten kleinformatischen (ca. L/B/H = 15 x 15 x 20 cm) und mittelgroßen (ca. L/B/H = 60 x 40 x 21 cm) geklebten HBV-Probekörpern vorgestellt. Diese umfassen Versuche unter anderem zu:

- Zyklischer mechanischer Beanspruchung
- Zyklischer klimatischer Beanspruchung
- Hoch- und Niedertemperaturbeanspruchung
- Wasserlagerung
- Einfluss des Schalöls auf die Klebefestigkeit

Die zyklische mechanische Belastung, welche die wiederkehrende Wechselbeanspruchung von Deckentragwerken simulieren soll, kann beispielsweise in Anlehnung an ETAG 002 [11] erfolgen. Dabei wird die Resttragfähigkeit nach 5350 Lastwechseln (Schubbeanspruchung) in zerstörenden Versuchen bis zum Bruch ermittelt. Die Schubfestigkeit sowie der Schubmodul nach den zyklischen Versuchen gibt Aufschluss über den Abminderungsfaktor k_{mod} für eine Dauerbeanspruchung. Bei dem Versuch zur Hochtemperatur- (+60°C) bzw. der Tieftemperaturbeanspruchung (-15°C) wurden Kleinprobekörper bei den beiden genannten Temperaturen auf Schub geprüft. Die resultierenden Schubfestigkeiten geben Aufschluss über den Einfluss der Temperatur auf die mechanischen Eigenschaften der Klebstoffe. Im Zuge der zyklischen klimatischen Untersuchungen sowie der Wasserlagerungen wurde untersucht, inwieweit die Klebstofffuge einer extremen Feuchtebeanspruchung widerstehen kann oder nicht. Durch das Quellen und Schwinden von Holz entstehen in der Klebstofffuge Spannungen, die bis zu einer Überbeanspruchung der Verklebung führen kann. Schließlich wurde in einer abschließenden Versuchsserie auch der Einfluss des Schalöls, welches bei der Herstellung der Betonfertigteile verwendet wird, auf die Verbundfestigkeit und den Schubmodul der Verklebung untersucht.

Die Ergebnisse der in [8] und [10] präsentierten Dauerhaftigkeitsversuche zeigen, dass manche Klebstoffe (z. B. Klebstoffe auf Basis mineralischer Bindemittel und manche silanmodifizierte Klebstoffe) nach zyklischer mechanischer Beanspruchung nahezu keine Resttragfähigkeit mehr besitzen. Ebenso verhält es sich bei einer Temperaturbeanspruchung

von +60°C. Sicherlich stellt diese Temperatur eine sehr hohe und gegebenenfalls unrealistische Einwirkung dar, sie zeigt jedoch den grundsätzlichen Widerstand der Klebstoffe bei Temperatureinwirkung. Die Untersuchungen zum Schalöl haben hingegen gezeigt, dass es keinen Einfluss des während der Herstellung der Betonfertigteile verwendeten Schalöls auf die Verbundfestigkeit der Klebefuge gibt. Neben den reinen Dauerhaftigkeitsversuchen wurden in [10] auch Untersuchungen zum Kriechverhalten vorgestellt. Auch Klebstoffe neigen, wie der Baustoff Holz, zu einem gewissen Kriechverhalten unter Dauerbeanspruchung. Dieses muss bei der Untersuchung des Gebrauchstauglichkeitsverhaltens jedenfalls berücksichtigt werden.

5. Statische Großversuche

Basierend auf den Ergebnissen der Dauerhaftigkeitsversuche kann die Anzahl der aus den Voruntersuchungen resultierenden Klebstoffe weiter reduziert werden. In Kombination mit einer entsprechend entwickelten Füge-technik kann die Herstellung und Prüfung großformatiger geklebter HBV-Prototypen, bestehend aus Brettsperrholzplatten mit einem Betonfertigteile, das volle Leistungspotential dieser Füge-technik unter Beweis stellen. Entsprechende Prototypen, deren Herstellung sowie deren statische Prüfung in Vier-Punkt-Biegeversuchen können in [8] und [9] nachgelesen werden. Für die Tragfähigkeitsversuche wurden hierbei HBV-Deckenelemente produziert, welche eine Spannweite von ca. 5,0 m hatten, eine Breite von ca. 0,84 m und eine Gesamtdicke von ca. 20 cm. Bei dem verwendeten Brettsperrholz handelte es sich um ein dreilagiges Produkt mit einer Dicke von 12 cm aus sortiertem Fichtenholz der Güte C24. Die Betonfertigteileplatten welche mit dem Brettsperrholz vollflächig verklebt wurden hatte eine Dicke von 7 cm, eine Betongüte C40/50 und waren sowohl in Längs- als auch in Querrichtung mit einer Mindestbewehrung bewehrt. Die Herstellung der vollflächigen Klebefuge erfolgte mit einer teilautomatischen Klebstoffapplikationsmaschine, welche mit einer Zahnspachtelgeometrie R3 ausgestattet war und die Herstellung einer über die gesamte Länge und Breite des Probekörpers gleichmäßigen Klebefuge erlaubte. Auch die Herstellung der großformatigen HBV-Prototypen erfolgte lediglich durch das Ablegen des Betonfertigteils auf der Klebefuge ohne das zusätzliche Aufbringen eines Anpressdrucks. Nach einer Klebstoffaushärtezeit von 21 Tagen wurden die HBV-Prototypen im Vier-Punkt-Biegeversuch bis zum Bruch beansprucht. Dabei wurde sowohl die globale Verformung an der Plattenunterseite, die lokale Verformung in der neutralen Faser sowie die lokale relative Verschiebung zwischen Holz und Beton im Bereich der beiden Auflager mittels potentiometrischer Wegaufnehmer aufgezeichnet. Dies erlaubt die Rückrechnung der Biegesteifigkeit der geklebten Prototypen und dadurch die Einordnung der Performance im Vergleich zu konventionellen Verbundsystemen, wie beispielsweise die Schraube oder Kerne. Die im Zuge des Forschungsprojektes der Holzforschung Austria [8] hergestellten und geprüften direkt verklebten HBV-Prototypen konnten im Versuch Traglasten bis zu 207 kN (im Mittel ca. 195 kN, n = 5 PK) erzielen. Das Versagen trat dabei stets im Brettsperrholz durch ein Versagen in der Biegezugzone auf. Es kam zu keinem Versagen der Klebstoffuge.



a) Brettsperrholzplatte vor dem Klebstoffauftrag



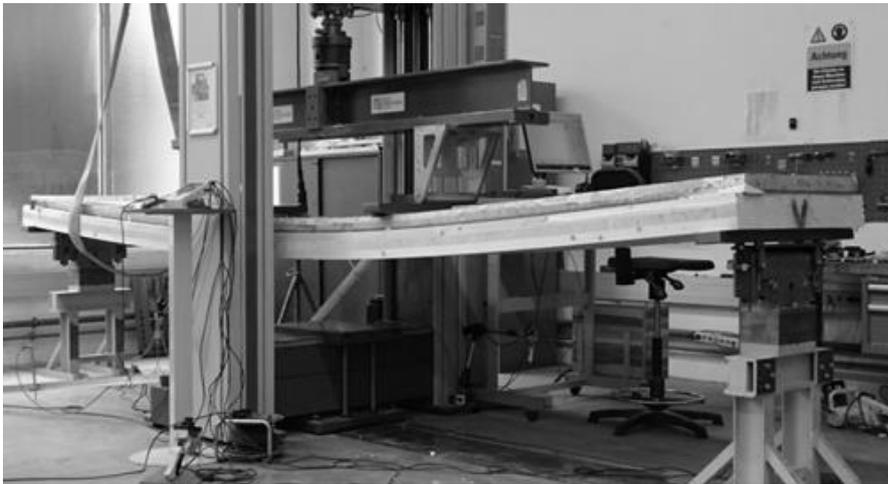
b) Grober Klebstoffauftrag vor der halbautomatischen Klebstoffapplikationsmaschine



c) Abziehen der Klebstoffuge mit der halb-automatischen Klebstoffapplikationsmaschine



d) Ablegen des Betonfertigteils auf der Klebstoffuge



e) Geklebter HBV-Prototyp während der Vier-Punkt-Biegeprüfung

Abbildung 3: Herstellung und Biegeprüfung eines großformatigen geklebten HBV-Prototypen [8]

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Klebetechnologie ist heutzutage, bei Einhaltung entsprechender Qualitätskriterien und Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller, eine sichere und zukunftssträchtige Technologie. Moderne Klebstoffe sind hochleistungsfähige Produkte die zunehmend auch im tragenden Bereich erfolgreich eingesetzt werden können und werden. Auch im Bereich des tragenden Verbundes von Holz und Beton hat diese Technologie durchaus Potential, zumal die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit des Klebstoffs sehr hoch sind. Aus technischer Sicht gilt es Klebstoffe zu identifizieren, mit welchem ausreichend hohe Schubfestigkeiten und -steifigkeiten erzielt werden können, um das volle Potential des Verbundbaus (Holzbeanspruchung auf Zug & Betonbeanspruchung auf Druck bei möglichst geringem Schlupf zwischen den beiden Bauteilen im Gebrauchszustand) lukrieren zu können. Entsprechende Mindestwerte können, in Abhängigkeit der Spannweite der Decken und der Konstruktionshöhen, beispielsweise über das Gamma-Verfahren, das Schubanalogieverfahren oder Finite Elemente Berechnungen ermittelt werden. Heutzutage am Markt verfügbare kommerzielle Klebstoffe vermögen diese mechanischen Anforderungen zu erfüllen. Die in [8] und [10] angeführten Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit stellen nur einen kleinen Ausschnitt der Untersuchungen dar, die im Zuge einer ingenieurmäßigen Beurteilung der Dauerhaftigkeit derartiger geklebter Verbundbauteile notwendig sind. Diese Untersuchungen sind entscheidend, wenn es um die Zulassung und Etablierung derartiger geklebter Systeme am Markt geht. Wie wichtig Dauerhaftigkeitsuntersuchungen sind hat sich bei der Entwicklung vollflächig verklebter HBV-Deckensysteme mit synthetischen und mineralischen Klebstoffen gezeigt [8]. Bei einigen Klebstoffen lag die Resttragfähigkeit bei

Schubbeanspruchung nach zyklischer mechanischer Belastung nur mehr bei 50% der Ausgangsfestigkeit. Noch signifikanter war der Abfall bei einer Temperaturbeanspruchung von +60°C. Hier lag die Resttragfähigkeit bei einigen untersuchten Klebstoffen lediglich bei 6% des Ausgangswertes. Gleiche Tendenzen konnten im Rahmen von umfangreichen Untersuchungen auch für die Schubsteifigkeit beobachtet werden [8].

Letztlich liegt eine wirtschaftliche Herstellung geklebter Holz-Beton-Verbundbauteile auch in einer entsprechend effizienten Füge-technik. Diese hängt sehr stark von der Klebstoff-fugendicke, welche in direktem Zusammenhang mit den Toleranzen der beiden Fügepart-ner steht, der Viskosität des Klebstoffs und der Fläche der Klebefuge zusammen. Gute Ergebnisse was die Vollflächigkeit der Klebefuge betrifft können mit niedrigviskosen Klebstoffen in Kombination mit einem Klebstoffauftrag mit einer Zahnspachtel (Profil R3) erzielt werden. Für eine wirtschaftliche Herstellung ist die Entwicklung geeigneter Appli-kationsmethoden für die industrielle Produktion geklebter HBV-Elemente unerlässlich.

Untersuchungen an Prototypen im Maßstab 1:1 welche beispielsweise in [9] aufgezeigt werden zeigen, dass geklebte Holz-Beton-Verbundbauteile mit hoher Tragfähigkeit und Biegesteifigkeit erzeugt werden können. Vergleichsrechnungen zeigen, dass die Tragfä-higkeiten der geklebten Bauteile jene des reinen Brettsperrholzes und Stahlbetons bei gleicher Deckenstärke signifikant übertreffen. Zwar liegt die Biegesteifigkeit einer gleich-starken Stahlbetondecke über jener der entwickelten geklebten HBV-Prototypen (auf-grund des höheren Elastizitätsmoduls des Betons im Vergleich zum Brettsperrholz), die Biegesteifigkeit der Verbundelemente liegt allerdings ihrerseits wiederum signifikant über jener einer gleichdicken Brettsperrholzplatte. Vergleicht man die Biegesteifigkeit der ge-klebten Prototypen mit jenen von herkömmlichen Verbundsystemen, so liegt die Verkle-bung über jener der Verschraubung und jener mit Kerbe. Da die Klebetechnologie einen vergleichsweise starren Verbund der beiden Fügepartner darstellt, können größere Spann-weiten bei gleicher Deckenstärke hergestellt werden. Erste Untersuchungen zur Wirt-schaftlichkeit geklebter HBV-Systeme zeigen, dass geklebte Verbindungen bei industrieller Fertigung durchaus wettbewerbsfähig sein können. Allerdings bleibt der Preis des Kleb-stoffs der treibende Kostenfaktor weshalb die Optimierung der Klebstoffuge und der -applikation im Fokus weiterer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten liegen muss. Ebenso bedarf es weiterer tiefgreifender Untersuchungen zur Thematik der Dauerhaf-tigkeit. Um Akzeptanz geklebter HBV-Systeme am Markt aufzubauen braucht es zukünftig auch entsprechend abgesicherte Rechenmodelle für die statische Dimensionierung von Deckenelementen. Auch die Entwicklung entsprechender Anschluss- und Auflagerlösun-gen, sowie die Untersuchung bauphysikalischer Aspekte müssen weiter vorangetrieben werden. Diese Schritte werden zukünftig dazu beitragen, geklebte tragende vorgefertigte Holz-Beton-Verbundbauteile am Markt erfolgreich zu etablieren.

7. Literatur

- [1] Schaub, O.: Verbunddecke aus Holzrippen und Betonplatte, Deutsches Patent, 673556C.
- [2] Bathon L.; Bletz O. und Kocher D.: Holz-Beton-Verbund als starre und duktile Verbindung, 10. Internationales Holzbauforum, 2004.
- [3] S.p.A, TECNARIA: Complete catalogue of Tecnaria products [Tecnaria floor and ceiling reinforcements], [online], 2016, zuletzt abgerufen am 01.11.2019, online verfügbar über: https://www.tecnaria.com/download/legno/download/CT_L_CAT-ALOGO_EN.pdf
- [4] Michelfelder B.C.: Trag- und Verformungsverhalten von Kernen bei Brettstapel-Beton-Verbunddecken, [online], 2007, zuletzt abgerufen am 01.11.2019, online verfügbar über: <http://dx.doi.org/10.18419/opus-249>
- [5] Pincus G.: Behaviour of Wood-Concrete Composite Beams, Journal of the Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 96(10), pp. 2009-2019, 1970.
- [6] Pincus G.: Epoxy Bonded Wood-Concrete and Corrugated Steel-Concrete Composite, International Conference on Materials of Construction for Developing Countries, Bangkok, Thailand, pp. 1003-1015, 1978.
- [7] «Schriftenreihe Bauwerkserhaltung und Holzbau, Heft 4, Entwicklung von hybriden Bauteilen aus Holz und hochfesten bzw. ultrahochfesten Betonen, Experimentelle und theoretische Untersuchungen», Dissertation von Martin Schäfers, Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Werner Seim, Universität Kassel, Fachbereich Bauingenieurwesen, 2010.
- [8] Hackspiel C.: Holz-Beton-Fügetechnik, Technisch-Wissenschaftlicher Endbericht, Holzforschung Austria, 2019.
- [9] Hackspiel C.; Erlinger G. und Wagner D.: Development of an advanced bonding technique for the production of efficient timber-concrete composite elements, International Wood Products Journal, 2019 (submitted).
- [10] Hackspiel C.; Resch D. und Wagner D.: Investigations on the durability and creep behaviour of bonded timber-concrete composite elements, International Wood Products Journal, 2019 (submitted).
- [11] ETAG 002, Guideline for European Technical Approval for Structural Sealant Glazing Kits (SSGK) – Part 1: Supported and unsupported systems, European Organisation for Technical Approvals (EOTA), 2012.

Hybridkonzepte für den mehrgeschossigen Holzbau

Nicht zur Veröffentlichung freigegeben.

Konrad Merz
merz kley partner GmbH
Dornbirn, Österreich



Individuell und doch modular – kein Widerspruch! Moderne Holzhybride

Andreas Schimmelpfennig
cree Deutschland GmbH
Bremen, Deutschland



Individuell und doch modular – kein Widerspruch! Moderne Holzhybride

1. Holz zurück in moderne Städte!

1.1. CREE, eine Idee die wächst und wächst

Dieser technische Erläuterungsbericht ergänzt meinen heutigen Vortrag auf dem 1. Holzbau Kongress in Berlin und stellt Ihnen detailliert die patentierte Holz-Hybrid Bauweise des CREE Building System vor. Unser Beitrag für innovative, nachhaltige und zukunftsweisende Immobilien mit einer hervorragenden CO₂-Bilanz!

Unsere wirtschaftlichen Konstruktionsprinzipien der (Holz-Beton) Hybridbauweise ermöglichen eine modulare Bauweise, die – verbunden mit einem hohen Vorfertigungsgrad – deutliche Vorteile für die Bauzeit bietet und minimale Beeinträchtigungen durch Emissionen erzeugt.

2. Das Bausystem CREE

Zu den Besonderheiten unseres CREE Building Systems zählt das hohe Maß an industrieller Vorproduktion, welche bei großflächigen, geradlinigen, solitären Gebäuden mit geringen Konstruktionshöhen optimal herstellbar und umzusetzen ist. Die Lärm- und Staubbelastung in der Bauphase ist gering, da der Anteil der konventionell erstellen Bauleistungen auf ein Minimum reduziert werden konnte. Einzelteile der Fassade und der Tragstruktur sind bei Bedarf austauschbar und erhöhen auch damit die Lebensdauer von CREE-Gebäuden. Auf Wunsch kann auch eine Rückbauanleitung erstellt werden.

3. Die Modularität in der Produktion

Die CREE-Modularität teilt das ganze Gebäude in sinnvolle – systemisch geplante – Bauteilelemente, welche über entsprechende Verbundschnittstellen entweder bereits während der Vorproduktion oder auf der Baustelle wieder zusammengefügt werden. Die Bauteile können dadurch in den unterschiedlichsten Disziplinen miteinander agieren, so z.B. in der Konstruktion, in der Vorfertigung, in der Lagerung, im Transport und während der Montage.

In der Serienfertigung werden unsere CREE-Bauteile werkseitig unter kontrollierten Fertigungsbedingungen mit einer sehr hohen Qualität und Genauigkeit hergestellt. Die Vorfertigung benötigt eine fertigungs- und produktorientierte Planung mit einer für den Logistikprozess optimierten Materialwirtschaft.

4. Die Maßordnung

Unsere Gebäude basieren auf einer Modulordnung von 1,25m | 1,35m | 1,50m, d.h. Achsraster 2,50m | 2,70m | 3,0m; für moderne Büroimmobilien z.B. Modulraster 1,35m = Achsraster 2,70m. In der Gebäudetiefe spannt die CREE-Hybrid-Deckenplatte bis zu 8,10m unterstützungsfrei.

Das Deckentragwerk der CREE-Hybrid-Deckenelementen (z.B. 2,70mx8,10m) besteht aus 28cm hohen Brettschichtholzträgern mit einer 10cm starken Stahlbetonplatte, welche auf Stahlbeton- oder Stahlunterzügen in der Mittelachse oder am aussteifenden Treppenhauskern aufgelagert werden. Die Unterzüge in der Mittelachse werden durch Stahlbetonstützen i.d.R. 40x40cm getragen (Alternativen in Holz, Stahl oder Stahlverbund sind möglich). In der Fassadenebene werden die Deckenelemente durch Brettschichtholzstützenpaare, je Stütze i.d.R. 24x24cm getragen, welche in einem Achsraster von z.B. 2,70m an der Fassadenebene stehen.

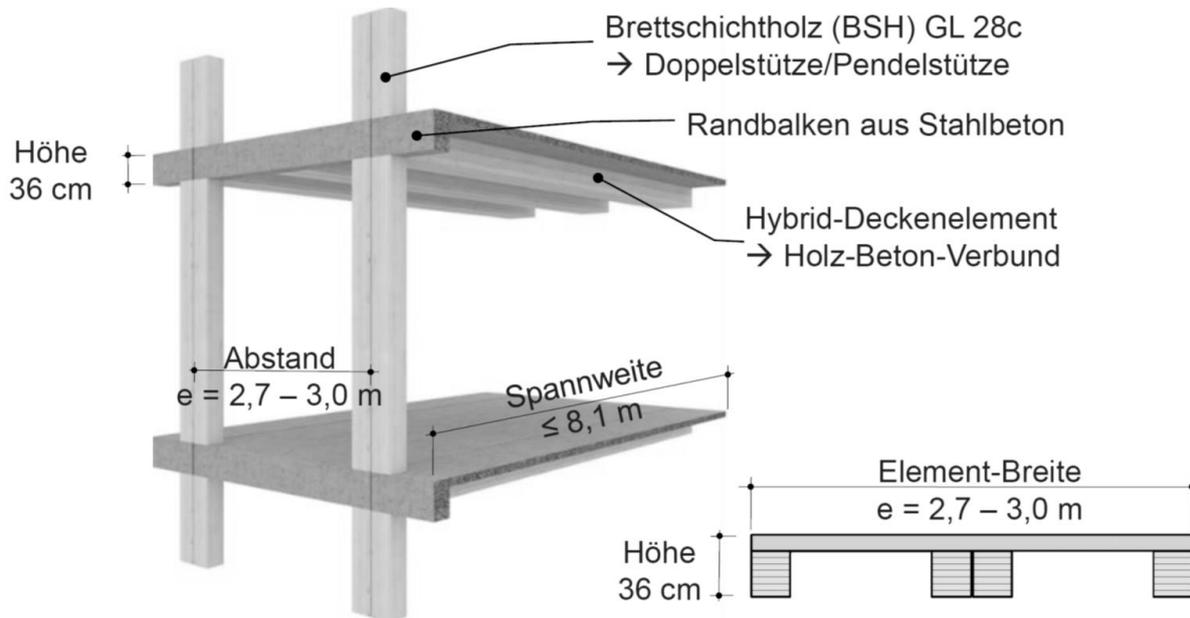


Abbildung 1: Darstellung des patentierten CREE Building System | © cree GmbH

Durch die Kombination von Holz und Beton wurde das Gesamtsystem bestmöglich optimiert, um alle materialspezifischen Vorteile auszunutzen.

Die patentierte CREE-Hybriddecke ist daher eine effiziente Funktionseinheit aus statisch tragenden Holzbalken und einer raumabschließenden Betondecke. Die oberseitige Betonplatte wird auf Druck belastet und mit der unterseitigen auf Zug belasteten Schicht aus Holz schubsteif miteinander verbunden. Aus dieser Materialkombination entsteht ein leistungsfähiger statischer Gesamtquerschnitt, der zudem ausreichend Platz für die haustechnischen Installationen bietet.



Abbildung 2: CREE-Decke mit haustechnischer Installation |© Thomas Knapp, Architekten Hermann Kaufmann

Die Erschließungskerne werden in konventioneller Bauweise in Stahlbeton bzw. Stahlbetonfertigteilen errichtet.

Die Geschosshöhe für unsere Büroimmobilien beträgt minimal 3,50m. Die nach ASR geforderte lichte Höhe von 3,00m - bei Arbeitsplätzen über 100m² - ist dadurch unter den sichtbar bleibenden Holzdeckenbalken gegeben. In den Mittelzonen (Begegnung, Besprechung, etc.) wird diese um einen mittig angeordneten Deckenkoffer zur Medienversorgung reduziert.

5. Die Fassade

Die Fassade im CREE-Bausystem wird – unter idealen Fertigungsbedingungen – im Herstellerwerk samt Fenster vorgefertigt und zusammen mit der Bauteilgruppe CREE-Decken in der Konstruktionsphase achsweise modular aufgerichtet. Die Fassaden werden als Holzrahmenelement inklusive der erforderlichen Bauteildämmung und den Fenstern im Herstellerwerk fertiggestellt und vor Ort nur noch mit einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade (VHF) und dem Sonnenschutz ergänzt.

Die in der Konstruktionsebene gedämmten Bauteile erfordern weniger Konstruktionsgrundfläche als konventionelle (Fertigteil-) Bauweisen. Die Vorfertigung führt zu hohen Bauqualitäten mit geringen Maßtoleranzen.

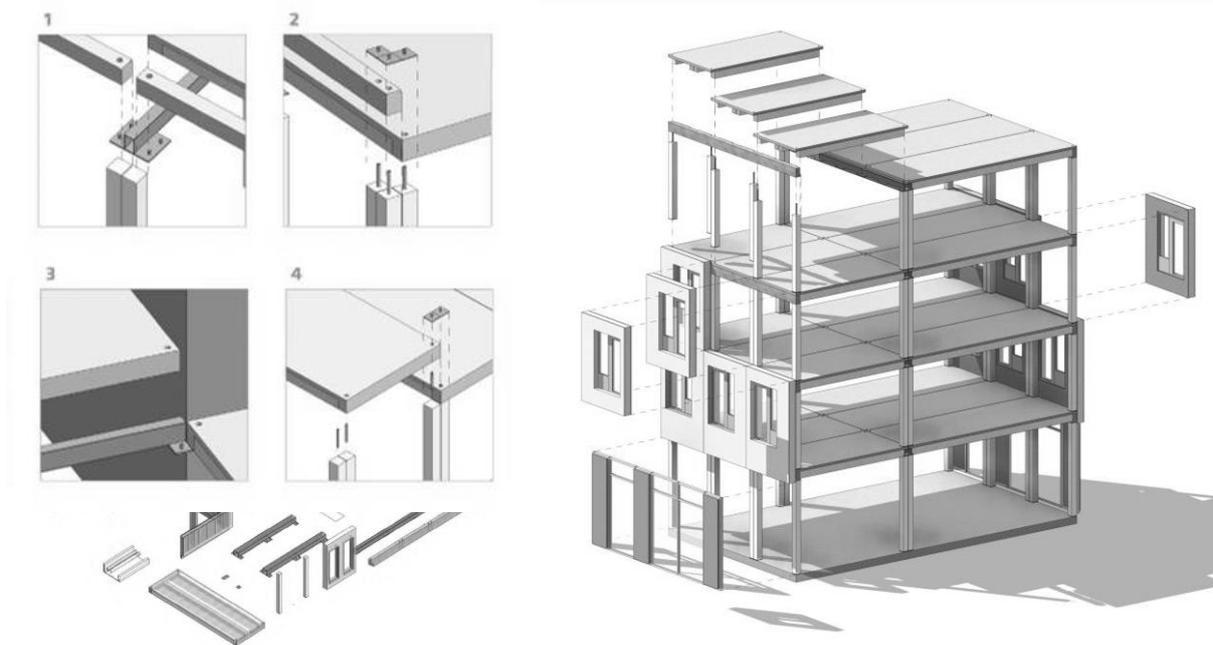


Abbildung 3: Schematische Darstellung der CREE Komponenten (Auszug) | © cree GmbH

6. Der Grundausbau

Durch den großen Holzanteil in den Deckenuntersichten in Verbindung mit den Holz-Doppelstützen wird ein sehr angenehmes Arbeits- und Aufenthaltsklima geschaffen. Der Fußboden wird als Hohlraumboden hergestellt. Zu beiden Seiten des Unterzuges in Feldmitte ist die Gebäudetechnik in einem gemeinsamen Deckenkoffer integriert.

Unterhalb des Deckenkoffers können beispielsweise die Ausbauwände für den Mieterausbau angeschlossen werden.

7. Die Referenzen (Auszug)



Abbildung 4: Büro im LCT ONE in Dornbirn | © Darko Todorovic | Photography, Dornbirn



Abbildung 5: Büro BTV in Memmingen | © Tom Haider



Abbildung 6: LCT ONE in Dornbirn | © Norman A. Müller



Abbildung 7: Visualisierung «Bürogebäude Handwerkerhaus» in Bremen | © Zech Group



Abbildung 8: Visualisierung «Bürogebäudekomplex Südkreuz» in Berlin | © EDGE Technologies



Abbildung 9: Visualisierung «Empfangsgebäude Siemens» in Erlangen | © SIEMENS

Fazit: Mit dem ältesten Baustoff der Welt, errichten wir moderne und smarte Gebäude für Arbeits- und Wohnwelten von heute, morgen und übermorgen. Individuell und doch modular – für uns kein Widerspruch!

Block A1

**Kommunale Objektbauten:
Gesund | Schnell | Qualitativ**

Wohngesundheit, Raumluf und Ausführungsqualität ist **SICHER** planbar

Karl-Heinz Weisch
IQUH GmbH
Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene
Weikersheim, Deutschland



Wohngesundheit, Raumluft und Ausführungsqualität ist SICHER planbar

1. Einführung in die Prüfverfahren zum Gesundheitsschutz

Der bauliche Gesundheitsschutz ist neben Wärme-, Schall- und Brandschutz inzwischen auch eine baurechtliche Anforderung und betrifft zunehmend die Planung und Ausführung von Gebäuden. Das Thema ist komplex, da es viele Rahmenbedingungen, Regelungen und Zusammenhänge zu beachten gilt.



Abbildung 1: Informationen zum Gesundheitsschutz auf der Internetseite des Informationsdienst Holz: www.holz-und-raumluft.de

Seit Gebäude immer besser gedämmt sind und weniger Luftwechsel stattfindet, richtet sich der Blick auf die Qualität der Innenraumluft und mögliche Baustoffemissionen. Neben CO₂, Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflussen eine Vielzahl an Fremdstoffen die Qualität der Raumluft.

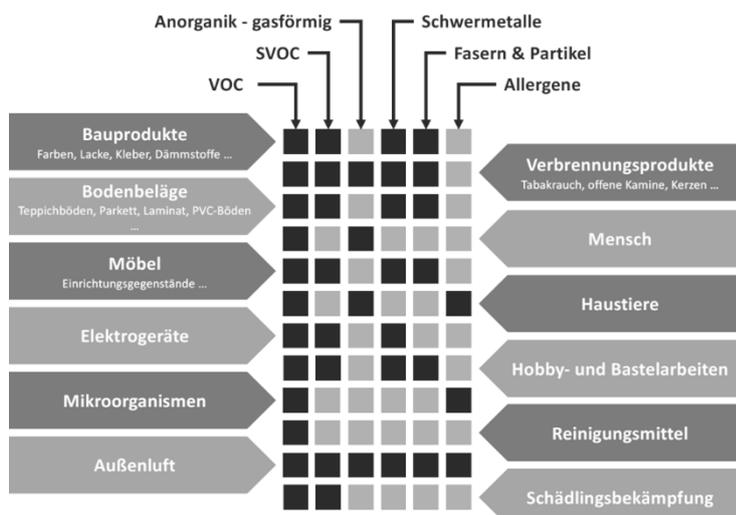


Abbildung 2: Kleb- und Dichtstoffe und Reiniger aber auch die pflanzenbasierten Baustoffe können in einem erheblichen Maß die VOC Raumluftzielwerte beeinflussen oder Fehlgerüche auslösen.

Doch ab welcher Konzentration gilt ein Stoff in der Raumluft als «schädlich» bzw. reklamationfähig? Zudem gilt es bei jeder Raumluftbeanstandung zu klären, ob die auffälligen Gerüche oder VOC Emissionen als erwiesenermaßen gesundheitsgefährdend eingestuft werden müssen wie bei streng eingestuftem Benzol oder Styrol oder ob sie lediglich ein hygienebezogenes Problem darstellen, wie bei CO₂ und den Terpenen, Aldehyden und

Carbonsäuren durch Holz und Holzwerkstoffe, die möglicherweise und erst bei hohen Konzentrationen Befindlichkeitsstörungen entfalten.

Wegen der Energieeinsparverordnung und dem Klimaschutz dichtet man an neuen oder energetisch optimierten Gebäudehüllen immer mehr Leckagen ab, durch die früher Wärme und Luft entwich. Durch die technische Entwicklung von Kleb-, Dicht-, Kunststoff- und Glasbaustoffen ist eine nahezu luftdichte Bauweise möglich. Der ständige Luftaustausch durch Fugen ist heute daher viel geringer als früher und mit zunehmender Luftdichtigkeit sinkt logischerweise die Raumluftqualität, wenn ein geregelter Luftwechsel fehlt. Demzufolge muss das Thema Lüftung noch intensiver geplant werden. Baustoffe, Farben und Lacke, Bindemittel und Kleber beeinflussen vor allem in der Anfangszeit das Raumklima durch erhöhte Abgaben von Problemstoffen.

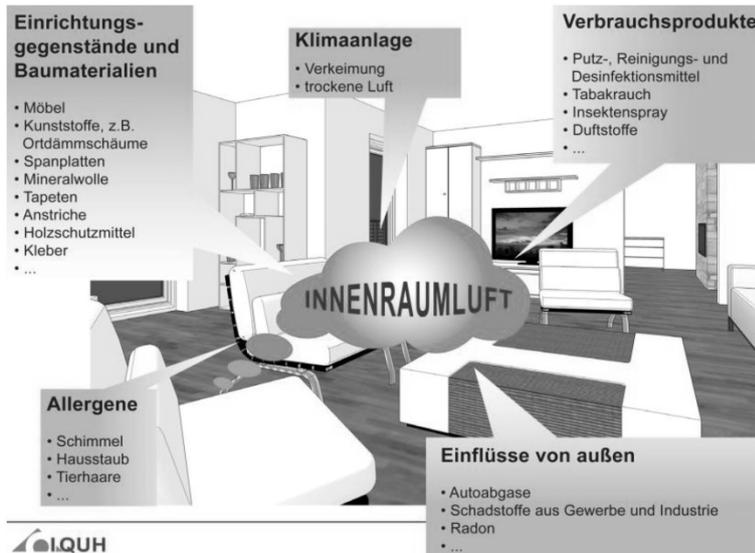


Abbildung 3: Baustoff-, nutzer- und standortbezogene Einflussfaktoren auf die Raumluftqualität

Behörden und Auftraggeber verlangen daher zunehmend die Verwendung von schadstoffgeprüften Baustoffen. Zur Freigabe und Bauabnahme wird vor allem in Kitas und Schulen, aber auch für sensible Auftraggeber in Werkvertragsvorgaben verlangt, dass nach Baufertigstellung die Raumluft auf Schadstoffe (VOC – Volatile Organic Compounds gem. Siedepunkt-Definition) geprüft wird. Die Leistungsfähigkeit der Lüftungsanlagen kann mit Hilfe einer CO₂ Messung geprüft werden.

Eine an die menschlichen Bedürfnisse angepasste und optimierte Wohnqualität wird durch die Einhaltung von Raumluft-, Raumklima- und Behaglichkeitszielwerten erreicht. Daher ist schon bei der Bauplanung auf eine emissionskontrollierte Baustoffauswahl (Kontrollzertifikate gem. EC1 plus, DIN EN 16516, Blauer Engel, natureplus, eco-cert/Köln, ...) zu achten. Trotz der Verwendung von geprüften Baustoffen folgt allerdings keine Garantie dafür, dass dadurch die VOC Richtwert-Vorgaben automatisch eingehalten werden können.

Emissions- und schadstoffarme Lacke	RAL-UZ 12a
Emissionsarme Holzwerkstoffplatten	RAL-UZ 76
Emissionsarme Wandfarben	RAL-UZ 102
Emissionsarme Bodenbelagsklebstoffe und andere Verlegewerkstoffe	RAL-UZ 113
Elastische Fußbodenbeläge	RAL-UZ 120
Emissionsarme Dichtstoffe für den Innenraum	RAL-UZ 123
Emissionsarme textile Bodenbeläge	RAL-UZ 128
Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für die Anwendung in Gebäuden	RAL-UZ 132
Emissionsarme Verlegeunterlagen für Bodenbeläge	RAL-UZ 156
Emissionsarme Bodenbeläge, Paneele und Türen aus Holz und Holzwerkstoffen für Innenräume	RAL-UZ 176
Emissionsarme Innenputze	RAL-UZ 198

Abbildung 4: Bauprodukte für Innenräume mit dem «Blauen Engel»

1.1. Zielwerte für die Raumlufthqualität

Einige Städte haben bereits eigene Zielwertvorgaben für die Raumlufth wie z.B. extrem niedrige TVOC-Summenwerte oder VOC Einzelrichtwerte (Richtwerttabellen des Umweltbundesamtes und Ausschuss für Raumlufthqualität). Manchmal sind auch unrealistische oder nicht erfüllbare Formulierungen im Leistungsverzeichnis enthalten und bedürfen einer Klärung – möglichst noch vor der Unterzeichnung des Werkvertrags durch den Auftragnehmer.

Mit dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums steht ebenso wie beim DGNB Verfahren (Dt. Ges. für Nachhaltiges Bauen) ein ergänzendes Bewertungsverfahren für Büro, Schul- und Verwaltungsbauten zur Verfügung, in dem u.a. die stufenweisen Zielwerte für die Raumlufthqualität formuliert und vereinbart werden.

2. Geprüfte Bauprodukte nach Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)

2.1. Baurechtliche Vorgaben

Die zurzeit gültige Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) ist seit 31. August 2017 in Kraft. Sie hat nach § 85 a. der Musterbauordnung in erster Linie die Aufgabe, die allgemeinen Anforderungen der Musterbauordnung an bauliche Anlagen, Bauprodukte und andere Anlagen und Einrichtungen durch Technische Baubestimmungen zu konkretisieren. Genauso wie die Musterbauordnung besitzt die MVV TB keine Rechtskraft, entfaltet diese aber ab dem Zeitpunkt, an dem Landesbauordnungen sie in Bezug nehmen. Momentan (Stand 20. Januar 2020) stehen noch Aktualisierungen zum Gesundheitsschutz in den jeweiligen Landesbauordnungen aus.

Normenreihe für Bauprodukte DIN EN 16516 / Angebot DIBt 01.10.19

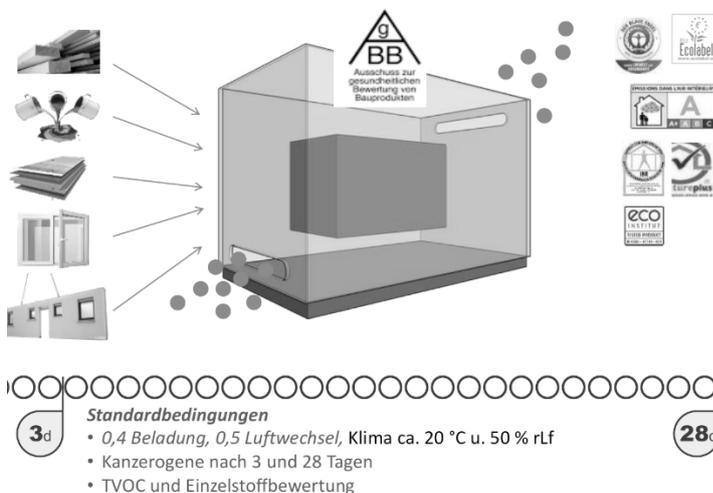


Abbildung 5: Wie sollen ab 2020 Bauprodukte VOC geprüft werden? Änderungen sind zu beachten.

2.2. Für welche Bauprodukte besteht aktuell eine Nachweispflicht?

Die MVV TB beinhaltet im Anhang 8 «Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)» in Anlage 3 eine Positivliste aller Bauprodukte, für die eine VOC-Nachweispflicht besteht.

Eine Klarstellung der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz (Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der 16 Länder) vom 4. Oktober 2017 und bestätigt durch das Deutsche Institut für Bautechnik mit Schreiben vom 16. Oktober 2017 lautet, dass für den allgemein gefassten Listenpunkt «behandelte oder verklebte Hölzer» bzw. eine Vielzahl holzbasierter Bauprodukte – auch Holzfaserdämmprodukte folgendes gilt:

- Vom Naturwerkstoff Holz gehen keine Gesundheitsgefahren aus, daher möchte man die Verwendung nicht einschränken und daher gelten für unbehandelte Hölzer ohne Holzschutzmittel keine erhöhten Anforderungen.
- Für nicht mit Holz- oder Brandschutzmitteln behandelte OSB- und Spanplatten war ein Nachweis der VOC-Emissionen ab 1.1.2019 geplant und die Frist wurde auf 1.10.2019 verlängert.
- Für andere Holzwerkstoffe - wie z.B. Sperrholz, Furnierholz und Holzfaser(dämm)-platten sowie auch Holzprodukte wie Brettschichtholz, Kanthölzer und Furnierschichtholz - ist eine VOC-Prüfung zur Erfüllung der Anforderung der MVV TB nicht erforderlich.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Liste der genannten Produkte nicht abschließend ist und Änderungen noch möglich sind.

Seit Januar 2019 liegt ein Anhörungsdokument zur Novellierung der MVV TB vor. Die bisher in einer separaten Anlage der MVV TB aufgeführte Positivliste der nachweispflichtigen Bauprodukte ist im Anhörungsdokument direkt in den Haupttext des Anhangs 8 übernommen worden. Die Liste ist weitgehend gleichgeblieben und wurde lediglich punktuell angepasst.

Unter **Abschnitt 2.2.1 des Anhang 8** sind gelistet:

- Bodenbeläge, Bodenbelagskonstruktionen sowie deren Komponenten
 - z. B. elastische Bodenbeläge, textile Bodenbeläge, Laminatbodenbeläge, Parkette und Holzfußböden, Kunstharzestriche, künstlich hergestellter Stein auf Kunstharzbasis, Verbundbodenbeläge, Korkbodenbeläge, Sportböden, Verlegeunterlagen, Oberflächenbeschichtungen für Holzfußböden, elastische Bodenbeläge und Korkfußböden.
- Klebstoffe
 - Bodenbelagsklebstoffe und Klebstoffe für strukturelle Verbunde
- Reaktive Brandschutzbeschichtungssysteme auf Stahlbauteilen
- Dämmstoffe (z.B. Phenolharzschäume und UF-Ortschäume)
- Dekorative Wandbekleidungen und dickschichtige Wandbeschichtungen auf Kunststoffbasis
- Deckenverkleidungen und Deckenkonstruktionen auf Kunststoffbasis
- **Holzwerkstoffe in Form von schlanken ausgerichteten Fasern (OSB), kunstharzgebundenen Spanplatten und dekorativen Hochdruck-Schichtpresstoffplatten**
- nachträglich aufgebrachte organische Brandschutzmittel.

Laut Bauministerkonferenz und DIBt soll die neue MVV TB Anfang 2020 in Kraft treten. In den Nachfolgemonaten werden die Bundesländer ihre Landes-Verwaltungsvorschriften entsprechend anpassen und die Vorgaben der MVV TB mehr oder weniger eins zu eins in Bezug nehmen. Der jeweils aktuelle Stand der Umsetzung kann abgerufen werden unter <https://www.dibt.de/de/aktuelles/novellierung-des-bauordnungsrechts/>

2.3. Sonderfall OSB-Platten in BW

Der Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg (VGH) hat mit zwei Beschlüssen vom 10. Juli 2019 die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen des Landes Baden-Württemberg – und damit inhaltlich auch die gleichlautenden Anforderungen gemäß der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen der Bauministerkonferenz – hinsichtlich VOC-Emissionen aus Holzwerkstoffen für voraussichtlich nicht rechtens erklärt. Entsprechende Anforderungen an VOC-Emissionen (flüchtige organische Verbindungen) wurden vorläufig außer Vollzug gesetzt. Die Beschlüsse sind unanfechtbar (Az. 8 S 2962/18 und 8 S 3008/18).

2.4. Fazit und Aussichten

Für Holzfaserdämmplatten oder Naturholz besteht bis auf weiteres keine Prüfpflicht. Eine VOC-Nachweispflicht besteht in einigen Bundesländern seit 1. Oktober 2019 für OSB- und Spanplatten. In Baden-Württemberg ist diese vorerst ausgesetzt. In öffentlichen Ausschreibungen für Schulen und Kitas werden zunehmend erweiterte Nachweispflichten

bzw. das Anlegen von Baustoffinventaren vorgeschrieben. Es besteht zurzeit eine große Verunsicherung über die Gültigkeit von älteren Prüfergebnissen. Daher ist es ratsam, dass man jetzt schon auf Produkte umstellt, die nach der aktuellen Prüfnorm DIN EN 16516 geprüft wurden.

3. Lüftungsplanung

Der staatlich eingeschlagene Weg des Umweltschutzes mit Hilfe des erhöhten baulichen Wärmeschutzes insbesondere der Luftdichtheit ist eng mit einer bauphysikalisch korrekten Ausführung verknüpft, um Bauschäden durch Konvektions- und Kondensatfeuchte oder Schimmelwachstum zu vermeiden. Dazu kommen durch die EnEV von 2014 zusätzliche Anforderungen. Sowohl die europäische Kommission als auch die Bundes- und Landesregierungen wollen bis zum Jahr 2020 den Energiebedarf um 30 bis 40 Prozent verringern. Die Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung soll hierzu maßgeblich beitragen. Es wird damit begründet, dass wegen der energetischen Anforderung zur Luftdichtigkeit ein ausreichender Luftwechsel durch Fugenlüftung (sog. Infiltrationslüftung) nicht mehr sichergestellt ist. Deshalb ist generell eine nutzerunabhängige Lüftungskonzeptplanung ratsam, nicht zuletzt um Reklamationen wegen VOC Richtwertüberschreitungen, Gerüchen, Feuchte- und Risschäden zu vermeiden.

3.1. Frischluft und verbrauchte, schädliche Luft

Das Lüften von Räumen kann technisch oder manuell erfolgen. Aus hygienischen Gründen hat je nach Art und Intensität der Raumnutzung ein regelmäßiger und ausreichender Luftaustausch stattzufinden. Bei unzureichender und nicht angepasster Fensterlüftung oder durch eine falsch gesteuerte oder unzureichend dimensionierte Lüftungsanlage kann eine natürliche Frischluftzufuhr bzw. eine Feuchte- und Schadstoffabführung nicht garantiert werden. Welchen Einfluss hat die Luftwechselzahl, die Klima- und Lüftungstechnik und die Frischluftmenge auf die Neubaugerüche, Schadstoffemissionen oder auf Bau- oder Wohnfeuchte und Schimmelbildung?

Die Luftqualität wird u.a. durch die Konzentration von sogenannten «flüchtigen organischen Verbindungen» aus Möbeln, Baustoffen, Reinigungsmitteln, Wohntextilien, Druckern und Tabakrauch bestimmt. Neben diesen Stoffen sollen auch CO₂, das radioaktive Radongas, Keime und Feinstaub durch einen Luftaustausch «hinausgelüftet» werden.

4. Checklisten helfen Planern

Ein Pre-Check dient der Prüfung von Bauprodukten gemäß dem aktuellen Stand des Wissens zu Emissionen und Schadstoffausträgen aus Bauprodukten. Beim Pre-Check werden die charakteristischen Emissionen aus Bauprodukten aufgezeigt und im Bedarfsfall werden Ersatzprodukte empfohlen. Zudem werden die vorhandenen Produktprüfungen auf ihre Gültigkeit hin untersucht.

Der Planer oder Bauunternehmer erhält dadurch Informationen über Möglichkeiten zur Minderung von Emissionen und Gerüchen aus Bauprodukten, um die VOC Zielwerte sicher einhalten zu können. Die geltenden gesetzlichen Regelungen sowie weitere Kriterien und Kennzeichnungen, die bei der Produktauswahl behilflich sind, werden dabei ausgewiesen und helfen den Informationsbedarf zum baulichen Gesundheitsschutz zu stillen.

Emissionseinschätzung oder Emissionsprüfung?

Produkt-Kammerprüfung > Bauteil-Kammerprüfung > Raumluftprüfung

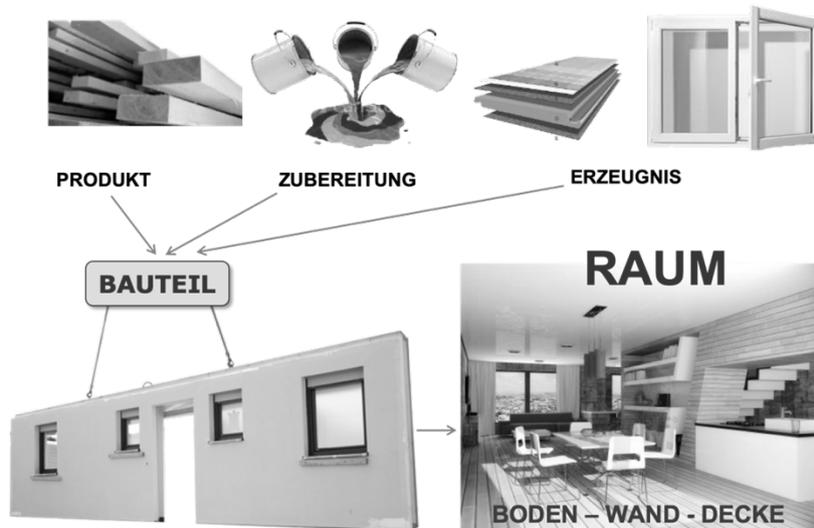


Abbildung 6: Wurden die zum Einsatz kommenden Bauprodukte ausreichend auf VOC geprüft? Wie sicher können die Raumluftzielwerte bei der Bauabnahme eingehalten werden, wenn VOC geprüfte Baustoffe verwendet wurden?

4.1. Pre-Check Bauplanung

- Prüfung der geforderten Raumluftrichtwerte und der vereinbarten Materialgüte. (Prüfzertifikate wie EPD, Blauer Engel, EC1plus u.a.)
- Planung mit emissionsarmen Farben, Klebern, Estrichen, Dämmstoffen, Holz- und Holzwerkstoffen sowie Hilfsprodukten.
- Einsatz von emissionsarmen und kapillaraktiven Raumbooberflächen.
- Materialänderungen sind mit der Bauherrschaft und den Baubeteiligten abzustimmen.
- Planung der Kontrollmessung gemäß den Anforderungen aus dem Werkvertrag.

4.2. Pre-Check/Bauwerkvertrag

- Gibt es allgemeine Textstellen im Leistungsverzeichnis wie: «Vorgaben zum baulichen Gesundheitsschutz lt. der neuen MVV TB/ LBO, oder lt. Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden (UBA) sind einzuhalten?»
- Gibt es gefahrstoffrechtliche Anforderungen (z.B. verbotene Stoffe) im Text/ bzgl. baulichem Gesundheitsschutz?
- Sind für die Verwendung von Bauprodukten spezielle (VOC) Prüfzertifikate, Labels vorgeschrieben?
- Sind bestimmte Stoffe oder Baumaterialien vom Einsatz ausgeschlossen?
- Ist vom AN ein Baustoffinventar inkl. TM, SDB, Prüfzertifikaten zu führen?
- Werden im Leistungsverzeichnis klimatechnische Anforderungen für den Gesundheitsschutz, z.B. Beschattung, RLT-Anlagen, Lüftungsplanung (IDA Werte gem. DIN EN 15251 f. Schulen, Büros) ausreichend berücksichtigt?
- Werden seitens des AG die Einhaltung von Raumluftzielwerten (VOC, TVOC Leit- u. Richtwerte) gefordert?
- Wird die Vorgehensweise bei der Raumluftkontrollmessung (DIN ISO 16000) im Vertrag exakt beschrieben?
- Werden Normen und Bewertungsquellen für die Raumluftmesswerte vom AG angegeben?
- Ist die ordnungsgemäße und rechtssichere Raumluftmessung vom AN anzubieten?

- Sind Maßgaben zur Messraumvorbereitung vorhanden?
- Werden erfüllbare Maßnahmen nach einer **nicht** bestandenen Kontroll- u. Freimessung beschrieben?

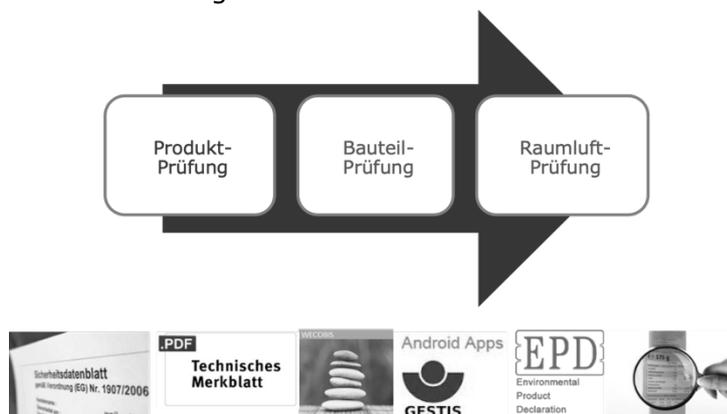


Abbildung 7: Welche Dokumente wurden für die Prüfung verwendet und können dem AG vorgelegt werden? Wie rechtssicher sind die Dokumente bzw. die Aussagen zu den VOC?

4.3. Checkliste Bauausführung und Bauleitung

- Einhaltung von Trocknungszeiten und Verarbeitungsvorschriften der Bauprodukte.
- Vermeidung von unnötigen Gerüchen, Lösungsmitteln oder Geruchs-, Staub- und Materialemissionen kurz vor Messungen.
- Beachtung von Baufeuchte, Klima und Temperaturen während und nach der Verarbeitung.

4.4. Checkliste für die Vorbereitung von Raumlufmessungen

- Im Bauzeitenplan ist zu berücksichtigen, dass ca. 10 Tage vor der Messung keine Reinigungs- und Bauarbeiten mit emittierenden Stoffen durchgeführt werden.
- Bei Raumluftechnischen (RLT)-Anlagen muss die Funktionstüchtigkeit und Staubfreiheit garantiert werden. Sind Klimaregulierungen vorhanden hinsichtlich Temperatur, Feuchte oder CO₂, sind die Normalwerte gemäß DIN EN 15251 einzuhalten.
- Ohne Einsatz von RLT-Anlagen sind diese Normalwerte ebenfalls zu befolgen und zu protokollieren, damit der Auftragnehmer den Messtermin einplanen kann.
- Die zu messenden Räume, die angrenzenden Flure und Räume und die Treppenhäuser müssen vor der Messung beschattet werden. Ansonsten darf nur mit Zustimmung des Auftragnehmers gemessen werden.
- Erst wenn die Raumklima-Zielwerte gemäß DIN EN 15251 eingestellt sind, kann eine Raumlufmessung in zwei vergleichbaren Räumen durchgeführt werden.
- Die Normensammlung (DIN EN ISO 16000) für Raumlufmessungen ist exakt einzuhalten.
- Für die Durchführung werden holzbauerfahrene Messingenieure empfohlen.

5. Schlussbetrachtung

Hohe CO₂ Werte, hygienebasierte Fehlgerüche durch zu geringe Luftwechsel oder Reiniger sind erfahrungsgemäß die häufigsten Reklamationsgründe in neu bezogenen Holzgebäuden. An zweiter Stelle sind unsachgemäß verarbeitete Baustoffe die Ursache für Baumängelanzeigen wegen auffälligen Fehlgerüchen zu nennen. Werden dann in Holzgebäuden unsachgemäß vorbereitete Raumlufmessungen durchgeführt, dann fallen natürliche VOC wie Terpene, Aldehyde und Carbonsäuren auf, die bei ausreichender Frischluftzufuhr instabil sind und sich dann schnell und problemlos wieder von selbst abbauen.

TAB. 7.1: INNENRAUMLUFTRICHTWERTE FÜR SUBSTANZEN MIT MÖGLICHER RELEVANZ FÜR HOLZ UND HOLZPRODUKTE¹⁾

Substanz/Substanzklasse	Richtwert	Bemerkungen
bicyclische Monoterpene ²⁾	RW I = 0,2 mg/m ³ RW II = 2 mg/m ³	Ad hoc AG (2003)
monocyclische Monoterpene ³⁾	RW I = 1 mg/m ³ RW II = 10 mg/m ³	Ad hoc AG (2010)
gesättigte azyklische aliphatische C4- bis C11-Aldehyde	RW I = 0,1 mg/m ³ RW II = 2 mg/m ³	Ad hoc AG (2009)
2-Furaldehyd (Furfural)	RW I = 0,01 mg/m ³ RW II = 0,1 mg/m ³	Ad hoc AG (2011)
Benzaldehyd	RW I = 0,02 mg/m ³ RW II = 0,2 mg/m ³	Ad hoc AG (2010)
Formaldehyd	0,1 ppm ⁴⁾ 0,08 ppm ⁵⁾	Bundesgesundheitsamt (1977) WHO (2010)

1) Aktualisierte Richtwerte und Erläuterungen sind über die Internetseite des Umweltbundesamtes abrufbar (www.umweltbundesamt.de/gesundheitsinnenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm)
2) Leitsubstanz α -Pinen
3) Leitsubstanz d-Limonen
4) Bestätigt im Jahr 2006 durch die Ad hoc AG
5) Definiert für Kurz- und Langzeitexposition

Abbildung 8: Die Tabelle zeigt typische Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen oder anderen Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen.

Neueste toxikologische bzw. tier- und zellenbasierte Studien geben Anlass zur Hoffnung, dass vor allem die durch Holz und Holzwerkstoffe verursachten Terpenkonzentrationen, wie sie üblicherweise in Holzgebäuden anzutreffen sind, keine gesundheitlichen Auswirkungen auf die Gesundheit haben. (Infos/Quellen unter <https://baustoffe.fnr.de/projekte/emissionen/>)

Die Meta-Studie HOMERA der TU München nahm mehr als 42 Einzelstudien unter die Lupe, die sich alle damit auseinandergesetzt haben, wie sich Holz auf das Raumklima und damit auch auf den Menschen in geschlossenen Räumen auswirkt. Das Ergebnis ist wenig überraschend: So gesundheitsfördernd und erfrischend der Spaziergang im Wald ist, so angenehm und leistungssteigernd ist der Holzgeruch in Wohn- und Arbeitsräumen. Viel mehr noch deuten in-vivo-Studien darauf hin, dass Terpene auch gesundheitsförderliche Wirkweisen haben können. (Infos/Quellen unter <http://www.holz-und-raumluft.de/forschung>)

Diese Erkenntnisse decken sich auch mit einer groß angelegten Studie über die Ursachen von innenrauminduzierten Erkrankungen. Im Bereich der Innenraumschadstoffe spielen demnach die üblicherweise vorkommenden VOC, wozu auch die nVOC (z.B. natürliche Terpene) gehören, für die Entstehung von Krankheiten eine zu vernachlässigende Rolle.

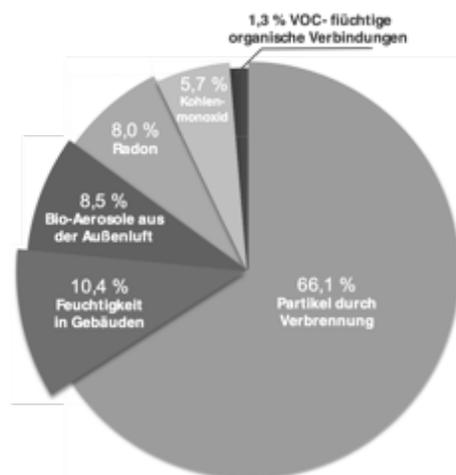


Abbildung 9: Die Tortengrafik zeigt: Mit einem Anteil von lediglich 1,3 % haben VOCs den weitaus geringsten Einfluss auf Erkrankungen, die ihre Ursache in verunreinigter Innenraumluft haben. (Infos/Quellen unter <http://www.holz-und-raumluft.de/blog/wird-die-gesundheitsrelevanz-von-vocs-im-innenraum-ueberschaetzt>)

5.1. Aussichten und Empfehlung

Auf Grund der beschriebenen Forschungsergebnisse sollte davon ausgegangen werden, dass die durch Holz austretenden Gase in den benannten Konzentrationen 0-1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ keine gesundheitlichen Probleme verursachen, sondern allenfalls ein hygienisches bzw. geruchliches und daher Lüftungstechnisches Hygieneproblem darstellen.

Stufe	Konzentrationsbereich [mg TVOC/m ³]	Hygienische Bewertung
1	≤ 0,3 mg/m ³	Hygienisch unbedenklich
2	> 0,3-1 mg/m ³	Hygienisch noch unbedenklich, Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe beachten
3	>1-3 mg/m ³	Hygienisch auffällig, w. o.
4	>3-10 mg/m ³	Hygienisch bedenklich, w. o.
5	>10 mg/m ³	Hygienisch inakzeptabel, w. o.

Abbildung 10: Die jeweils aktualisierten UBA / AIR herausgegebenen TVOC und Einzel VOC Richtwerte können im Internet <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluf> abgerufen werden.

Bevor wegen minimalen Richtwertüberschreitungen und unbewiesenen Gesundheitsfolgen unverhältnismäßig aufwändige Sanierungsmaßnahmen sowie eine Eskalation bzw. ein Rechtsstreit drohen, führt erfahrungsgemäß schon der Einbau eines dezentralen Einzellüfters mit Wärmerückgewinnung zur Einhaltung der VOC Zielwerte. Andernfalls muss den Raumnutzern eine Gebrauchsanleitung mit den hygienebezogenen Lüftungsintervallen ausgehändigt werden.

VOC Kontrollmessungen sollten nur bei Standard-Klimabedingungen und durch einen holzbauerfahrenen Messingenieur durchgeführt werden.

6. Wichtige Normen zur Produkt- und Raumlufqualität

DIN EN 15251

Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik.

DIN EN 13779

Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme.

DIN EN 16798 Teil 1 - 17 (Entwurf)

Energieeffizienz von Gebäuden – Vorgaben für Raumlufqualität, Temperatur, Licht, Akustik. Berechnungsverfahren für Energiebedarf von Lüftungs- und Klimaanlage sowie Kühlsysteme.

DIN 1946 Teil 1 – 7

Raumluftechnik – Raumluftechnische Anlagen und Vorgaben zur Lüftung.

DIN EN ISO 16000 – Teil 1 – 36

Innenraumlufverunreinigungen – Probenahmestrategien und Prüfvorgaben.

DIN EN 16516

Die neue Prüfmethode DIN EN 16516 für Bauprodukte dient erstrangig dazu, verbindliche VOC-Prüfungen in den Mitgliedstaaten der EU zu vereinheitlichen und Angaben zu VOC-Emissionen im Kontext der CE-Kennzeichnung zu ermöglichen. Sie eignet sich zusätzlich genauso gut zum Nachweis von freiwilligen Kriterien beispielsweise in Umweltzeichen oder zu neutralen Angaben zum Emissionsverhalten bei Umweltdeklarationen (EPDs).

Kitas ökologisch, gesund und schnell bauen – ein Erfahrungsbericht

Achim Füllemann
Füllemann Architekten GmbH
Gilching, Deutschland



Kitas ökologisch, gesund und schnell bauen – ein Erfahrungsbericht

Der Neubau von Kindertagesstätten hat in den letzten Jahren durch den gesetzlichen Anspruch auf einen Betreuungsplatz für Kinder unter drei Jahren und den Wandel der Gesellschaft deutlich zugenommen. Daneben steigt die Betreuungszeit pro Kind in den Einrichtungen. Die Tatsache, dass Kinder immer früher und länger in Kindertagesstätten betreut werden, macht es umso wichtiger, dass auf Qualität bei Betreuung und Umfeld geachtet wird. Die Gesellschaft will ihre Kinder in gesunden und ökologisch errichteten Gebäuden unterbringen und die Kommunen sollen diesen Bedarf möglichst schnell decken.

Den Schwerpunkt sehen wir dabei aber nicht beim schnellen Bauen, da beim kommunalen Bauen meist nicht die bauliche Umsetzung das Nadelöhr ist, sondern eher formale oder vergaberechtliche Themen und Entscheidungsprozesse, die bauliche Umsetzung verzögern. Es kommt zwischenzeitlich sogar nicht selten vor, dass eine Kita schnell errichtet, aber aufgrund von Personalmangel nicht eröffnet werden kann.

1. Schnelles Bauen

Schnelles Bauen am Beispiel Neubau Kinderhort St. Johannes in Gilching



Abbildung 1: Versetzen eines Holzmoduls

Das Gebäude sollte auf fremdem Grund mit zeitlich begrenztem Pachtvertrag errichtet werden und daher wieder demontierbar sein. Von der Bauverwaltung und dem Gemeinderat war zunächst ein Stahlcontainerbau vorgesehen. Da jedoch eine längere Standdauer des Gebäudes nicht ausgeschlossen war, haben wir den Bauherren von einem Holzmodulbau überzeugt, der in kurzer Zeit umgesetzt wurde.

Die komplette Projektumsetzung für Planung und Bau ab Beschluss des Gemeinderates erfolgte innerhalb eines Jahres.

Terminliche Eckdaten:

Juni 2010:	Gemeinderatsbeschluss zum Projektstart u. Planungsbeginn
Dezember 2010:	Baubeginn Streifenfundamente
Januar/Februar 2011:	Produktion Holzmodule
März, April, Mai 2011:	Montage Holzbau, Fassade und Ausbau
Juni 2011:	Übergabe des Gebäudes

Das Gebäude steht nun, fast neun Jahre später, immer noch und wird auch nicht versetzt werden, da zwischenzeitlich das Grundstück von der Gemeinde erworben werden konnte. Damit waren die Kinder und ErzieherInnen die letzten neun Jahre in einem hochwertigen Gebäude mit angenehmem Raumklima und werden dies vermutlich auch die nächsten Jahrzehnte sein. Nicht nur der Bauherr ist aufgrund der Qualität, der guten Alterung und des geringen Wartungsaufwandes sehr zufrieden. Auch die Kinder und ErzieherInnen geben uns überaus positive Rückmeldungen zum Gebäude: «gutes Raumklima...fühlen uns wohl...Gebäude als dritter Erzieher...Gebäude gibt Kindern Halt und hilft beim begreifen».



Abbildung 2: Bewegungsraum

Die Konstruktion besteht überwiegend aus massiven Brettsperrholzelementen. Die Deckenelemente über EG und OG mit je 2,50m Breite sind ebenfalls aus Massivholz und wurden mit den Wänden und einem Bodenelement zu einem Raummodul mit ca. 2,50m x 11,50m x 3,35m zusammengefügt. Pro Geschoss wurden 8 Raummodule über im Regelfall sichtbar verschraubte 3-Schichtplattenstreifen gekoppelt. Das Obergeschoss ist über Gummilager vom Erdgeschoss entkoppelt. Die gestapelten Raummodule wurden anschließend mit einer textilen Fassadenbekleidung umhüllt, um sie vor der Witterung zu schützen. Es kommen keine verklebten oder ausgeschäumten Verbundbaustoffe zum Einsatz; die verwendeten Baustoffe sind trenn- und recyclebar. Innen- und Außenwände wurden in Sichtholzqualität hergestellt. Das Belassen des Baumaterials Holz in seiner ursprünglichen, unbehandelten Form lässt die Kinder und Erzieherinnen das Gebäude «be-greifen» und «er-fassen». Kinder streichen mit den Händen über die Wände. Diese haptischen Erfahrungen unterstützen das «Halt-finden» der Kinder.



Abbildung 3: Treppenraum



Abbildung 4: Treppenraum und Garderobe



Abbildung 5: Werkraum



Abbildung 6: Eingangsbereich mit Netzbespannung

2. Gesundes Bauen

Gesundes Bauen am Beispiel Neubau Kinderkrippe Krayweg, München



Abbildung 7: Treppenraum



Abbildung 8: Vorplatz und Eingangsbereich

Die Zielvorstellungen des Bauherrn – der Landeshauptstadt München – umweltfreundlich, ressourcenschonend und gesundheitsverträglich zu bauen, wurden mit der Wahl des Baustoffes Holz umgesetzt.

Ein besonderes Augenmerk legte der Bauherr auf hohe Raumluftqualität. Um die Quellen für flüchtige organische Verbindungen (VOC) möglichst zu vermeiden, wurde das Gebäude komplett in Weißtanne ausgeführt. Die Holzart Tanne hat naturgemäß einen geringen Anteil an Terpenen (flüchtige organische Verbindungen). Darüber hinaus wurde mit der weitestgehend leimfreien Bauweise eine mögliche Diskussion über «Leime», «Formaldehyd-Emissionen» und «Isocyanate im PU-Leim» umgangen. Bei der hier gewählten Holzstapelbauweise werden Kanthölzer aneinander gestapelt und mit Holzdübeln verbunden. Die feste Verbindung entsteht dadurch, dass die sehr trockenen Holzdübel die Restfeuchte aus den Hölzern ziehen und dadurch aufquellen. Die Wände bei der Holzstapelbauweise haben konstruktionsbedingt eine Sichtholzseite und eine Rückseite mit Diagonalschalung zur Aussteifung. Die Rückseiten zeigen bei den Außenwänden nach außen und sind mit Holzweichfaser-Dämmung und hinterlüfteter Holzfassade bekleidet. Bei den Innenwänden erhielt die Rückseite eine Trockenbau-Vorsatzschale, die zusätzlich den Schallschutz verbessert und als Installationsebene dient. Dadurch konnten viele Wände im Innenbereich als Sichtholzoberfläche ausgeführt werden und so die Bauweise in Holz bis nach innen erkennbar gemacht werden. Auch die Decken in den Haupträumen sind als Holzakustikdecke in Tanne ausgeführt. Der überall präsente natürliche Baustoff Holz schafft in der Kinderkrippe eine angenehme Wohlfühl-Atmosphäre. Das Projekt wurde von ProHolz begleitet, die in einem Kurzfilm [www.youtube.com/watch?v=sQSelo5AixQ] die Entstehung des Gebäudes vom Fällen der Tanne im Wald bis zum fertigen Gebäude zeigen.



Abbildung 9: Gartenansicht (Foto: Henning Koepke)



Abbildung 10: Treppenraum und Spielbereich (Foto: Henning Koepke)

3. Ökologisches Bauen

Was ist ökologisches und nachhaltiges Bauen?

Zunächst denkt jeder an ein Null-Energie-Haus oder ein Passivhaus.



Abbildung 11: Kita am Abenteuerspielplatz in Gilching im Passivhausstandard



Abbildung 12: Kinderkrippe Wörthsee im Passivhausstandard



Abbildung 13: Nachhaltig?



Abbildung 14: Nachhaltig?

Der Begriff «Nachhaltigkeit» ist in aller Munde. Definition Nachhaltigkeit im Duden:

«1. längere Zeit anhaltende[n] Wirkung ...

2.b) Prinzip, nach dem nicht mehr verbraucht werden darf, als jeweils nachwachsen, sich regenerieren, künftig wieder bereitgestellt werden kann»

Ich sehe es als Aufgabe von uns Bauschaffenden an, dass wir Gebäude bauen, die eine möglichst langanhaltende – und auch positive – Wirkung haben. Und zwar positive Wirkung auf den Bewohner/Nutzer und auf das Umfeld/die Gesellschaft. Da aber nicht jedes Gebäude zu den sieben Weltwundern gehören kann, die auch nach ihrem Bestehen noch kulturell nachwirken, beschränke ich unsere Aufgabe darauf, gute Gebäude zu bauen, die lange halten.

Lang haltend ist aber nur was auch gut ist und gut funktioniert. Ein lang haltendes Gebäude ist also nachhaltiger als eines, das frühzeitig aufgrund geringer Qualität, Mängel oder schlechter Nutzbarkeit abzurechen ist.

Das linke Bild oben zeigt das alte Schulhaus in Argelsried und steht nun seit über 100 Jahren. Es hat ohne wesentliche Veränderungen bereits lang gehalten und ist damit nachhaltig. Dieses sollte nun abgerissen und für den Neubau eines Kinderhortes weichen. Wir haben bei diesem Projekt Ökobilanzierungen erstellt, mit den Ergebnissen, dass aus ökologischer Sicht ein Abriss nicht sinnvoll ist. Sogar die relativ neue Gas-Brennwertheizung mit fossilem Brennstoff bleibt vorerst erhalten, da auch in ihr bereits eine Menge Ressourcen stecken, die man nicht frühzeitig vernichten will. Darüber hinaus war der Erhalt des Gebäudes auch aus ökonomischer und soziokultureller Sicht zu empfehlen. Als eines der wenigen in der Gemeinde noch vorhandenen alten Gebäude hat das alte Schulhaus auch ohne Eintragung in die Denkmalliste einen soziokulturellen Wert, den es zu erhalten lohnt. Mit einer Generalsanierung einschließlich Dämmmaßnahmen und einem Anbau in Massivholzbauweise wird das Gebäude auf einen aktuellen Standard gebracht und wieder – hoffentlich für lange Zeit – nutzbar gemacht.

4. Fazit

Am Besten ist, wir bauen nicht, da Bauen per se nicht ökologisch, häufig nicht gesund ist und Zeit kostet. Wenn sich aber das Bauen nicht vermeiden lässt, müssen wir nachhaltig bauen! Das fängt mit einem guten, funktionalen Entwurf an (vielleicht auch mit dem Erhalt eines Bestandsgebäudes). Das Gebäude muss dann gut konstruiert werden mit sinnvollen Materialien (gute Ökobilanz von der Errichtung über die Nutzungsphase bis zum Rückbau). Der Einsatz von Haustechnik muss in ein stimmiges Gesamtkonzept integriert sein, bei dem der Nutzen, der Umfang des Technikeinsatzes, die Langlebigkeit und die Praktikabilität abgewogen werden. Zuletzt muss dann das Gebäude in hoher gestalterischer und technischer Qualität gebaut werden. So kann ein Gebäude entstehen, das gut funktioniert, schön und hochwertig ist, geschätzt wird, in dem sich die Bewohner wohl fühlen und dann auch lange hält – nachhaltig ist.

Block A2

**Brandschutz im Geschossbau:
Konstruktion | Dämmung | Fassade**

Brandschutztechnisch sichere hinterlüftete Holzfassaden – ist das möglich?

Dr.-Ing. Michael Merk
Technische Universität München,
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
München, Deutschland



Thomas Engel M.Sc.
Technische Universität München,
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
München, Deutschland



2 | Brandschutztechnisch sichere hinterlüftete Holzfassaden – ist das möglich? | M. Merk

Brandschutztechnisch sichere hinterlüftete Holzfassaden – ist das möglich?

1. Einleitung

Bei Gebäuden normaler Art und Nutzung der Gebäudeklasse 4 und 5 müssen nichttragende Außenwände und nichttragende Teile tragender Außenwände aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen, oder, sofern sie aus brennbaren Baustoffen bestehen, als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sein. An Öffnungen wie Fenster und Türen werden bauordnungsrechtlich keine Anforderungen gestellt. Daraus lässt sich schließen, dass eine Brandweiterleitung durch eine aus einer Öffnung schlagenden Flamme auf die Fassade bauordnungsrechtlich toleriert wird.

Das an Fassadenbauteile bzw. Außenwandbekleidungen bauordnungsrechtlich gestellte Schutzziel soll gebäudeaußenseitig eine zu schnell fortschreitende und damit über mehrere Geschosse reichende Brandausbreitung oberhalb und unterhalb der Brandausbruchsstelle verhindern. Unberührt von dieser Betrachtung bleibt die Brandübertragung von außen über die Geschosse durch nicht klassifizierte Öffnungen (Fenster), die sich je nach Intensität des Initialbrandes (Fensterausbrand, Sockel- bzw. Balkonbrand, etc.) unterschiedlich schnell entwickelt. Eine Flammenhöhe aus der Fensteröffnung des Primärbrandgeschosses lässt sich bauordnungsrechtlich nicht begrenzen. Es sind zwar für unterschiedliche Nutzungen statistische Annahmen für durchschnittliche Brandlastdichten bekannt, diese können jedoch von der realen Situation stark abweichen. Brände in Räumen verlaufen in der Regel zudem ventilationsgesteuert. Bei stark erhöhter Brandlast werden mehr brennbare Pyrolysegase nach außen transportiert und es entstehen folglich größere Flammenlängen an der Fassade.

Darüber hinaus müssen wirksame Löscharbeiten möglich sein und die Brandstellen für die Feuerwehr erreichbar sein (z.B. Brand in Hinterlüftungsspalt). Aus bauordnungsrechtlicher Sicht werden dementsprechend die Anforderungen zur Begrenzung der Brandausbreitung auf bzw. an der Fassade in § 28 MBO [1] für mehrgeschossige Gebäude wie folgt definiert:

- *Absatz 1: Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.»*
- *Absatz 3: Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein [...]*

Zusätzliche Anforderungen zur Ausbildung von hinterlüfteten Außenwandbekleidungen können dem Anhang 6 zur Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen – MVVTB [2] entnommen werden. Diese haben jedoch ausschließlich für die bauordnungsrechtlich geregelten Außenwandbekleidungen aus mindestens schwerentflammbaren Baustoffen Gültigkeit, eine Übertragbarkeit der Regelungen auf brennbare Bekleidungen ist nicht gegeben.

Eine detaillierte Konkretisierung der zu Grunde liegenden Schutzziele kann bis dato weder aus der Bauordnung noch aus den Technischen Bestimmungen (MVVTB [2]) herausgelesen werden. Damit ist festzustellen, dass eine allgemeingültige bauordnungsrechtlich zitierbare Festlegung zu Schutzziele der Fassade bisher nicht existiert.

2. Schutzzieldiskussion: Höhe der Brandausbreitung

Zum aktuellen Zeitpunkt werden in Brandschutznachweisen vermehrt Abweichungsanträge für brennbare Außenwandbekleidungen (aus Holz) mit Verweis auf in Österreich oder in der Schweiz zugelassene Konstruktionen, die in den dortigen landesspezifisch gültigen Regelungen aufgeführt sind, formuliert. Diesen Lösungen liegen jedoch unterschiedliche

Schutzziele zu Grunde, die eine Anwendung in Deutschland nicht ohne genauere Bewertung zulassen.

Bei der Betrachtung der bestehenden Anforderungen an Außenwandbekleidungen hat sich gezeigt, dass die in § 14 MBO [1] (Brandschutz) geforderte Begrenzung der Brandausbreitung für den Bereich der Fassaden und Außenwandbekleidungen nicht eindeutig festgeschrieben ist. Selbst in der Literatur und in Expertenkreisen bestehen hierzu unterschiedliche Aussagen. Einerseits wird die maximale Brandausbreitung auf drei Geschosse, andererseits auf zwei Geschosse (jeweils inklusive des Brandgeschosses) bis zum Eintreffen der Feuerwehr begrenzt. Für Deutschland existiert, wie zuvor beschrieben, aktuell noch immer keine klare Definition der zu Grunde liegenden Schutzziele.

In den beiden Nachbarländern Österreich und Schweiz wurden entgegen bereits bauordnungsrechtlich zitierbare Schutzzielanforderungen definiert und in Österreich auch in das entsprechende Normenwerk implementiert.

In Österreich wurde das konkrete Schutzziel für Fassadenbrände in der OIB Richtlinie 2 (2015 Abschnitt 3.5.6) [3] festgeschrieben. Hierin wird konkretisiert:

«Bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und 5¹ sind vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete Fassaden so auszuführen, dass

- eine Brandweiterleitung über die Fassade auf das zweite über dem Brandherd liegende Geschoß, und*
- das Herabfallen großer Fassadenteile wirksam eingeschränkt wird.»*

Konkret bedeutet dies, dass die maximale Brandausbreitung auf 2 Geschosse einzugrenzen ist (vgl. Abbildung 1).

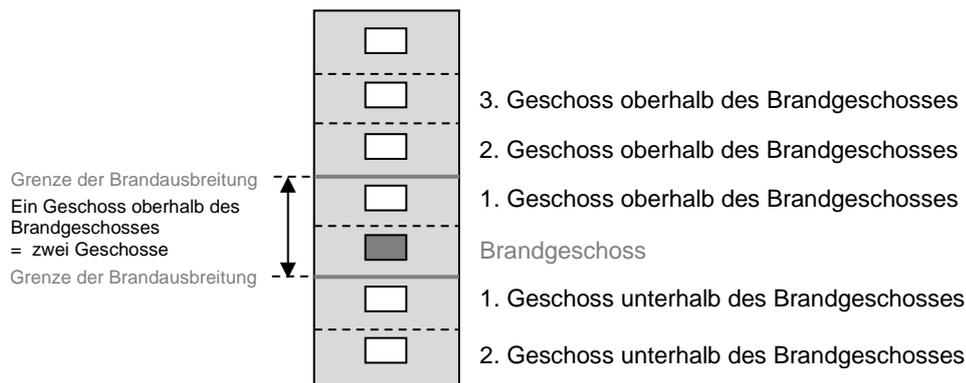


Abbildung 1: Darstellung des Schutzzieles für Fassaden nach (OIB) – «zwei Geschosse» [4]

Basierend auf Forschungsergebnissen der LIGNUM Gruppe wurde für die Schweiz folgendes Schutzziel formuliert [5]:

«Bei einem Brand der Gebäudeaußenwand darf es vor dem Löschangriff der Feuerwehr nicht zu einer Brandausbreitung über mehr als zwei Geschosse oberhalb des Brandgeschosses kommen.»

Hieraus ergibt sich eine Begrenzung der Brandausbreitung auf maximal 3 Geschosse (vgl. Abbildung 2).

¹ Gebäudeklassen der OIB-Richtlinie sind mit denen der MBO im Wesentlichen vergleichbar

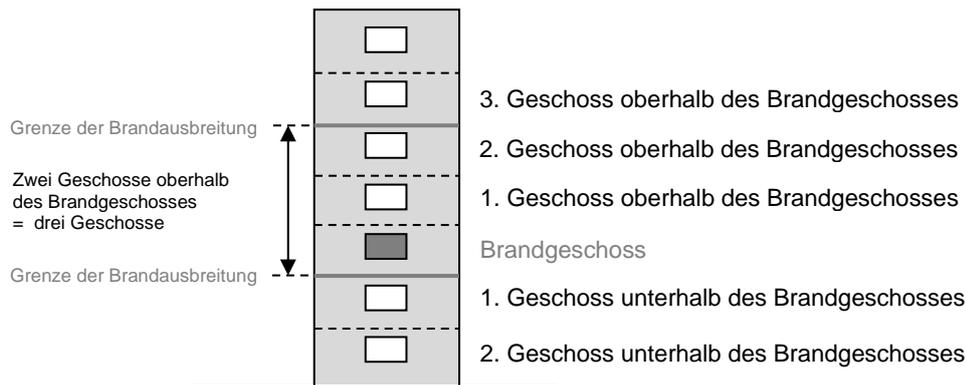


Abbildung 2: Darstellung «generelles Schutzziel für Fassaden» (Schweiz) – «drei Geschosse» [4]

Im Zuge des Forschungsvorhabens TIMpuls [6] wurde bereits begonnen, in Absprache mit der Bauaufsicht sowie anderen Forschungsstellen für Deutschland ein konkretes, künftig zitierbares Schutzziel für brennbare Fassaden aus Holz zu definieren. Endgültige Ergebnisse liegen bislang noch nicht vor, jedoch lässt sich der momentane Ansatz aus dem Forschungsprojekt für eine künftige Festlegung wie folgt darstellen [7]:

- Die Flammenhöhen des Primärbrandes aus der Fensteröffnung des Primärbrandes lassen sich über ein allgemeines Schutzziel nicht definieren oder begrenzen.
- Die vertikale Brandausbreitung über die Fassade soll begrenzt werden. Außerhalb der Flamme aus dem Primärbrandgeschoss bzw. des Sockelbrandes darf keine selbständige vertikale Brandausbreitung über die Geschosstrennung (i.d.R. Deckenebene) hinweg erfolgen.
- Die horizontale Brandausbreitung an der brennbaren Außenwandbekleidung darf sich nicht wesentlich außerhalb der Flammenbreite aus dem Primärgeschoss ausdehnen.
- Brandabschnittstrennungen dürfen nicht negativ beeinflusst werden.
- Wirksame Löscharbeiten müssen möglich sein.

3. Aktuelle Erkenntnisse auf Basis zuletzt durchgeführter Forschungsarbeiten für hinterlüftete Fassadenkonstruktionen in Holz

Untersucht man die in den Jahren 2003 und 2004 im Auftrag einer Schweizer Forschungsgruppe, unter dem Dach der LIGNUM, bei der MFPA Leipzig durchgeführten Brandversuche an Holzfassaden mit Blick auf das in Kapitel 2 von der Schweiz abweichende Schutzziel «maximale Brandausbreitung auf zwei Geschosse», so lassen sich trotzdem für den Einsatz in Deutschland ausreichend sichere Systeme ableiten.

Im Zuge einer am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der Technischen Universität München im Jahr 2018 durchgeführten Abschlussarbeit [4] wurden die vorhandenen Fassadenbrandversuche entsprechend ihrer Brandschutzmaßnahmen, in verschiedene Versuchsgruppen eingeteilt und in Hinblick auf das zuvor beschriebene veränderte Schutzziel neu bewertet. Anhand vorliegender Unterlagen, wie Foto- und Videoaufnahmen, Schadensaufnahmen, sowie Temperaturmessungen über die Höhe und Breite in verschiedenen Ebenen der Konstruktion wurden die Beobachtungen der einzelnen Brandverläufe analysiert.

Die Auswertung zeigte sowohl Konstruktionen, die die angepassten gestellten Anforderungen vollständig erfüllen, als auch Konstruktionen, die bereits innerhalb der 20 Minuten (definierter Zeitraum «bis zum Eintreffen der Feuerwehr» bzw. «Beginn der Löscharbeiten») eine Brandausbreitung in das dritte Geschoss über dem Brandgeschoss zuließen, oder bei denen es zum brennenden Abfallen von Bekleidungsteilen gekommen ist.

Einen Auszug der Untersuchung stellt nachfolgend aufgeführte Tabelle 1 dar. Diese stellt alle bestandenen Varianten bzgl. der Brandausbreitung dar. Weitere Typen und Anordnungsarten von Bekleidungen mit brennbaren Baustoffen existieren und können für die Erarbeitung allgemeingültiger Regelungen herangezogen werden.

Tabelle 1: Auszug Bewertung der LIGNUM-Versuche unter Berücksichtigung des angepassten Schutzziels [4]

Versuchsnr. (LIGNUM)	05	09	15	18	20	21	31
Horizontale Maßnahme	Holz	Holz	Holz	Stahl	Holz	Holz und Stahl	Stahl
Vertikale Maßnahme	–	–	Ein Gefach der Unterkonstruktion ist vollständig mit Steinwolle ausgelegt	–	–		
Konstruktion	Horizontal Nut-Feder-Schalung	Dreischichtplatten	Vertikal Boden-Deckel-Schalung	Horizontale Nut-Feder-Schalung	Vertikal Nut-Feder-Schalung	Vertikal Nut-Feder-Schalung	Horizontal Nut-Feder-Schalung
Tiefe Hinterlüftungsspalt	30 mm Unten offen	30 mm Oben und unten offen	90 mm Oben und unten offen	30 mm Oben und unten offen	60 mm* Unten offen	60 mm* Oben und unten offen	30 mm Oben und unten offen
Anzahl und Anordnung der Riegel	3 Riegel Geschossweise	3 Riegel Geschossweise	3 Riegel Geschossweise	3 Riegel Geschossweise	2 Riegel auf 4,40 und 8,40 m Höhe	2 Riegel auf 4,40 und 8,40 m Höhe	3 Riegel Geschossweise
Auskragung/ Maßnahme	Latte in Hinterlüftung 30 mm x 60 mm	20 mm Dicke: 27 mm	100 mm Dicke: 27 mm	15 mm Dicke: 1,5 mm	10 mm auskragend Dicke: 27 mm	100 mm Dicke Holz: 27 mm Dicke Stahl: 1,5 mm	15 mm Dicke: 1,5 mm
Brennendes / nicht brennendes Abfallen	–	Abfallen brennender Fassadenteile	Abfallen brennender Fassadenteile	Abfallen brennender Fassadenteile	Abfallen brennender Fassadenteile	Abfallen nicht brennender Fassadenteile	Abfallen brennender Fassadenteile
Brandausbreitung	Keine Brandausbreitung über zweiten Riegel	Keine Brandausbreitung über zweiten Riegel	Keine Brandausbreitung über zweiten Riegel	Keine Brandausbreitung über zweiten Riegel	Ausbreitung über ersten Riegel in der 23. Prüfminute	Keine Brandausbreitung über zweiten Riegel	Ausbreitung über zweiten Riegel in der 23. Prüfminute
Löschen ab	21. Prüfmin.	26. Prüfmin.	21. Prüfmin.	21. Prüfmin.	21. und 23. Pm	21. Prüfmin.	31. Prüfmin.
Sonstiges/ Besonderheiten während des Brandgeschehens	Brennendes Abtropfen der HDPE-Folie ²⁾	Rauchaustritt aus Hinterlüftungsspalt Brennendes Abtropfen der HDPE-Folie ²⁾	Rauch- und Flammenaustritt aus Hinterlüftungsspalt Brennendes Abtropfen der HDPE-Folie ²⁾	Einsatz einer Beschichtung (Wasser-Dickschicht-Lasur)	Rauch- und Flammenaustritt aus der Hinterlüftung	–	Rauchaustritt aus der Hinterlüftung
Fett gedruckt: Versuch erfüllt die Anforderung «maximale Brandausbreitung auf 2 Geschosse» bzw. die weiter definierten Anforderungen							
Anforderungen eingehalten							
Anforderungen nicht eingehalten							
¹⁾ Eine Überschreitung der in Anlage 2.6/4 zur DIN 18516 empfohlenen Maximaltiefe von 50 mm von 10 mm wird als ausreichend repräsentativ angenommen. Wenn die Brandausbreitung im vorhandenen Hinterlüftungsspalt mit einer Tiefe von 60 mm und außerhalb dessen das Schutzziel für die gesamte Wand erfüllt, lässt dies die Vermutung zu, dass selbiges auch bei 50 mm der Fall ist.							
²⁾ Das brennende Abtropfen der HDPE-Folie wird hingegenommen. Hinzukommend handelt es sich hierbei um eine nahezu vernachlässigbare Menge, welche zur tragenden Außenwand gehört.							
³⁾ Auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Foto- und Video-Aufnahmen während der Versuchsdurchführungen sowie den Protokollen der Versuchsdurchführungen							

4. Fazit und Ausblick

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass auch auf Basis der aktuellen Schutzzieldiskussion entsprechend brandschutztechnisch sichere Holzfassaden für mehrgeschossige Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 ausführbar sind. Hierfür sind bei nicht hinterlüfteten, hinterlüfteten und belüfteten Außenwandbekleidungen aus Holz besondere Vorkehrungen gegen Brandausbreitung zu treffen. Nachfolgend können diese wie folgt zusammengefasst werden:

- Sämtliche im Fassadensystem verwendeten Baustoffe aus Holz oder Holzwerkstoffen müssen entsprechend ihrem Brandverhalten mindestens als D-s2, d0 entsprechend DIN EN 13501-1 oder als normalentflammbar (B2) nach DIN 4102-1 klassifiziert sein.
- Fassadenbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen können als eines der vier nachfolgenden Bekleidungstypen, horizontal oder vertikal angeordnet, ausgeführt werden:
 - flächiger Holzwerkstoff
 - formschlüssige Schalung (Nut- und Feder- bzw. Deckleistenschalung mit Profil)
 - kraftschlüssige Schalung (Schalung überfälzt, T-Leistenschalung) oder
 - offene Schalung (Leisten-, Deckel-, Stülpschalung, etc.)
 Die Art der Oberfläche (geschliffen, gehobelt, sägerau oder gebürstet) ist dabei für jeden Bekleidungstyp frei wählbar.
- Dämmstoffe in der Außendämmebene müssen mindestens in der Klasse A2-s1, d0 entsprechend DIN EN 13501-1 oder der Baustoffklasse A2 entsprechend DIN 4102-1 klassifiziert sein. Sie sind mit ausreichendem Übermaß gegen Abfallen in die Unterkonstruktion einzubauen und an ihren Fugen dicht zu stoßen.
- Sofern der Abschluss von Außenwänden/Kernwänden nicht aus mineralischen Baustoffen besteht, muss außenliegend zur Hinterlüftungsebene hin eine geeignete nicht brennbare Bekleidung aufgebracht werden. Geeignete Bekleidungen sind:
 - 2 x 12,5 mm bzw. 1 x 18 mm Gipsplatte Typ F nach EN 520 oder Gipsfaser nach EN 15283-2 bzw.
 - 1 x 12,5 mm Gipsplatte Typ F nach EN 520 oder Gipsfaser nach EN 15283-2 mit 40 mm davorliegendem Dämmstoff Klasse A2-s1, d0 entsprechend DIN EN 13501-1 oder der Baustoffklasse A2 entsprechend DIN 4102-1.
- Einlagige Abdeckungen mit folienartigen Fassadenbahnen sind zulässig.
- Eine Brandweiterleitung bei Holzfassaden kann durch auskragende, geschoßweise angeordnete Brandsperren (vgl. Abbildung 3) wirksam eingeschränkt werden. Durch diese Brandsperren wird die Brandausbreitung über mehrere Geschosse wirksam eingeschränkt. Mit dem Einsatz von konstruktiven Brandsperren werden die definierten Schutzziele erreicht.

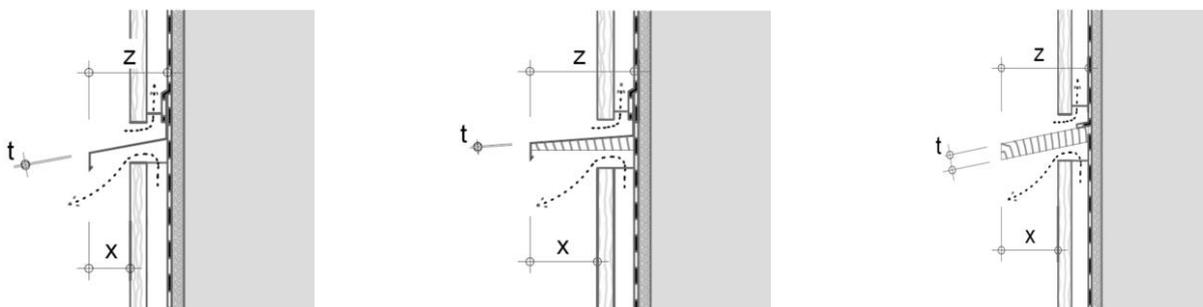
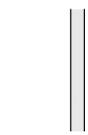
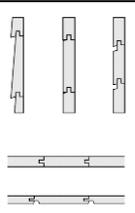
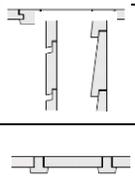
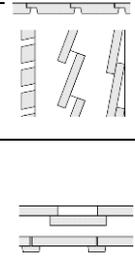


Abbildung 3: Beispiele für die Ausbildung geschosswiser Brandsperren

- Horizontale Brandsperren sind geschoßweise jeweils in Höhe des Geschosswechsels über die gesamte Fassadenbreite durchgehend auszuführen. Bei Fassaden mit über mehrere Geschoße durchgehenden Belichtungssäulen (vertikale Lichtbänder) sind die Brandsperren ebenfalls geschoßweise in Höhe des Geschosswechsels anzuordnen und jeweils bis zur Belichtungssäule bündig abschließend heranzuführen.

- Vertikale Brandsperrn sind zur Unterbrechung der Hinterlüftungsebene anzuordnen im Bereich von Brandwänden bzw. Wänden die anstelle von Brandwänden gemäß MBO §30 (3) Satz 2 Nr. 1 zulässig sind. Sie sind ebenfalls erforderlich im Bereich von Außenwandecken.
- Die geschoßweisen horizontalen Brandsperrn sind gemäß nachfolgender Tabelle 2 auszuführen. Das Maß X des horizontalen Überstandes der Brandsperrre über die Fassadenoberfläche ist entsprechend des eingesetzten Fassadentyps gemäß Tabelle 2 zu wählen. Es sind die gemäß Tabelle 2 angegebenen Mindesteigenschaften der Fassadenbekleidung zu berücksichtigen.
- Die Befestigung der horizontalen Brandsperrn ist bis auf die Konstruktionshölzer der Außenwand zu führen, ggf. sind zusätzliche Füllhölzer einzubauen. Abstand und Größe der Verbindungsmittel sind hierfür so zu wählen, dass im Brandfall auftretende thermische Beanspruchungen nicht zu Verformungen führen, die einen Verlust der Funktion der Brandsperrre für die Ableitung des Plume auf der Fassade als auch Abschottung der Hinterlüftungsebene zur Folge haben.

Tabelle 2: Mindestauskrugung der horizontalen Brandsperrre - Maß X

Bekleidungsstyp	Baustoff/ Bauteil	Schema-skizze	Ausführungsbeispiele	Ausrichtung	Maß X
Flächiger Holzwerkstoff	<ul style="list-style-type: none"> • Rohdichte $\geq 350 \text{ kg/m}^3$ • Fläche geschlossen • Plattendicke $\geq 22 \text{ mm}$ • Kantenlänge $\geq 625 \text{ mm}$ • Plattenfläche $\geq 1,0 \text{ m}^2$ 		<ul style="list-style-type: none"> • Massivholzplatten • Brettsperrholz • Furniersperrholz • Furnierschichtholz 	horizontal / vertikal	$\geq 50 \text{ mm}$
Formschlüssige Schalung	<ul style="list-style-type: none"> • Rohdichte $\geq 350 \text{ kg/m}^3$ • Beplankungsdicke $\geq 22 \text{ mm}$ • Brettbreite: kernfrei $\leq 160 \text{ mm}$ • Entlastungsnuten: <ul style="list-style-type: none"> - Restdicke $\geq 14 \text{ mm}$ - Breite $\leq 5 \text{ mm}$ - Achsabstand $\geq 30 \text{ mm}$ 		<ul style="list-style-type: none"> • Deckleisten-schalung mit Profil • Nut und Feder 	horizontal / vertikal	$\geq 50 \text{ mm}$
Kraftschlüssige Schalung	<ul style="list-style-type: none"> • Rohdichte $\geq 350 \text{ kg/m}^3$ • Beplankungsdicke $\geq 22 \text{ mm}$ • Brettbreite frei • Entlastungsnuten: <ul style="list-style-type: none"> - Restdicke $\geq 14 \text{ mm}$ - Breite $\leq 5 \text{ mm}$ - Achsabstand $\geq 30 \text{ mm}$ 		<ul style="list-style-type: none"> • Schalung überfält • Stülpschalung • T-Leistenschalung 	horizontal	$\geq 100 \text{ mm}$
				vertikal	$\geq 150 \text{ mm}$
Offene Schalungen	<ul style="list-style-type: none"> • Rohdichte $\geq 350 \text{ kg/m}^3$ • Beplankungsdicke $\geq 22 \text{ mm}$ • Brettbreite frei • Brettquerschnittsfläche $\geq 1000 \text{ mm}^2$ • Brettrestdicke $\geq 14 \text{ mm}$ bei Entlastungsnuten • Dicke Abdeckleisten $\geq 14 \text{ mm}$ • Brettbreite frei 		<ul style="list-style-type: none"> • Offene Schalung • Leistenschalung • Deckelschalung • Stülpschalung • Deckleisten-schalung 	horizontal	$\geq 200 \text{ mm}$
				vertikal	$\geq 250 \text{ mm}$

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Maßnahmen lassen sich brandschutztechnisch sicherer Fassadensysteme aus Holz im Rahmen bauordnungsrechtlicher Abweichungen definieren.

Sämtliche Erkenntnisse, beginnend mit dem Schweizer Forschungsprojekt der LIGNUM 2000 bis 2005 [8], dem darauf aufbauenden Projekt im Rahmen der HighTechOffensive Zukunft Bayern 2006 [9] und allen weiteren in Folge durchgeführten Untersuchungen, konnten jetzt dazu genutzt werden, einen konkreten Vorschlag für die bauordnungsrechtliche Verwendung von brennbaren Fassaden in Deutschland zu definieren. Dieser

Vorschlag wurde in dem Anfang Juni 2019 veröffentlichtem Entwurf zur «*Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile in Holzbauweise für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 – M-HolzBauRL*» [10] bereits aufgenommen und soll damit künftig den Planern und Ausführenden mehrgeschossiger Holzfassaden als planungssichere Grundlage für ihre individuellen Projekte zur Verfügung stehen.

5. Literatur

- [1] Musterbauordnung – MBO –. Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016
- [2] Deutsches Institut für Bautechnik: Veröffentlichung der Muster – Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen Ausgabe 2017/1 mit Druckfehlerkorrektur vom 11. Dezember 2017
- [3] OIB-Richtlinie 2: OIB-330.2-011/15.
- [4] Ansel L. «Prinzipien zur Anwendbarkeit von brennbaren Außenwandbekleidungen in Deutschland.» Masters Thesis, Technische Universität München, 12.03.2018.
- [5] Arbeitsgruppe Brandschutz bei Holzfassaden, Grundsatzpapier für die Rahmenbedingungen von Originalbrandversuchen», Wiederkehr, Bart et al. März 2003
- [6] [timpuls.tum.de](http://www.timpuls.tum.de): Forschungsprojekt TIMpuls; in: Webseite des Forschungsprojekt TIMpuls, URL: <http://www.timpuls.tum.de>, (abgerufen am: 06.08.2019).
- [7] Engel T., Heumann F. (2019) Deutsches Schutzziel im Hinblick auf eine Brandausbreitung über die Fassade für brennbare Außenwandbekleidungen, München
- [8] Schweizer Forschungsprojekt der LIGNUM 2000 bis 2005, diverse Forschungsberichte, -dokumentationen und Veröffentlichungen
- [9] HighTechOffensive Zukunft Bayern, Teilprojekt 2, Brandsicherheit mehrgeschossiger Holzbau, Merk 2008
- [10] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile in Holzbauweise für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 – M-HolzBauRL. Stand: 23.05.19; (Anhörungsverfahren)

Brandsichere Holzfaser – WDVS für die Gebäudeklassen 4 und 5

Nicht zur Veröffentlichung freigegeben.

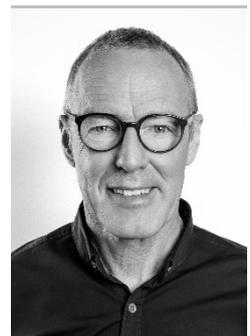
Prof. Dr. Björn Kampmeier
Hochschule Magdeburg-Stendal
Magdeburg, Deutschland



Gastreferat

Moderne Holzarchitektur – Beispiele und Perspektiven

Univ.-Prof. Arch. DI Hermann Kaufmann
Hermann Kaufmann + Partner ZT GmbH
Schwarzach, Österreich



Moderne Holzarchitektur – Beispiele und Perspektiven

1. SWG Schraubenwerk, Waldenburg



Abbildung1: Renderings: Thomas Knapp / Text: Susanne Jacob-Freitag

1.1. SWG baut Produktionshalle aus Holz und eigenen Schrauben

Die SWG Produktion Schraubenwerk Gaisbach GmbH in Waldenburg baut auf einer Fläche von 12.800 m² eine Produktionshalle der besonderen Art. Mit enormen Abmessungen von fast 97 m auf 114 m und einer Höhe von rund 12 m wächst sie derzeit auf dem Firmengelände aus dem Boden. Daran anschließen wird ein dreigeschossiges Büro- und Ausstellungsgebäude, das eine Brücke mit der Halle verbindet. Halle wie Besucher-Pavillon werden aus Holz errichtet.

1.2. Gebäudeensemble als Aushängeschild und Umweltbotschaft

Für das elegante Dachtragwerk der fünfschiffigen Halle wurde ein besonderes Holz, nämlich speziell verklebtes Buchenholz (Buchen-Furnierschichtholz), sogenannte BauBuche, gewählt. Die Halle gliedert sich mit 70 % in einen Fertigungs- und Logistikbereich, mit 20 % in einen Bereich für Werkzeug und Werkzeugbau sowie Lagerflächen für Rohmaterial wie Draht etc. Überspannt wird das Ganze von einem Dach mit kammartiger Struktur, was für viel Tageslicht im Innern sorgt. Die Materialwahl «Holz» für das Tragwerk bzw. «Blech und Metall» für die Fassade soll einerseits das Tätigkeitsfeld der SWG Produktion und die Einsatzgebiete der Schrauben für den Holz- und Metallbereich widerspiegeln. Andererseits stellte bei der Wahl des nachwachsenden Baustoffs die Nachhaltigkeit einen maßgebenden Aspekt dar: Durch den hohen Einsatz von Laub- und Nadelholz will das Unternehmen einen Beitrag zur Senkung des CO₂-Ausstoßes leisten.



Abbildung 2: Das Haupttragwerk der neuen Halle bilden rund 82 m lange Fachwerkbinder

1.3. Wenige Stützen für maximale Flexibilität innerhalb der Halle

Um über lange Zeit eine hohe Flexibilität in der Produktion zu gewährleisten, galt es die Zahl der Stützen in der Halle auf ein Minimum zu reduzieren, woraus sich Spannweiten von bis zu 42 m ergeben haben. Unter diesen Bedingungen konnte der Entwurf, der ein filigranes Tragwerk vorsieht, nur mit dem hochtragfähigen Buchenholz-Werkstoff realisiert werden. Andere Baustoffe wie Spannbeton oder Stahl wären zu klobig, zu schwer und insgesamt zu teuer ausgefallen. Mit BauBuche ließ sich nicht nur der architektonische Entwurf optimal umsetzen, sondern auch die benötigte Holzmenge ressourcenschonend auf ein Minimum reduzieren. Insgesamt werden etwa 1.800 m³ Holz verbaut. Dies bedeutet eine CO₂-Einsparung von rund 3.600 Tonnen gegenüber einer konventionellen Bauweise – bezogen auf eine Nutzungsdauer von 50 Jahren. Die Verwendung heimischer Hölzer hat schließlich noch den Effekt der lokalen Wertschöpfung.

Mit der Vorfertigung, Anlieferung und Montage des Holzbaus hat die SWG Produktion die Firma Schlosser in Jagstzell beauftragt. Die Montage des Holzbaus soll im Mai starten, vier bis sechs Wochen sind dafür vorgesehen. Die Fertigstellung des Gebäudeensembles ist fürs Jahresende 2019 avisiert. In den Hallenneubau wird die Produktion langer Schrauben verlegt, die dann 2020 starten soll – unter dem dann weltweit größten Dachtragwerk aus BauBuche.

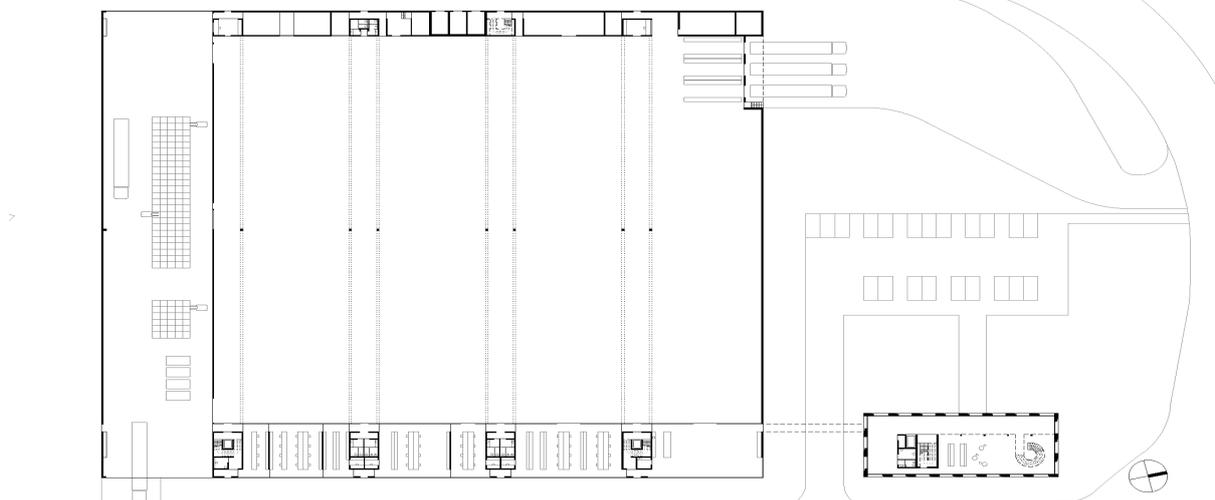


Abbildung 3: Abmessungen der Halle: 114 m breit, 97 m tief



Abbildung 4: Visualisierung Besucherpavillon

2. IZM Illwerke Zentrum Montafon



Abbildung 5: Fotos: Bruno Klomfar / Baufotos: Illwerke, Thomas Girardelli / Text: Marko Sauer

2.1. Architektonische Qualität

Das Illwerke Zentrum Montafon (IZM) in Rodund ist das neue Verwaltungsgebäude des Vorarlberger Stromerzeugers und ein Holzbau der Superlative: Er war bei seiner Fertigstellung mit über 10.000 m² Nutzfläche das größte Bürogebäude aus Holz in Mitteleuropa.

Die Holzkonstruktion über dem Betonsockel wurde in lediglich sechs Wochen zusammengefügt und bildet die erste Anwendung des Lifecycle Tower (LCT) auf dem freien Markt, das mit einer Holz-Beton-Verbunddecke einen Holzbau auch jenseits der Hochhausgrenze ermöglicht. Der Entwurf ist auf die Stärken der modularen Bauweise und die Kapazitäten der lokalen Handwerksbetriebe ausgerichtet, die Möglichkeiten des Hybridbaus sollten voll ausgeschöpft werden: Die Stärken des Holzbaus werden mit denjenigen des Massivbaus kombiniert.

Eine Besonderheit des Systems ist, dass das Holz nicht nur trägt, sondern auch sichtbar bleibt. Denn das Material verschwindet nicht wie sonst üblich hinter Gipswänden – es bildet einen Teil des Innenausbaus. Damit lassen sich Bauten im industriellen Maßstab mit der gleichen Sorgfalt und Wohnlichkeit herstellen wie die kleinen Preziosen, für die Vorarlberg sonst berühmt ist.

2.2. Städtebau, Standort, Infrastrukturanbindung

Die Form des IZM ist durch zwei Vorgaben definiert: die statische Struktur des Bausystems mit den vorgefertigten Rippendecken und der Absicht, für alle 270 Arbeitsplätze vergleichbare Bedingungen zu schaffen. Damit war die Tiefe des Hauses begrenzt und in der Folge wuchs die Länge des Gebäudes auf 120 Meter an. Zudem war durch die Bauweise auch die Form definiert, denn die vorgefertigten Platten spielen ihre Vorteile am besten in einem kubischen Volumen aus. Der klar geschnittene Holzbau ließ sich daher nur auf dem Perimeter unterbringen, indem er über den Rand des Ausgleichsbeckens hinaus auf die Wasserfläche geschoben wurde.

In dieser Position weist das Gebäude eine klare Trennung in zwei Seiten auf. Gegen Osten empfängt das Haus seine Gäste mit einer einladenden Geste: Das großzügig bemessene Vordach markiert den Eingang und ein Park schafft genügend Raum, um das Haus in seinen vollen Ausmaßen zu präsentieren. Die Fassade gliedert sich in Schichten aus Brüstungen, Fensterbänder und Vordächer. Die Länge wird zum Leitmotiv des Hauses.

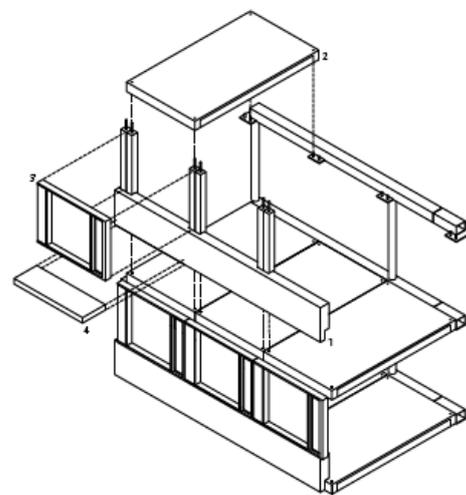
2.3. Nachhaltigkeit

Der Primärenergieverbrauch liegt unter 30 kWh/m²/Jahr, der Passivhausstandard gewährleistet einen Heizwärmebedarf von 14 kWh/m²/Jahr. Dieser wird vollständig durch das Abwärmesystem des Rodundwerkes gedeckt, über ein Wärmepumpensystem auch der Kühlbedarf.

In der Betrachtung über den Lebenszyklus hinweg bildet der Holzbau für eine umweltschonende Bauweise die Konstruktion der Wahl. Doch das Bauen mit Holz fordert von den Planern viel Wissen über Material und Konstruktionen, von den Herstellern ein hohes Maß an handwerklichem Können. Da dieses Wissen häufig nur regional verfügbar ist, verhindern diese Faktoren, dass sich das Baumaterial weit verbreitet. Dieses Einschränkungen aufzuheben und dem Holzbau den Weg zu bereiten, ist erklärtes Ziel des LCT-Bausystems.

2.4. Soziale Qualität

Mit dem neuen Zentrum haben die Illwerke ein Bekenntnis für die Region abgelegt, denn sie bietet jungen Leuten eine Perspektive im Tal und tragen dazu bei, dass diese nicht in die Städte abwandern. Um die Belegschaft von einem Neubau zu überzeugen, war diese mit einer Delegation von Beginn an in die Planung involviert. Das Bürokonzept wurde im Rahmen von Interviews und Workshops optimiert. Der hohe baukulturelle Anspruch schloß auch fünf Arbeiten für die Kunst am Bau für dieses Projekt mit ein. Dank dem Besucherzentrum im Erdgeschoss ist das neue Illwerke Zentrum auch zugänglich für die Öffentlichkeit.



- Reihenfolge der Montage:
1. Wandelement aus 3 Stützpaaren mit Brüstung
 2. Holz-Beton-Rippenverbunddecke
 3. Fenstermodul
 4. Vordach

Abbildung 6: Die Deckenelemente bestehen aus BS-Holzbalken mit 8 cm dicken Stahlbetonplatten



Abbildung 7: Die Doppelstützen sind mit den HBV – Deckenelementen gegen das Ausziehen ausschließlich über einfache Rohr-Dorn-Steckverbindungen gesichert. Dieses Prinzip der Rohbaukonstruktion sichert die vertikal Maßhaltigkeit des Gebäudes und garantiert die planmäßige und zeitnahe Höhenentwicklung

3. Transfer Wohnraum Vorarlberg Hartmannngasse, Rankweil



Abbildung 8: Fotos: Christa Engstler / Text: Tina Mott

Kooperation mit Konrad Duelli und Andreas Postner

3.1. Wertschöpfung durch gute Nachbarschaft.

Das zweite Projekt der Initiative Transfer Wohnraum Vorarlberg ermöglicht die sinnvolle Nachverdichtung eines peripheren Einfamilienhausquartiers der Marktgemeinde Rankweil. Der Baugrund liegt verkehrsgünstig an der Einmündung einer schmalen Erschließungsgasse in die Zubringerachse zum Ortszentrum. Zwei zurückhaltend dimensionierte Baukörper nehmen die Körnung der Umgebung auf und fassen insgesamt elf Wohneinheiten. Die Volumina stehen rechtwinkelig zueinander, der eingeschossige Kubus eines Fahrraddepots schließt die Flucht am Fuß- und Radweg, zu dem sich auch die Hauseingänge orientieren. So entsteht auf der Innenseite des kleinen Ensembles ein geschützter Grünraum, in dem Gemüse- und Blumenbeete gemeinschaftlich bepflanzt werden und die Kinder auf ihrem Spielplatz toben dürfen.

«Uns war bewusst, dass wir uns am Anfang vor allem mit den Vorurteilen der Bevölkerung auseinandersetzen müssen, denn wir wollten die Gebäude erst dann realisieren, wenn diese auf Akzeptanz stoßen. Nachbarschaft, Quartiergedanke und ein Mehrwert für die Umgebung waren in der Konzeption von Anfang an wichtig.»

Mitinitiator Andreas Postner

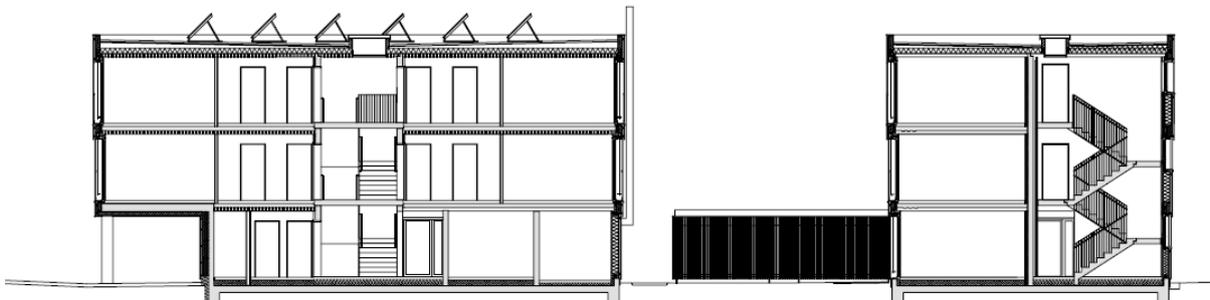


Abbildung 9: Schnitt

Durch variable Wohnungsgrößen und Zimmerkombinationen können die Bedürfnisse unterschiedlicher Nutzergruppen erfüllt werden. Die sparsamen Innenschließungen schaffen Raum für Lagerflächen in den Eingangsbereichen, um teure Unterkellerungen zu sparen. Aus Kostengründen musste ebenso auf Balkonanlagen verzichtet werden, doch großzügig geschnittene französische Fenster garantieren eine lichte und sonnige Atmosphäre der Innenräume.

Die Gebäude konnten in einfachem aber solidem Standard als Holzrahmenkonstruktionen mit Massivholzdecken von einheimischen Handwerksbetrieben erstellt werden, besonderer Wert wurde auf sehr niedrige Energie-Kennzahlen gelegt. Mit diesem Prototyp ist ein kostengünstiges Wohnbaumodell entstanden, das sowohl eine gute Integration in die Nachbarschaft als auch die regionale Wertschöpfungskette berücksichtigt.

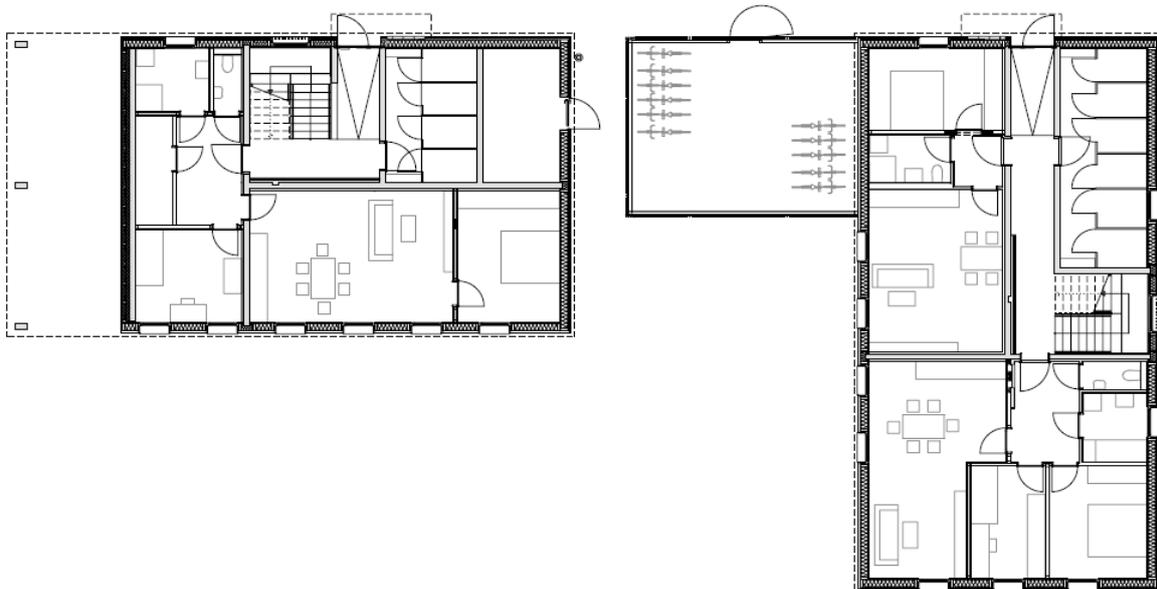


Abbildung 10: Erdgeschoss

4. Altstoffsammelzentrum Vorderland, Sulz



Abbildung 11: Foto: Arch. DI Roland Wehinger / Text: Tina Mott

Kooperation mit ArchitekturBüro DI Christian Lenz ZT GmbH

4.1. Rundparcours an der Sägezahnrampe

Sortieren, trennen und wiederverwerten – das zentrale Altstoffsammelzentrum in der Gewerbezone von Sulz ermöglicht den 11 Gemeinden der Vorarlberger Region Vorderland eine nachhaltige und professionelle Abfallbewirtschaftung. Eingebettet zwischen den weit geschwungenen Klammern von Autobahn und Bundesstraße, definiert sich die Anlage in ihren Grundparametern durch die verkehrstechnische Orientierung sowie klar strukturierte Funktionsabläufe.

Der schlicht und prägnant gestaltete Baukörper wird von Süden durch eine ausladende Pforte erschlossen. Hier passieren die Kunden den zentral gesetzten Kubus des Bürgerbüros, um am Rundparcours der Sammelbehälter ihre Recyclingmaterialien abzugeben, bevor sie die Halle wieder verlassen. An der Ostseite reihen sich Administrations- und Sanitäräume, die durch ein großzügig dimensioniertes, bodentiefe Fensterelement zur Morgensonne orientiert sind. Dahinter schließen die Lager für Problemstoffe an. Das Volumen weist gegen die stark frequentierten Verkehrsadern eine geschlossene Fassadenstruktur auf, um vor Lärm und Emissionen zu schützen, öffnet sich aber über die Sägezahnrampe zur Erschließungsstraße.



Eine Reduktion auf wenige Materialien und Bauteile war gewünscht, die großflächige Dachkonstruktion trägt ihre statischen Lasten über vier parallel verlaufende Achsen ab. In der Mitte der Halle erheben sich drei massive Betonstützen, welche zusammen mit je einer Stahlstütze an den Enden die beiden Fachwerkträger aus Baubuche halten. In diese sind schlanke Brettschichtholzträger aus Fichte eingespannt, die im Westen von einer filigranen Stützenkonstruktion unterspannt werden und auf der gegenüberliegenden Seite an der Außenmauer aufliegen. Das zentrale tonnenförmige Oberlichtband aus Stegplatten ist an Stahlprofilen befestigt und liegt auf einer Holzzarge.

Die Problemstofflager sind wie die Sockel- und Rampenelemente aus Beton gegossen, die beiden Büroeinheiten hingegen in Holzrahmenbauweise gefügt und auch als einzige Bereiche des Bauwerkes wärmedämmend. Die geschlossenen Fassadenteile werden durch vertikale Fichtenkanteln von unterschiedlicher Tiefe strukturiert und erhalten dadurch eine von Sonne und Schatten lebhaft gezeichnete Oberfläche, welche durch die markanten, in hellem Sichtbeton gefassten Öffnungen akzentuiert wird. An der Nordseite erstreckt sich eine transparente Lamellenwand, hier erlauben Polycarbonatplatten zwischen den Holzstäben fein gefiltertes Licht und weite Blicke ins Industriequartier.

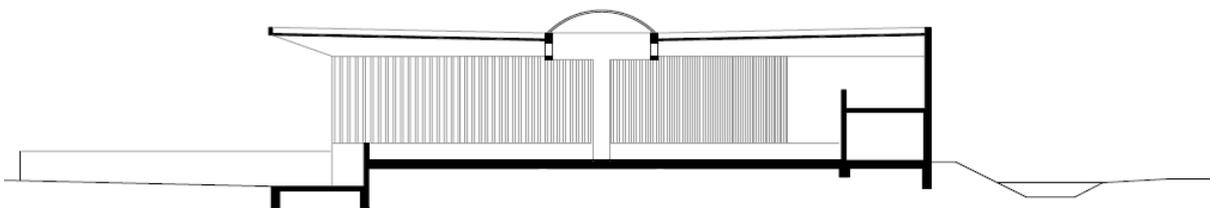


Abbildung 12: Schnitt

Mittwoch, 11. März 2020

Block B1

**Landesbauordnung Berlin/Brandenburg:
Verwendung | Konstruktion | Vergabe**

Verwendbarkeitsnachweise für Holzbausysteme im Geschosswohnungsbau

Johannes Niedermeyer
Holzbau Deutschland Institut
Berlin, Deutschland



Verwendbarkeitsnachweise für Holzbausysteme im Geschosswohnungsbau

1. Einleitung

Für den Holzbau eröffnet sich seit einigen Jahren zunehmend das Marktsegment des Geschosswohnungsbaus. Während man 2011 mit den Genehmigungszahlen noch bei 1,8% für Mehrfamilienhäuser in Holzbauweise lag, entwickelten sich die Genehmigungen in 2016 bereits auf über 4%. Eine stetig wachsende Entwicklung, da insbesondere in den regionalen Ballungszentren der Bedarf an neuen Wohneinheiten groß ist. Allein in der Gebäudeklasse 4 haben Holzbauprojekte 2018 bundesweit eine 40-prozentige Steigerung erfahren.

Diese Situation stellt alle Akteure in der Planung und Ausführung vor die Aufgabe für die Verwendung in den höheren Gebäudeklassen geeignete und zugelassene Bauprodukte und Bauarten auszuwählen. Zur Qualitätssicherung und zur Begrenzung von Haftungsrisiken müssen Hersteller und Ausführende über die Verwendbarkeit von Bauprodukten und Bauarten Nachweise dokumentieren.

Mittlerweile werden durch Produkthersteller zunehmend europäisch klassifizierte Bauprodukte in den Verkehr gebracht. Zusätzlich wurden seit Juli 2016 die Landesbauordnungen mit jeweiligen landespezifischen Verwaltungsvorschriften technischen Baubestimmungen (VV TB) überarbeitet und ergänzt, so dass das etablierte System der Verwendbarkeitsnachweise für Bauprodukte und Bauarten zunehmend komplexer für die Anwender erscheint.

2. Bauordnungsrechtliche Grundlagen

Grundsätzlich wird in der Musterbauordnung (MBO) bei der Anwendung zwischen Bauprodukt (§ 16 b MBO) und Bauart (§ 16 a MBO) unterschieden.

2.1. Verwendbarkeitsnachweis

Nach Musterbauordnung (MBO) § 17 ist für ein Bauprodukt ein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich, wenn

- es keine Technische Baubestimmung und keine allgemein anerkannte Regel der Technik gibt,
- das Bauprodukt von einer Technischen Baubestimmung (§ 85a Abs. 2 Nr. 3) wesentlich abweicht oder
- eine Verordnung nach § 85 Abs. 4a es vorsieht.

Ein Verwendbarkeitsnachweis ist nicht erforderlich für ein Bauprodukt,

- das von einer allgemein anerkannten Regel der Technik abweicht oder
- das für die Erfüllung der Anforderungen nach MBO nur eine untergeordnete Bedeutung hat.

2.2. Bauprodukt

Unter Bauprodukte versteht man Produkte, Baustoffe, Bauteile und Anlagen sowie Bausätze, die hergestellt werden, um dauerhaft in bauliche Anlagen eingebaut zu werden, bzw. um mit dem Erdboden verbunden zu werden.

Hinsichtlich der Verwendbarkeit von Bauprodukten, die von einer technischen Regel bzw. Baubestimmung abweichen, unterscheidet die Musterbauordnung (MBO) national in den § 17 bis § 25 zwischen

- **allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)**
Eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) ausgestellt. Sie gilt in der Regel für fünf Jahre. In der Zulassung können durchaus Angaben zum Einbau enthalten sein. Ob zusätzlich eine Bauartgenehmigung erforderlich ist, kann nicht pauschal beurteilt werden.

Beispiel: Kabelabschottung

- **allgemeinem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP)**
Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis gilt für Bauprodukte, die nach allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt werden. Die Prüfungen und die Ausstellung des abP erfolgt durch die Materialprüfanstalten.
Beispiel: Wand in Holzständerbauweise mit biogenen Dämmstoffen
- **Nachweis der Verwendbarkeit von Bauprodukten im Einzelfall (ZiE)**
Mit Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörde dürfen im Einzelfall Bauprodukte verwendet werden, wenn ihre Verwendbarkeit nachgewiesen ist. Die Zustimmung ist zu beantragen.

Eine Zustimmung im Einzelfall darf nicht auf andere Einbauorte desselben Bauvorhabens und nicht auf andere Bauvorhaben übertragen werden.

2.3. Bauart

Unter einer Bauart versteht man das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen.

Bei Bauarten unterscheidet die Musterbauordnung (MBO) zwischen

- geregelter Bauart nach technischen Baubestimmungen
- **allgemeiner Bauartgenehmigung (aBG)**
Die allgemeine Bauartgenehmigung ersetzt seit Juli 2017 die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) für Bauarten. Sie kann nur beim DIBt beantragt werden. In dieser neuen Bescheidart werden die Planung, Bemessung und Ausführung von Bauarten geregelt. Sie gilt für alle nicht geregelten Bauarten.
Beispiel: Bauart zum Verschließen von Elektroinstallationsöffnungen in feuerwiderstandsfähigen Bauteilen
- **allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis für Bauarten (abP)**
Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis gilt für nicht geregelte Bauarten, für die es allgemein anerkannte Prüfverfahren gibt. Die Prüfungen und die Ausstellung des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (abP) erfolgt durch die Materialprüfanstalten.
- **vorhabenbezogener Bauartgenehmigung (vBG)**
Die vorhabenbezogene Bauartgenehmigung wird durch die zuständige oberste Baubehörde im jeweiligen Bundesland erteilt. Sie kommt für Bauarten zur Anwendung, die von Technischen Baubestimmungen wesentlich abweichen oder für die es keine allgemein anerkannte Regel der Technik gibt.
- **Kombination Zulassung/ Bauartgenehmigung (abZ+aBG)**
Mittlerweile erteilt das DIBt auch eine Kombination aus Zulassung und Bauartgenehmigung in einem Dokument.
Im ersten Teil des Dokumentes wird das Bauprodukt über die Beschreibung der Zusammensetzung und Konstruktion geregelt. Anforderungen an die Eigen- bzw. Fremdüberwachung sowie die Kennzeichnung sind ebenfalls enthalten.
Im zweiten des Dokumentes werden Festlegungen für die Planung, Bemessung, Ausführung bis hin zur Nutzung und Wartung getroffen. Ebenso wird das Zusammenfügen des Bauproduktes in die Bauart durch die ausführende Stelle durch eine Übereinstimmungserklärung dokumentiert.

In der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen werden insbesondere in den Teilen C und D Regelungen zu der Verwendbarkeit von Bauprodukten und Bauarten aufgeführt.

- Teil C enthält Regelungen für die Verwendung von Bauprodukten die nicht die CE Kennzeichnung nach der Bauproduktenverordnung tragen. Weiterhin werden Festlegungen zu Bauprodukten und Bauarten getroffen, für die ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis vorgesehen ist.
- Teil D enthält Informationen zu Bauprodukten, für die kein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis erforderlich ist. Ferner enthält dieser Teil Regelungen zu freiwilligen Herstellerangaben in Bezug auf wesentliche Merkmale harmonisierter Bauprodukte, die nicht von der CE-Kennzeichnung der zugrundeliegenden technischen Spezifikation erfasst sind.

Die Regelungen der Musterbauordnung und in Ergänzung durch die Musterverwaltungsvorschrift für nationale und europäische Bauprodukte sowie Bauarten und Bausätze sind in folgender Abbildung gegenübergestellt:

Bauarten und Bauprodukte/Bausätze gemäß MVV TB			
Bauarten – 3. Teil MBO Bauarten ist das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen § 16a MBO Anwendbarkeit der Bauart		Bauprodukte – 4. Teil M § 16 b MBO - Allg. Anforderungen für die Verwendung von Bauprodukten	
		Bauprodukte und Bausätze mit CE-Kennzeichnung - § 16 c MBO Bauprodukt ist verwendbar, wenn die erklärten Leistungen den Bauwerksanforderungen (MBO / VwV TB) entsprechen	Nationale Bauprodukte §§ 17 - 25 MBO „Geregelte Bauprodukte“ „Nicht geregelte Bauprodukte“
„Geregelte Bauarten“	„Nicht geregelte Bauarten“	Bauprodukt/Bausatz entspricht hEN oder EAD/ETA	Bauprodukt in Übereinstimmung mit technischer Regel / technischen Baubestimmung Bauprodukt abweichend von techn. Regel bzw. Baubestimmung bzw. ohne techn. Regel
Bauarten in Übereinstimmung mit einer technischen Regel bzw. technischen Baubestimmung z.B. nach DIN 4102-4	Bauarten abweichend von technischer Regel bzw. Baubestimmung VwV TB C4 aBG, abP, vBG	Hersteller erstellt Leistungserklärung (DoP) mit Angabe mind. einer Leistung bezogen auf ein wesentliches Merkmal der hEN/EAD; werden weitere wesentliche Merkmale nicht erklärt, müssen diese als NPd (No Performance Determined) deklariert werden.	VwV TB C2 kein Verwendbarkeitsnachweis VwV TB C3 abZ, abP, ZIE
Übereinstimmungsbestätigung durch den Anwender / Errichter gemäß § 16a Abs. 5 MBO		<ul style="list-style-type: none"> • Nachweis von zus. Leistungen durch freiwillige technische Dokumentation gem. VwV TB D3 • ggf. zusätzliche Anwendungsregeln nach VwV TB [ehem. LTB II] 	Übereinstimmungserklärung durch den Hersteller Ü-Zeichen

Abbildung 1: Bauarten und Bauprodukte gemäß MVV TB, Stand 12/2018, INFORMATIONSDIENST HOLZ Holzbau Handbuch Reihe 3, Teil 5, Folge 1 «Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen», nach Krause- Czeranka

2.4. Abweichungen

Hinsichtlich der unterschiedlichen Arten von möglichen Abweichungen im Rahmen des Bauordnungsrechts, besteht in der Praxis häufig Unklarheiten, wie eine Abweichung im bauaufsichtlichen Sinne korrekt einzuordnen ist. Die korrekte Einordnung der Art der Abweichung ist aber entscheidend für die weitere Nachweisführung im bauaufsichtlichen Verfahren. Die folgende Übersicht stellt die verschiedenen Verfahren gegenüber.

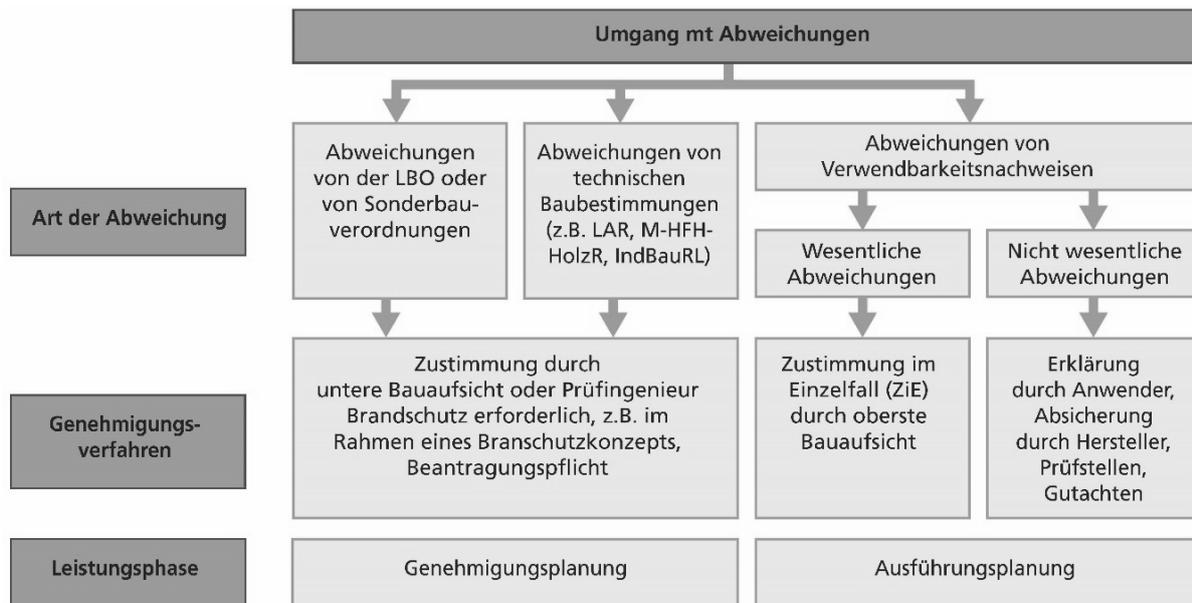


Abbildung 2: Umgang mit Abweichungen im bauaufsichtlichen Verfahren, INFORMATIONSDIENST HOLZ Holzbau Handbuch Reihe 3, Teil 5, Folge 1 «Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen», Prof. Dirk Kruse

Die entscheidende Frage bei dem zuvor dargestellten Prozedere ist: handelt es sich um eine wesentliche Abweichung, ja oder nein? Sie bestimmt den Aufwand in der Ausführungsplanung.

Für die Anforderungen an den Brandschutz ist eine nicht wesentliche Abweichung von den im Verwendbarkeitsnachweis zugesicherten Eigenschaften der Konstruktion derart charakterisiert, dass durch sie die Feuerwiderstandsfähigkeit der Konstruktion nicht negativ beeinflusst wird. Diese Beurteilung sollte i.d.R. durch einen Brandschutzexperten vorgenommen und durch den Ausführenden bestätigt werden. Letzterer trägt die Verantwortung.

3. Geregelt Anwendungen

Im Geschosswohnungsbau werden ab der Gebäudeklassen 3 zunehmend Holztafelbauwände mit Massivholzdecken in der Anwendung kombiniert. Damit befindet man sich aktuell in den meisten Bundesländern schon im Bereich der Abweichung von der aktuellen technischen Baubestimmung, der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFH-HolzR (2004). Eine Anpassung an den Stand der Technik im Holzbau und die Erfordernisse der planenden und ausführenden Praxis ist notwendig und aktuell in Gange.

3.1. Holztafelbau

Üblicherweise werden im Holztafelbau insbesondere Außenwände als Einzelelemente beidseitig geschlossen vorgefertigt und vor Ort montiert. Hierzu gibt es folgende Regelung in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB).

Übereinstimmungserklärung (ÜZ)

Lfd. Nr.	Bauprodukt	Technische Regeln /Ausgabe	Übereinstimmungs- bestätigung
C 2.3.1.4	Beidseitig bekleidete oder beplankte nicht geklebte Wand-, Decken- und Dachelemente, z. B. Tafel-elemente für Holzhäuser in Tafelbauart	DIN 1052:2008-12 und DIN 1052/Berichtigung 1:2010-05 Zusätzlich gilt sinngemäß: Richtlinie für die Überwachung von Wand-, Decken- und Dachtafeln für Holzhäuser in Tafelbauart nach DIN 1052 Teil 1 bis Teil 3 (1992-06) Je nach Bauprodukt gilt: DIN 4102-4:1994-03, DIN 4102-4/A1:2004-11 und DIN 4102-22:2004-11 In Verbindung mit Anlage 0.1.1	ÜZ, gilt auch für Nichtserienfertigung

Abbildung 3: Auszug aus der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen MVV TB: 08-2017, Teil C 2.3.1.4

Europäisch Technischen Bewertung (ETA, European Technical Assessment):

Für Bauprodukte mit CE- Kennzeichnung finden sich die Regelungen im §16 c MBO

Eine ETA basiert auf der Bauproduktenverordnung (BauPVO) und wird für Bauprodukte durch eine technische Bewertungsstelle (TAB, Technical Assessment Body, in Deutschland: DIBt) erstellt, die nicht oder nicht vollständig von einer harmonisierten Produktnorm (hEN) erfasst sind. Die Einhaltung einer ETA wird wie eine harmonisierte Produktnorm mit einer CE-Kennzeichnung und einer Leistungserklärung (DoP) dokumentiert. Die Grundlage einer ETA ist eine EAD (European Assessment Document), Europäisches Bewertungsdokument. Dieses gilt erst, wenn es im Europäischen Amtsblatt erschienen ist. Auf der Internetseite der EOTA (European Organisation for Technical Assessment) können die veröffentlichten EAD's eingesehen werden.

ETA's erfüllen nicht grundsätzlich die nationalen Anforderungen nach den Landesbauordnungen (LBO) und den zugehörigen Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB). In eine ETA können aber länderspezifische Leistungsmerkmale aufgenommen werden, um die nationalen Bauwerksanforderungen zu erfüllen. Bei ETA's ist daher immer ein Abgleich zwischen der ausgewiesenen Leistung und der nationalen Anforderungen notwendig.

3.2. Anforderungen an den Brandschutz

Zusätzlich sind nach der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHolzR (2004) konstruktive Anforderungen an das Bauprodukt der gekapselten Holztafelbauweise (K260) zu stellen.

C 3.21	Hochfeuerhemmende Bauteile, deren tragende, aussteifende und raumabschließende Teile aus Holz oder Holzwerkstoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen haben	für die Anforderungen des Brandschutzes: Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise - HFH HolzR (2004-07) unter Beachtung von A 2.2.4 für den Schallschutz: DIN EN ISO 10140-1:2014-09, DIN EN ISO 10140-2, -4:2010-12, DIN EN ISO 10140-3:2015-11, DIN EN ISO 10140-5:2014-09, DIN EN ISO 717-1, -2:2013-06 für die Absturzsicherung: ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ (1985-06)	ÜZ
--------	--	---	----

Abbildung 4: Auszug aus der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen MVV TB: 08-2017, Teil C 3.21

4. Weitere Entwicklung

In Bezug auf die zuvor genannten Regelungen wurde eine Weiterentwicklung und Fortschreibung in den entsprechenden Normungsgremien und bauaufsichtlichen Gremien angestoßen, so dass für 2020 mit wesentlichen Neuerungen gerechnet werden darf.

4.1. Entwurf der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile in Holzbauweise für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 – M-HolzbauRI

Der Entwurf wurde im Mai 2019 veröffentlicht und hat in der breiten Fachöffentlichkeit große Resonanz hervorgerufen. Gegenwärtig werden die zahlreichen Stellungnahmen bearbeitet und für eine in 2020 neuerscheinende Fassung durch die Projektgruppe Brandschutz der ARGEbau bearbeitet.

Bereits jetzt darf man davon ausgehen, dass man sich bei Erarbeitung des zukünftigen Regelwerks an den Möglichkeiten der Landesbauordnungen Berlin und Baden-Württemberg sowie der aktuell laufenden Forschungsprojekte TIMpuls Holzbaurichtlinie Baden-Württemberg sowie NaWaRo – Dämmstoffe (FNR) orientiert, um bestmöglich den Stand der Technik im Holzbau 2020 abzubilden.

5. Literatur

- [1] Braunschweiger Brandschutz- Tage 2019, Tagungsband, Heft 235
- [2] Gütegemeinschaft Holzbau Ausbau Dachbau e.V.: Erläuterung zum Bauprodukt nach MVV TB, Teil C, Lfd. NR. C 2.3.1.4 «Beidseitig bekleidete oder beplankte nicht geklebte Wand-, Decken- und Dachelemente, z. B. Tafелеlemente für Holzhäuser in Tafelbauart», <https://www.ghad.de/>
- [3] Gütegemeinschaft Trockenbau e.V. Merkblatt 01/ 3. Komplett überarbeitete Neuauflage
- [4] <https://www.feuertrutz.de/richtiger-umgang-mit-verwendbarkeitsnachweisen-und-abweichunge/150/25277/>
- [5] INFORMATIONSDIENST HOLZ Holzbau Handbuch Reihe 3, Teil 5, Folge 1 «Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen»: <https://informationsdienst-holz.de/publikationen/>
- [6] INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial «Baustoffe für den konstruktiven Holzbau» <https://informationsdienst-holz.de/publikationen/>
- [7] Lagebericht 2018 von Holzbau Deutschland: https://www.holzbau-deutschland.de/aktuelles/lagebericht_und_statistiken/
- [8] Mikado plus, Themenmagazin für Zimmermeister Juli 2019 «Baurechtskonformes Planen und Bauen in Holz – So geht's richtig»
- [9] Musterbauordnung MBO mit Änderungen vom 13.05.2016: <https://www.bauministerkonferenz.de>

Leitdetails für Konstruktionen in Holzbauweise in den Gebäudeklassen 4 und 5 gemäß der LBO BW (HolzbauRLBW)

Prof. Ludger Dederich
Hochschule Rottenburg
Rottenburg/Neckar, Deutschland

zusammen mit dem Hauptautor
Patrick Sudhoff, HS Magdeburg Stendal/HS Rottenburg

sowie
Elisabeth Suttner, TU München
Prof. Dr.-Ing. Björn Kampmeier, HS Magdeburg Stendal
Dr.-Ing. Norman Werther, TU München
Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, TU München



Leitdetails für Konstruktionen in Holzbauweise in den Gebäudeklassen 4 und 5 gemäß der LBO BW (HolzbauRLBW)

1. Einleitung

Mit dem aktuell laufenden und 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)» wird unter anderem der Fragestellung zum Einfluss von Bauteil- und Elementfugen einschließlich Durchdringungen haustechnischer Installationen zum Feuerwiderstand von Holzbaukonstruktionen im mehrgeschossigen Bauen nachgegangen. Gemeinsam werden durch die Hochschule Rottenburg, die TU München und die HS Magdeburg-Stendal praxisübliche Bauteilanschlüsse hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit im Sinne der Landesbauordnung Baden-Württemberg (LBO-BW) bewertet, ggf. weiterentwickelt und zu Ausführungsempfehlungen zusammengefasst. In dem Forschungsvorhaben werden hierzu nationale und internationale Forschungsergebnisse aus Brandversuchen ausgewertet sowie Konstruktionen und Anschlüsse analytisch und mittels Brandversuchen untersucht [1].

Durch die Herstellung z.T. ohnehin baupraktisch notwendiger, luftdichter Ebenen, der Dämmung von Hohlräumen und dem Verschluss von Fugen durch z.B. eine Verspachtelung, kann die Übertragung von Feuer und Rauchgasen in andere Nutzungseinheiten wirksam unterbunden werden, was sich aus experimentellen Untersuchungen ableiten lässt [2]. Für die Vermeidung von konvektiven Strömungen ist zudem sicherzustellen, dass die luftdichte Ebene im Brandfall entweder in einem thermisch nicht beanspruchten Bereich liegt oder eine ausreichend lange Beständigkeit gegenüber Temperaturbeanspruchungen aus dem Brandraum aufweist bzw. entsprechende Dämmschichten in Bauteilzwischenräumen einen ausreichenden Strömungswiderstand gegenüber konvektiven Strömungen besitzen. Der Fokus der Untersuchungen innerhalb des Forschungsvorhabens liegt auf der Übertragung und Einhaltung bereits vorhandener Prüf- und Beurteilungskriterien nach DIN EN 13501-2 und DIN 4102-2 zum Raumabschluss (E), Isolation (I) und Rauchdurchtritt von flächigen Bauteilen auf die Fuge.

Ergänzend zu den normativen Kriterien soll innerhalb des Projektes die Qualität der Bauteil- und Elementfugen auch im Hinblick auf den Durchtritt von Rauchgasen messtechnisch erfasst werden. Derzeit erfolgt dies innerhalb der Prüfmethodik nach DIN 4102-2 für die raumabschließende Funktion der Fläche rein optisch. Für die quantitative Beurteilung des Rauchdurchtritts in Form eines Leckagestroms oder einer Beurteilung der Toxizität, insbesondere durch die Anschlussfuge, liegen bereits unterschiedliche Ansätze im Rahmen von vorangegangenen Forschungsarbeiten vor. So wurden in [3] mittels eines Rauchauffangkastens und weiterer Analytik bereits erste Untersuchungen bzgl. des Rauchdurchtritts von Wand-Anschlüssen bekleideter Holztafelbauelemente durchgeführt. Die Ansätze zur Messung der optischen Dichte und Rauchgaskonzentration werden dabei nachfolgend um das Konzept einer direkten Volumenstrommessung erweitert und kombiniert.

Mittels dieser Ansätze können unterschiedliche Variationen von Bauteilfügungen in Holzbauweise mit mineralischen Bauweisen bezüglich der Anforderungen des kürzlich überarbeiteten § 26 (3) LBO-BW verglichen werden [4]. Die normativen Kriterien zum Nachweis der Anforderungen hinsichtlich einer Begrenzung des Durchtritts von Feuer und Rauch werden so ergänzend und die Fügungen weiterführend bewertet. Die Ergebnisse der Versuche fließen in einen im Rahmen des Projektes zu erstellenden Konstruktionsdetailkatalog ein, der Leitdetails zur Ausführung von Bauteil- und Elementfugen im Sinne der Landesbauordnung Baden-Württemberg enthält.

2. Bauordnungsrechtliche Grundlagen und Beurteilung von Leistungskriterien

Die allgemeinen brandschutztechnischen Anforderungen an bauliche Anlagen ergeben sich aus § 15 der LBO-BW [4] bzw. § 14 der Musterbauordnung [5]. Demnach sind bauliche Anlagen «so anzuordnen, zu erreichen, zu ändern und instand zu halten, dass

- der Entstehung eines Brandes und
- der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und
- bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren
- sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.»

Aus diesen Vorgaben ergeben sich unter anderem Anforderungen an die Brennbarkeit der Baustoffe, die Feuerwiderstandsdauer der Konstruktion, einschließlich der Begrenzung der Feuer- und Rauchausbreitung auf definierte Bereiche, die (Rauch-) Dichtigkeit und den Feuerwiderstand der Verschlüsse von Öffnungen sowie die Anordnung, Lage und Gestaltung von Rettungswegen.

Die Einteilung der konkreten Anforderung an die Feuerwiderstandsfähigkeit von tragenden und raumabschließenden Bauteilen resultiert in Deutschland im Wesentlichen aus der Gebäudehöhe sowie der Größe der Nutzungseinheiten. Gemäß der derzeitigen Musterbauordnung dürfen in Gebäudeklasse 4 (Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m²) nur hochfeuerhemmende Bauteile aus im Wesentlichen nichtbrennbaren Baustoffen (F60-AB) oder brennbaren Baustoffen mit einer brandschutztechnischen Bekleidung (K₂60) gemäß der aktuellen M-HFHolzR verwendet werden [6]. Die Gebäudeklasse 5 erfordert gemäß LBO-BW bzw. MBO feuerbeständige Bauteile, «die im Wesentlichen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen (F90 AB) und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen haben müssen.» [4], [5]

Die ursprüngliche Formulierung der LBO-BW 2015, in der neben der Erfüllung der Feuerwiderstandsfähigkeit ein absoluter Ausschluss des Durchtritts von Feuer und Rauch gefordert wurde, führte aus technischer und juristischer Sichtweise zu einer schwierigen Interpretation, sodass eine Überarbeitung erforderlich wurde [7]. So lautet die neue Formulierung gemäß dem Gesetz zur Änderung der Landesbauordnung für Baden-Württemberg vom 18.07.2019:

«Abweichend [...] sind tragende oder aussteifende sowie raumabschließende Bauteile, die hochfeuerhemmend oder feuerbeständig sein müssen, aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn die hinsichtlich der Standsicherheit und des Raumabschlusses geforderte Feuerwiderstandsfähigkeit nachgewiesen und die Bauteile und ihre Anschlüsse ausreichend lang widerstandsfähig gegen die Brandausbreitung sind.» [8]

Hiermit ergibt sich insbesondere eine Übertragbarkeit der raumabschließenden Anforderungen von flächigen Bauteilen gemäß § 27 LBO-BW auf die Element- und Bauteilfugen, womit ein Nachweis anhand bisherigen Prüfverfahren für die Einhaltung des Raumabschlusses möglich ist.

Die raumabschließende Funktion von Bauteilen kann in Kombination mit der Isolation als ein maßgebliches Kriterium zur Verhinderung des Durchtritts von Feuer und Rauch angesehen werden. So gibt es in Deutschland aktuell zwei zugelassene Prüfverfahren zur Beurteilung der Widerstandsfähigkeit von Bauteilen gegenüber Feuer und Rauch. Die DIN EN 13501-2 bzw. DIN EN 1363-1 sieht eine Beurteilung der Leistungsparameter Tragfähigkeit (R), Raumabschluss (E) und Isolation (I) vor. Weiterhin existieren unter anderem Prüfkriterien zur Fähigkeit, Stoßbeanspruchungen zu widerstehen (M) sowie eine Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (S) im Sinne von Rauchschutztüren bzw. Feuerschutzabschlüssen [9], [10]:

Kriterium Tragfähigkeit (DIN EN: R Resistance):

- tragende Bauteile dürfen unter der geforderten Prüflast nicht zusammenbrechen

- Einhaltung einer maximal zulässigen Verformung oder Verformungsgeschwindigkeit statisch bestimmt gelagerter Bauteile

Kriterium Wärmedämmung (DIN EN: I Isolation):

- Temperaturerhöhung max. 180 K je Einzelmessstelle / 140 K im Mittel

Kriterium Raumabschluss (DIN EN: E Étanchéité):

- Durchtritt unwesentlicher Mengen an Flammen oder heißer Gase, die nicht zur Ausbreitung des Brandes auf der vom Feuer abgewandten Seite beitragen
- Prüfung der Entzündung eines Wattebausches durch Heißgase oder Flammenbildung
- Prüfung auf Spalte und Öffnungen, die über bestimmte Abmessungen hinausgehen (mittels Spaltlehren)

Kriterium Rauchdichtheit (DIN EN: S –Smoke):

- Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckagerate) bei Umgebungstemperatur und 200°C; als Prüfung bei Rauchschutztüren und als Zusatzanforderung auch bei Feuerschutzabschlüssen und Lüftungsleitungen einschließlich Klappen

Als Prüfkriterien werden gemäß DIN EN 13501–2 dabei die Versagensmerkmale «Spalt-/Rissbildung», «Entzündung eines Wattebausches» bzw. dauernde Entflammung auf der feuerabgewandten Seite» verwendet. Hierbei soll festgestellt werden, ob Heißgase durch mögliche Einrisse im Prüfkörper auf der feuerabgewandten Seite in signifikanter Menge auftreten. Der Raumabschluss gilt als nicht mehr gewahrt, wenn entweder

- der Wattebausch entzündet wird, d.h. er entflammt oder glimmt, oder
- die 6 mm bzw. 25 mm–Spaltlehren in Spalten entlanggeführt werden bzw. durch Spalten bis in den Prüfofen hineingeführt werden können.
- eine andauernde Flammenbildung auf der feuerabgewandten Seite auftritt [9].

Mit den dargestellten Methoden werden die Beschädigungen des Bauteils infolge der Temperaturbeaufschlagung erfasst. Zudem lässt sich in Feuerwiderstandsprüfungen an raumabschließenden Bauteilen ein Rauchaustritt an der brandabgewandten Seite optisch registrieren. Jedoch fordert nur die Prüfung nach DIN 4102–2 eine Beobachtung und Bewertung des Maßes der Rauchentwicklungen während des Versuchs [11]. Eine quantitative Beurteilung des Rauchdurchtritts in Form eines Leckagestroms oder einer Messung der Leitkomponenten im Brandrauch sind derzeit kein Bestandteil der durchgeführten Prüfverfahren. Ausnahme bildet hier nur die Beurteilung des Leckagestroms, an Feuerschutzabschlüssen bei Umgebungstemperatur und bei 200°C, wie bereits oben aufgeführt.

Die zentrale Nachweisführung der innerhalb des Forschungsvorhabens HolzbauRLBW geplanten Brandversuche besteht darin, geeignete baupraktische Bauteilanschlüsse in Holzbauweise zusammenzustellen, welche die Anforderungen gemäß § 26 (3) LBO–BW erfüllen. Dabei sollen die Übertragbarkeit der bisherigen Anforderungen hinsichtlich des Raumabschluss und der Isolation vom Bauteil auf die Bauteilfuge nachgewiesen werden. Vor diesem Hintergrund soll im Folgenden ein erweitertes Analyseverfahren zur wissenschaftlichen Beurteilung des Leckagestroms vorgestellt werden, mit welchem eine vergleichende Beurteilung der bisherigen Prüfkriterien mit dem tatsächlichen Rauchdurchtritt der Fuge ermöglicht werden soll.

3. Stand der Forschung und Technik zur quantitativen Beurteilung des Rauchdurchtritts

Zur Prüfung des Durchtrittes von Feuer und Rauch durch raumabschließende Bauteile und deren Anschlüsse existiert abseits von Türen/Abschlüssen derzeit kein standardisiertes Messverfahren. Bisherige Forschungsarbeiten lieferten unterschiedliche Beurteilungsansätze, die nachfolgend anhand ihrer Vor- und Nachteile kurz erläutert werden. Die Prüfung erfolgte hierbei an Bauteilanschlüssen z.B. Wand-Decken-Anschlüssen, die zeitgleich einer Brandbeanspruchung in einem Prüfofen unterzogen wurden.

HOSSER, KAMPMEIER et al. entwickelten ein Messprinzip, indem die entstehenden Rauchgase in einem Rauchauffangkasten (20 cm x 20 cm) gesammelt und zusammen mit einem Strom aus Frischluft durch ein Rohr mit einer Extinktionsmessstrecke geleitet werden (siehe Abbildung 1). Durch eine Transmissionsmessung wird die optische Dichte des Mediums festgestellt. Ausgehend von Absorption und Streuung der Lichtstrahlen im Medium verringert sich die Intensität am entgegengesetzten Messpunkt mit zunehmender Trübung auf Grundlage des Beer-Lambertschen-Gesetzes [3]. Als Messinstrument wurde hierzu das Rauchdichtemessgerät MAURER ME 82 verwendet, welches ein nach DIN 50055 genormtes Messgerät zur Bestimmung der Rauchdichte darstellt [12]. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der genormten Messtechnik sowie einer verhältnismäßig einfachen Konstruktion. So wurde das Messprinzip bereits erfolgreich angewandt, um eine grundsätzliche Aussage bezüglich eines Leakagestromes durch Bauteilfugen zu treffen. Ein Nachteil der Messtechnik liegt in der Verfälschung der Transmissionsmessung durch z.B. Wasserdampf, der quantitativ nicht von einer Trübung durch Rauchgase unterschieden werden kann. Weiterhin kann mit dem Messverfahren kein direkter Leakagestrom bestimmt werden, sodass nur eine qualitative Aussage möglich ist. Da die optische Dichte der Rauchgase ebenfalls variabel ist, hängt das Ergebnis zudem vom Verbrennungsvorgang im Brandraum ab [7].

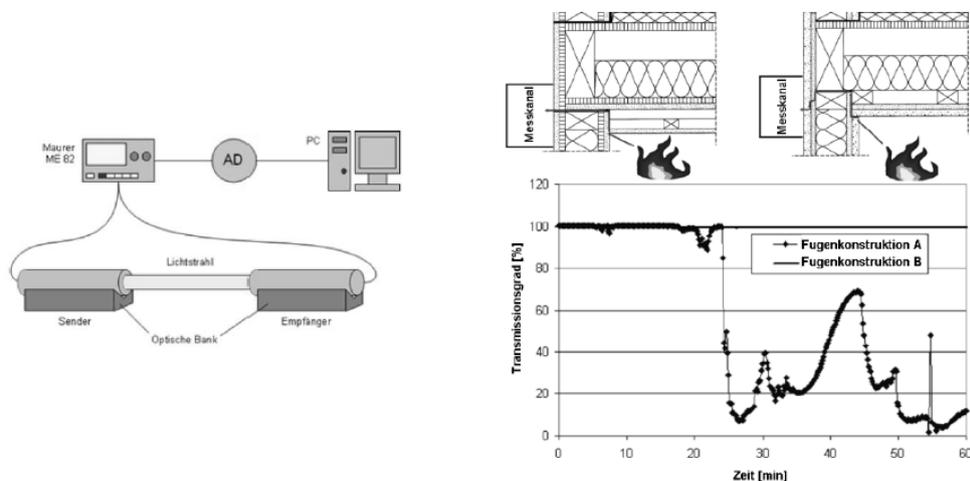


Abbildung 1: Prinzipskizze der Messtechnik sowie der Transmissionsmessung in einem an den Fugen angebrachten Messkanal [13], [3]

Ein anderes Messprinzip nach HOSSER et al., welches nach STEIN modifiziert wurde, basiert ebenfalls auf einem Rauchauffangkasten, der an der Bauteilfuge auf der feuerabgewandten Seite installiert wird (siehe Abbildung 2). Über eine Gasanalyse werden die Bestandteile der Brandgase im Ofen gemessen. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Konzentration über den Fugenverlauf nicht ändert. Anschließend werden die austretenden Gase unter Zuführung einer definierten Frischluftmenge (100 l/min) über einen Rauchauffangkasten einer erneuten Gasanalyse zugeführt. Über die Änderung der Gaskonzentrationen wird unter Berücksichtigung der Frischluftzufuhr aus dem Volumenstrom des Abgases auf die Leckagerate geschlossen [2].

Als Messtechnik werden mehrere Gasanalysatoren für O_2 , CO bzw. CO_2 verwendet, die für den Einsatz im Brandofen eine ausreichende thermische Beständigkeit aufweisen müssen. Der Vorteil des Messprinzips liegt in der indirekten Messung des Leakage-

stroms, womit die Leckage indirekt anhand der Massenerhaltungsgleichung als Volumen pro Zeiteinheit quantifiziert werden kann. Auch dieses Messprinzip wurde bereits in mehreren Forschungsarbeiten verwendet, wobei eine Verfälschung der Ergebnisse durch Wasserdampf im Gegensatz zum vorherigen Messprinzip vermieden wird. Dennoch handelt es sich um ein fehleranfälliges Verfahren, da abhängig von verwendetem Brennstoff (Öl/Gas) kein direkter Vergleich möglich ist. Weiterhin kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die Konzentration der aufgefangenen Gase durch Pyrolysevorgänge im Bauteil bzw. der Bauteilfuge verändert, womit die Massenerhaltungsgleichung nicht mehr erfüllt wäre.

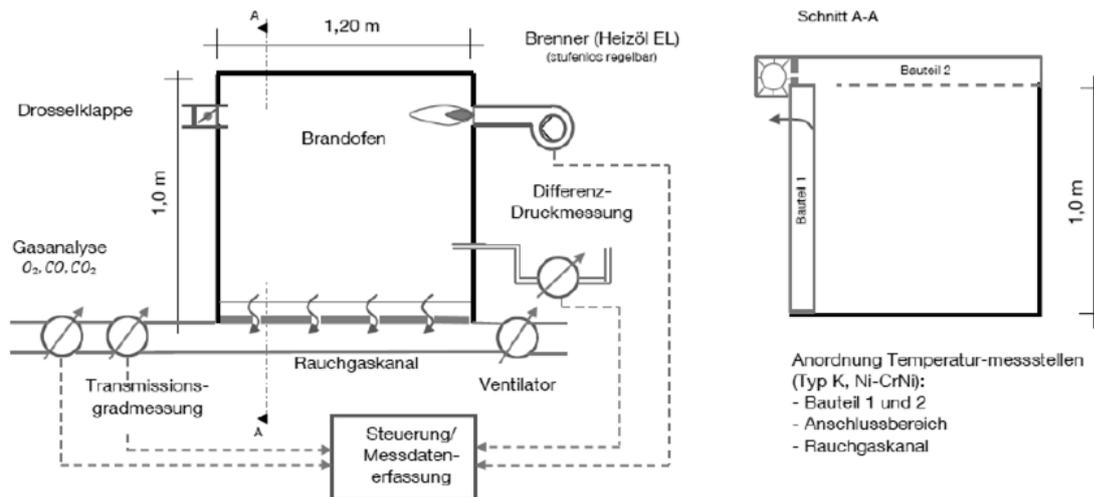


Abbildung 2: Prinzipskizze der Leckagestrombestimmung anhand Gasanalyse nach [2]

4. Messkonzept zur weiterführenden quantitativen Beurteilung des Lagestroms

Im Rahmen des Projektes HolzbauRLBW wurde ein weiterer Ansatz zur Beurteilung des Rauchdurchtritts durch Bauteilfugen entwickelt, der sich aus einer Optimierung bestehender Versuchsgrundlagen ergibt. Das Vorgehen besteht im Gegensatz zu den vorherigen Forschungsarbeiten in der direkten Bestimmung des Volumenstroms in Kombination mit einer Gasanalyse.

Für das Auffangen der Rauchgase wurde auf bereits bestehende Prinzipien zurückgegriffen. Ein Prototyp des Rauchauffangkastens (RAK) wurde zunächst aus Siebdruckplatten hergestellt, auf denen vorderseitig eine Plexiglasscheibe als Sichtfenster angebracht ist. Das Maß des Prototyps beträgt 200 mm x 200 mm x 950 mm. Die Siebdruckplatten sowie das Sichtfenster wurden untereinander mit hochtemperaturbeständigem Silikon abgedichtet. Die Dichtung zum Bauteilofen erfolgt über ein an der Innenseite angebrachtes Kamindichtband. Es ist vorgesehen den Prototyp nach erfolgreichen Testläufen durch eine geeignete Metallkonstruktion zu ersetzen. Zur Messung der normativen Kriterien werden Revisionsöffnungen vorgesehen, die während der gesamten Versuchsdauer einen Wattebauschttest an der Fuge ermöglichen.

An den RAK schließt sich ein Abzugsrohr mit variablem Nenndurchmesser DN an, in welchem die Rauchgase zunächst der Analytik zugeführt und anschließend über den Auslass abgeleitet werden. Für die Messung der Strömungsgeschwindigkeit und dem daraus resultierenden Volumenstrom ist eine Vor- und Nachlaufstrecke zur Ausbildung eines annähernd rotationssymmetrischen Strömungsprofils am Messpunkt erforderlich. Da für die Länge der Strecke keine allgemeingültigen Empfehlungen existieren, wurde zunächst ein Vorlauf gewählt, der dem 10-fachen (Rücklauf mind. 5-fachen) Rohrdurchmesser entspricht. Am Messpunkt werden Strömungsgeschwindigkeit sowie diverse Gasspezies mittels eines Kombimesegerätes bestimmt. Um einen etwaigen Überdruck im Messkanal zu registrieren, ist ein zusätzlicher piezoresistiver Drucksensor im RAK vorgesehen. Das Abzugsrohr wurde mit einem handelsüblichen Rauchrohr ausgeführt. In Abbildung 3 ist eine Zeichnung des derzeitigen Prototyps dargestellt.

Die Wahl der Rohrenweite stellt aus strömungsmechanischen Gründen einen für die Messung signifikanten Parameter dar. Die messtechnisch sinnvollen Rohrenweiten sollen daher im Folgenden auf Basis strömungsmechanischer Grundlagen bestimmt werden.

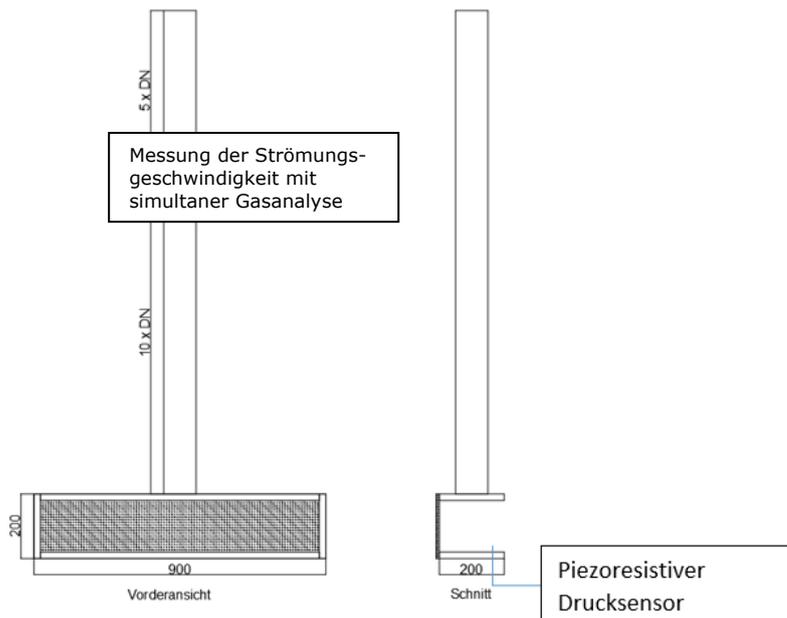


Abbildung 3: Detailzeichnung des RAK-Prototyps mit Position der Messtechnik

Die Messung der Strömungsgeschwindigkeit basiert auf dem Gesetz von Bernoulli. Mithilfe einer Staudruck-(Prandtl-)Sonde werden der Gesamtdruck (entgegen der Strömungsrichtung) und der statische Druck (senkrecht zur Strömungsrichtung) im Abgasrohr gemessen, aus deren Differenz der dynamische Druck (Staudruck) resultiert. [13]

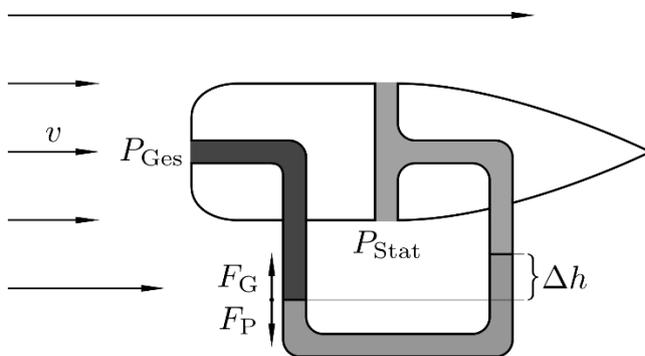


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer Prandtl-Sonde [14]

Durch den RAK wird ein freies Abströmen der über die Fuge austretenden Gase vermindert, sodass ein Strömungswiderstand entsteht. Dabei muss ein Rückstau der aufgefangenen Gase möglichst ausgeschlossen werden, um die Leakagestrommessung nicht zu verfälschen. Maßgeblich für den Rückstauereffekt im RAK und Abzugsrohr ist nicht der in Strömungsrichtung vorliegende dynamische Druck, sondern der Druckverlust Δp über die Rohrleitungslänge l . Die Strömung im Abzugsrohr resultiert einerseits auf dem Druckunterschied zwischen Ofen, RAK und Umgebung und andererseits auftriebsbehaftet aufgrund von Temperatur- bzw. Dichtegradienten. Im vorliegenden Fall liegt eine Expansionsströmung vor, deren Druck infolge von Reibungsverlusten in Strömungsrichtung abnimmt. Ist der Druckverlust zu hoch, so kommt es ggf. zu einer Druckerhöhung im Rauchauffangkasten, der die Leckrate signifikant beeinflusst. Der Messbereich sollte daher so gewählt werden, dass der Druckverlust im Rohr festzulegenden Überdruck gegenüber der Umgebung nicht überschreitet, da es ansonsten zu einem Rückstauereffekt kommen kann. Gleichzeitig kann das Abgasrohr nicht beliebig vergrößert werden, da sonst keine signifikanten Strömungsgeschwindigkeiten auftreten.

Für die Erprobungsversuche werden zwei Durchmesser vorgesehen, um die bei einem tatsächlichen Brandversuch aufkommenden Leckageströme untersuchen zu können:

- Rohrdurchmesser $d = 50$ mm, vorteilhaft aufgrund der niedrigen Mindestvolumenströme und geringem Messfehler, nachteilig aufgrund des möglicherweise schnellen Erreichens der oberen Messgrenze
- Rohrdurchmesser $d = 80$ mm als Kompromiss mit höherem Mindestvolumenstrom jedoch größerem Messbereich

Geringere Rohrdurchmesser werden aufgrund des Platzbedarfs der Messtechnik sowie einer weiteren Reduzierung des maximalen Volumenstroms nicht empfohlen. Sofern trotz der genannten Maßnahmen ein signifikanter Überdruck auf der brandabgewandten Seite gemessen wird, besteht eine weitere Option in der manuellen Regelung des Ofendrucks in Abhängigkeit des Drucks im RAK. Da hiermit ein Eingriff in die Ofensteuerung erfolgt, ist dies jedoch keine primäre Option. Der Druck erhöht sich damit nicht nur auf die Fuge, sondern auf die gesamte Bauteiloberfläche.

Für die Bestimmung des Volumenstroms sowie der Gaskonzentrationen wird ein Kombimessgerät aus der Emissionstechnik verwendet. Das Messgerät wird in vielen Bereichen bei Verbrennungsprozessen, sowie der Emissions- und Prozessgasüberwachung (u. a. von Schornsteinfegern) eingesetzt und ist durch die Filtertechnik und die Temperaturbeständigkeit bis 800 °C dementsprechend für Brandrauch deutlich besser geeignet als herkömmliche Multigas-Analysatoren [15]. In Rücksprache mit dem Hersteller ist ein Einsatz über zwei Stunden im Rahmen der Messbereiche ohne weiteres möglich, anschließend wird das Gerät mit Frischluft gespült um die Sensorik zu schonen. Als Leitkomponenten werden hierbei CO , CO_2 , O_2 mittels elektrochemischer Sensoren erfasst und parallel zum Leckagestrom aufgezeichnet. Somit können zum Leckagestrom einzelne Rauchgaskomponenten differenziert betrachtet werden. Zur Berücksichtigung der Abgasfeuchte ist ebenfalls ein Feuchtesensor vorgesehen. Neben der Gasanalytik ist das Gerät in der Lage, eine simultane Bestimmung des Volumenstroms über eine Kombi-Prandtl-Sonde durchzuführen. Die Sonde verfügt ebenfalls über ein Typ-K-Thermoelement, sodass der Volumenstrom unter Berücksichtigung der Abgasdichte bestimmt werden kann.

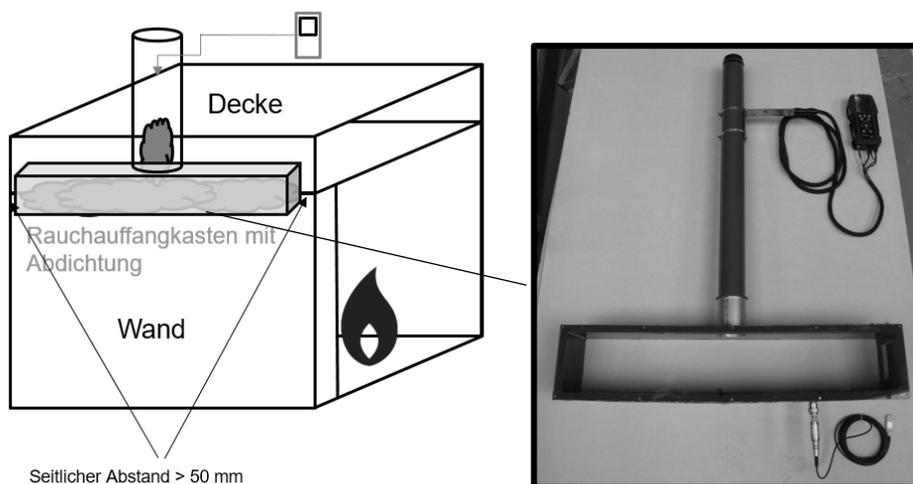


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus und aktueller Prototyp des RAK

In Abbildung 5 ist die schematische Darstellung der Anbringung des RAK am Bauteilofen sowie der derzeitige Prototyp abgebildet. Um Einflüsse im Randbereich des Probekörpers zu reduzieren, wurde ein seitlicher Abstand von 50 mm zum Rand des Bauteils auf jeder Seite eingehalten.

Für die Untersuchung der Feuerwiderstandsfähigkeit gemäß §26 (3) LBO-BW bzw. die Erbringung des Nachweises der Widerstandsfähigkeit gegen die Brandausbreitung im Hinblick auf Bauteil-, Element- und Installationsfugen sind im Rahmen des HolzbauR-LBW-Projektes mehrere Brandversuche von mind. 1 m x 1 m großen Wand- und Deckenbauteilen geplant. Der Versuchskatalog enthält eine Reihe von Anschlussdetails praxisrelevanter Bauteilfügungen in Holztafel- und Holzmassivbauweise auf Basis von

Verwendbarkeitsnachweisen bzw. technischen Regeln. Dabei werden sowohl bekleidete als auch unbekleidete Varianten betrachtet. Die Grundlage der Versuchsdurchführung bildet dabei die Reduzierung der Bauteilaufbauten auf die brandschutztechnisch notwendige Schicht, womit eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf eine Vielzahl von Variationen gewährleistet bleibt. Für die Ausbildung der Fügestellen werden unterschiedliche Dichtprinzipien wie Klebebänder/-schnüre, Schallschuttlager, Kompribänder oder Brandschutzmassen betrachtet. Durch den Versuchsaufbau ist davon auszugehen, dass die Brandversuche ein kritisches Szenario darstellen, da die relevante luft- bzw. rauchdichte Ebene im Vergleich zur späteren Ausführung näher an der brandzugewandten Seite liegt.

Der Nachweis gilt als erbracht, sofern der Anschluss selbst mindestens die Anforderungen der Feuerwiderstandsfähigkeit des flächigen Bauteils erfüllt [7]. Dabei sollen neben Holzbauteilen auch mineralische Bauweisen wie Stahlbeton- oder Trockenbauweisen vergleichend betrachtet werden. Der vorgestellte Rauchfangkasten liefert hierfür in Kombination mit der Messtechnik eine quantitative Bestimmung des Leckagestroms, die in Kombination mit einer Gasanalytik eine direkte Bestimmung der Volumen- bzw. Massenströme relevanter Rauchgaskomponenten ermöglicht.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Mit fortschreitender Novellierung der Bauordnungen hinsichtlich einer Öffnung zugunsten des mehrgeschossigen Holzbaus besteht ein zunehmender Bedarf hinsichtlich bauordnungsrechtlich konformer Konstruktionsdetails, welche die präskriptiven Anforderungen, insbesondere die Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilanschlüssen, erfüllen. Mehrere Bundesländer haben wie Baden-Württemberg bereits ähnliche Änderungen in den Landesbauordnungen eingeführt, welche die flächendeckende Anwendbarkeit von Holz als Baustoff in den Gebäudeklassen 4 und 5 ermöglicht. So sieht bspw. der aktuelle Entwurf der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile in Holzbauweise für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 – M-HolzbauRL eine Verwendung von Holzbauteilen aus Massivholz abseits der bisherigen brandschutztechnischen Bekleidung vor [16].

Trotz zügiger Novellierung der Bauordnungen fehlt es den Bauherren, Planern, Herstellern und Bauaufsichten weiterhin an praxisrelevanten Bauteilanschlüssen, welche die Anforderungen an Schall-, Wärme-, Feuchte- und Brandschutz erfüllen, sodass oftmals ressourcenintensive Einzelnachweise nötig sind. Durch die Versuchsdurchführung im Rahmen des HolzbauRLBW-Projektes soll daher eine Lücke zwischen den bauordnungsrechtlichen Vorgaben und der Umsetzung in der Praxis anhand eines entsprechenden Konstruktionskataloges geschlossen werden. Hierfür sollen relevante Anschlussarten jedoch zuvor mit anhand der Prüfkriterien sowie ergänzender Messtechnik hinsichtlich ihrer Verwendungsfähigkeit geprüft werden.

Mit dem vorliegenden Ansatz wird dabei ein neues Messkonzept vorgestellt, in dem strömungsdynamische Einflüsse auf die Messung selbst gezielt quantitativ betrachtet werden. Es kann damit rechnerisch nachgewiesen werden, dass der Rückstauereffekt durch einen Überdruck im Messsystem einen wichtigen Faktor darstellt, der bei der Auslegung der Messtechnik jedoch berücksichtigt werden kann. Dabei muss beachtet werden, dass es sich um ingenieurmäßige Überschlagsrechnungen handelt, die im Versuch bestätigt werden müssen. Die Messtechnik wird anhand von ausreichend Vorversuchen daher weiter optimiert, um eine zuverlässige Anwendbarkeit im Rahmen der Versuche zu gewährleisten [17].

Das Ziel der Versuchsplanung ist es, eine Vielzahl von relevanten Anschlusskonfigurationen bezüglich der Feuerwiderstandsfähigkeit zu untersuchen. Neben den erwähnten Prüfkriterien gemäß DIN EN 13501-2 bzw. DIN 4102-2 ist anhand des vorliegenden Messkonzeptes eine zusätzliche Messung der tatsächlichen Leckrate bei simultaner Bestimmung der Gaskonzentrationen im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchungen möglich. So können parallel zu den derzeitigen Prüfkriterien weitere Rückschlüsse auf das Verhalten der Bauteil- und Elementfugen im Hinblick auf den Durchtritt von Feuer und Rauch gezogen werden.

6. Literatur

- [1] Dederich, L., et. al.: Die Holzbaurichtlinie Baden-Württemberg – Auf dem Weg zu Standarddetails für den mehrgeschossigen Holzbau und andere ordnungsrechtliche Fragestellungen. Fachtagung Holzbau Baden-Württemberg, Stuttgart 2018.
- [2] Stein, R.: Zur Bewertung beeinflussender Faktoren auf Brandweiterleitungsmechanismen in Bauteilfugen vorgefertigter Holzbauelemente, Dissertation TU München 2015.
- [3] Hosser D., et. al.: Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz bei mehrgeschossigen Gebäuden in Holzbauweise, Stufe 2 (Bauteilversuche) und Stufe 3 (Empfehlungen). Abschlussbericht zur Stufe 2, TU Braunschweig, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Braunschweig 2000.
- [4] Landesbauordnung Baden-Württemberg (LBO BW) in der Fassung vom 05.03.2010, zuletzt geändert durch Gesetz vom 18.07.2019 (GBl. S. 313)
- [5] Musterbauordnung (MBO) in der Fassung November 2002, zuletzt geändert durch den Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016
- [6] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFH HolzR); Fassung 2004-07
- [7] Rüter, N.; Sudhoff, P.; Dederich, L.; Kammerer, E.; Werther, N.: Anforderung an die Rauchdichtigkeit von Holzbauteilen in den GK 4 und 5, Tagungsband 6. Magdeburger Brand und Explosionsschutztagung 2019.
- [8] Landtag von Baden-Württemberg: Gesetz zur Änderung der Landesbauordnung für Baden-Württemberg, Drucksache 16/6592, 19.07.2019
- [9] 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.
- [10] DIN EN 1363-1:2012-10: Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung.
- [11] DIN 4102-4:2016-05: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile.
- [12] DIN 50055:1989-03: Lichtmeßstrecke für Rauchentwicklungsprüfungen.
- [13] Surek D.; Stempin S.: Technische Strömungsmechanik (ISBN 978-3-658-06062-6). Springer Vieweg, Wiesbaden 2017.
- [14] Mathmon (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prandtlisches_Staurohr.svg), «Prandtlisches Staurohr», <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>; abgerufen am 31.07.2019
- [15] MRU Messgeräte für Rauchgase und Umweltschutz GmbH: MRU Optima 7 Multigas Analysator – Technisches Datenblatt, <https://www.mru.eu/fileadmin/medien/produkte/detailseite-pdf/DE-Prospekt-OPTIMA7.pdf>; abgerufen am 31.07.2019
- [16] Bauministerkonferenz (ARGEBAU), Fachkommission Bauaufsicht: Entwurf der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile in Holzbauweise für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 – M-HolzBauRL (Stand: 23.05.2019).

- [17] Sudhoff, P.; Suttner, E.; Werther, N.; Kampmeier, B; Beurteilung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilanschlüssen und Elementfugen im Rahmen des HolzbauRLBW-Projektes; Symposium 2019 Heißbemessung / Structural Fire Engineering, Braunschweig 2019.

Das Vorhaben HolzbauRLBW wird gefördert im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) – Innovation und Energiewende – Förderperiode 2014–2020 Programm in Baden–Württemberg 2014–2020 im Rahmen der Verwaltungsvorschrift Holz Innovativ Programm – HIP 2014–2020 des Ministerium Ländlicher Raum und Verbraucherschutz



Erfolgreiche Vergabe von Holzbauaufträgen im öffentlichen Bauen – Marktstudie zum öffentlichen Bauen mit Holz in Berlin

Denny Ohnesorge
Landesbeirat Holz Berlin-Brandenburg e.V.

Petzer Richter
Landesbeirat Holz Berlin-Brandenburg e.V.

Eike Roswag-Klinge, Vortragender
Natural Building Lab, Technische Universität Berlin
ZRS Architekten Ingenieure
Berlin, Deutschland

Katja Barthmuss
ZRS Architekten Ingenieure
Berlin, Deutschland

Andrea Klinge
ZRS Architekten Ingenieure
Berlin, Deutschland

Erfolgreiche Vergabe von Holzbauaufträgen im öffentlichen Bauen – Marktstudie zum öffentlichen Bauen mit Holz in Berlin

Die Marktstudie wurde vom Landesbeirat Holz Berlin-Brandenburg e.V. im Auftrag der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz erstellt.

1. Zusammenfassung

Das Land Berlin verfolgt das Ziel, seine Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen bis 2050 um mindestens 85 Prozent bezogen auf das Basisjahr 1990 zu reduzieren. Als eine der im Berliner Energie- und Klimaschutzprogramms (BEK) vom Berliner Senat beschlossenen Klimaschutzmaßnahmen soll der Baustoff Holz fortan in deutlich stärkerem Umfang als bisher insbesondere bei öffentlichen Bauvorhaben eingesetzt werden.

Die Stadt Berlin setzte mehrere Maßnahmen zur Förderung des Holzbaus in der Stadt um. Beispielsweise verbesserte die Novelle der Berliner Landesbauordnung im April 2018 die baurechtlichen Rahmenbedingungen für den Holzbau, insbesondere für mehrgeschossige Gebäude aus Holz. In der überarbeiteten «Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt» wird für bauliche Wettbewerbe für Gebäude zudem festgelegt, dass «die Möglichkeiten, Holz für die Baukonstruktion und tragenden Bauteile zu verwenden, zu prüfen sind. Nicht zuletzt wurden mehrere Bauvorhaben des Landes Berlin im Bereich Kita- und Schulneubau in Holzbauweise ausgeschrieben.

Das Interesse der Bauwirtschaft an diesen Objektbauten und konkreten Ausschreibungen in Holzbauweise war und ist groß, die Anzahl der abgegebenen Angebote, insbesondere aus der regionalen Bauwirtschaft, jedoch gering. Basierend auf den bisherigen Erfahrungen bei diesen baulichen Wettbewerben beauftragte die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK) die vorliegende Marktstudie. Es wurden die Branchenstruktur im Holzbau analysiert und Hemmnisse identifiziert und Handlungsempfehlungen für öffentliche Ausschreibungen in Holzbauweise ausgearbeitet.

Die Marktrecherche ergab grundsätzlich, dass die an der Befragung beteiligten Holzbauunternehmen in Europa, vorrangig im deutschsprachigen Raum wie der Rest der Bauwirtschaft aktuell gut beschäftigt sind. Die Produktionskapazitäten wirken jedoch nicht limitierend, die aktuell vom Land Berlin auf den Markt gebrachten und geplanten Projekte seien unproblematisch am Markt abzurufen. Problematisch ist die Gewinnung von Fachkräften und Subunternehmer am Berliner Markt, insbesondere bei Unternehmen, die aktuell noch keine regionalen Produktionskapazitäten haben. Die wesentlichen Handlungsempfehlungen richten sich an die ausschreibenden Stellen und betreffen zum Beispiel die für eine serielle Vorfertigung notwendige frühzeitige Einbindung von Holzbaukompetenz bereits in der Entwurfsphase. Gerade in einer konjunkturellen Hochphase der Bauwirtschaft ist es wichtig, Bieterfristen auszudehnen. Die Zulassung von Nebenangeboten, die Vergabe in kleineren Losen und die Ausschreibungen in Vergabeeinheiten würde eine Einbeziehung der regionalen Wirtschaft und den Wettbewerb insgesamt fördern.

Die wichtigsten Ergebnisse der Marktrecherche sind:

- Die Unternehmen bieten eine breite Palette an Holzbauweisen in Vorfertigung an. Die Mehrheit fertigt in 2D-Modulbauweise – z.B. Wand- und Deckenmodule. Allerdings werden nur von wenigen Unternehmen Raumzellenmodule ausgeführt.
- Die Leistungen werden durch die Mehrheit der Unternehmen je nach Projekt als Einzelgewerk und auch gewerkeübergreifend bis zum Raumabschluss angeboten.
- Als größte Hemmnisse an Ausschreibungen der öffentlichen Hand teilzunehmen wurden der hohe Aufwand zur Teilnahme am Vergabeverfahren, verbunden mit unzureichenden Ausschreibungsunterlagen, die Forderung einer Generalübernehmerschaft, kurze Bieterfristen und die Dauer des Zahlungseingangs genannt.

- Generalüber- bzw. -unternehmenshaftung birgt für kleinere, regionale Unternehmen außerhalb von Arbeitsgemeinschaften bei besonders großen Projekten meist ein zu hohes wirtschaftliches Risiko und erfordert eine sehr komplexe Abwicklung.
- Die erforderliche Vorlaufzeit zur Teilnahme an öffentlichen Ausschreibungen wird im Durchschnitt mit sechs bis acht Wochen angegeben.
- Die Qualität der Ausschreibungsunterlagen ist sehr unterschiedlich. Die Kompetenz im Holzbau auf Seiten der Planung, Architekten und Ingenieure sollte verbessert werden.
- BIM als interdisziplinäres Planungstool wird nur von einigen größeren Unternehmen verwendet. 3D-Planungstools sind verbreitet; für eine Zusammenarbeit wie bei BIM fehlt oft die Kompetenz und Akzeptanz der Projektpartner und Subunternehmer.

2. Hintergrund

Berlin will sich im nächsten Jahrzehnt zu einer klimaneutralen Stadt entwickeln und reagiert somit auf die Herausforderungen des Klimawandels. Im Berliner Energiewendegesetz¹ wurde als Ziel eine Reduktion der Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen bis 2050 um mindestens 85 Prozent bezogen auf das Basisjahr 1990 festgelegt. Zu den favorisierten Maßnahmen gehören die Reduktion des Primärenergieaufwandes, Reduktion des CO₂-Ausstoßes und die Steigerung der Ressourceneffizienz. Im Handlungsfeld «Gebäude und Stadtentwicklung» wurden im Jahr 2012 etwa 52 Prozent der Primärenergie, 59 Prozent der Endenergie und 49 Prozent der CO₂-Emissionen verursacht. Das daraufhin am 20. Juni 2017 vom Senat beschlossene Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm (BEK) wurde auf Grundlage wissenschaftlicher Empfehlungen und Ergebnissen einer breiten Öffentlichkeitsbeteiligung erarbeitet und mit Beginn der neuen Legislaturperiode aktualisiert. Es verfolgt einen integrierten Ansatz und enthält rund 100 Maßnahmen in den Bereichen Klimaschutz und der Anpassung an die Folgen des Klimawandels, jeweils für den Umsetzungszeitraum bis 2021 und den Entwicklungshorizont 2030. Als eine dieser Maßnahmen soll der Baustoff Holz fortan in deutlich stärkerem Umfang als bisher insbesondere bei öffentlichen Bauvorhaben eingesetzt werden.²

Im Holz wird Kohlendioxid als Kohlenstoff über die gesamte Nutzungsdauer der Produkte gebunden und kann nach der Erreichung der Lebensdauer des Produkts der Wiederverwertung oder der energetischen Verwertung zugeführt werden. Neben der Speicherung von Kohlenstoff substituieren Holzprodukte im Gebäudebereich andere energieintensive und teils knapper werdende Ressourcen wie Kies, Stahl oder erdölbasierte Kunststoffe. Warum es Sinn macht, auf Holzbau zu setzen zeigt ein Blick auf die Klimaschutzleistung der Holzverwendung, die im Wesentlichen auf drei Effekten beruht:

1. Speicherung von Kohlenstoff in Holzprodukten
2. Stoffliche Substitution energieintensiver Baumaterialien
3. Energetische Substitution fossiler Rohstoffe

Ein mehr an Holzbau leistet somit einen wesentlichen Beitrag zur Einsparung von Primärenergie und damit CO₂-Emissionen und hilft dem Land Berlin bei der Erreichung seiner Klimaschutzziele.

Auf Deutschland projiziert, entlastet die Holzverwendung in Verbindung mit der nachhaltigen Waldbewirtschaftung die Atmosphäre jährlich um etwa 127 Millionen Tonnen CO₂ und damit um rund 14 Prozent der gesamten CO₂-Emissionen Deutschlands (Abb. 1). In einem zwei-stöckigen Einfamilienhaus in Holzrahmenbauweise mit 100 Quadratmeter Wohnfläche werden etwa 21 Tonnen Holz verbaut.³ In einer Schule für 1.000 Schüler können je nach Bauweise zwischen 350 und 930 Tonnen Holz verbaut sein.

Nach einer Studie der Ruhr-Universität in Bochum können durch den Einsatz von Holz in der Konstruktion im Einfamilienhaus zwischen 35 und im Mehrfamilienhaus je nach Bauausführung 9 bis 48 Prozent der Treibhausgase gegenüber einer konventionellen Bauweise ersetzt werden⁴ (Abb. 2).



Abb. 1: Gesamter Kohlenstoffeffekt von Waldwirtschaft und Holzverwendung.
Quelle: BMEL, 2018



Abb. 2: Treibhausgas-Einsparpotentiale bei Verwendung von Holz in der Konstruktion im Ein- bzw. Mehrfamilienhausbau.

Quelle: Hafner et al. (2017)⁴

Neben dem Primärenergieverbrauch ist auch der Flächenverbrauch ein maßgebender Indikator für ökologische Nachhaltigkeit eines Gebäudes. Laut der Nachhaltigkeitsstrategie des Umweltbundesamtes soll die täglich neu bebaute Fläche durch Infrastruktur und Gebäude auf 30 Hektar pro Tag reduziert werden. Die Nachverdichtung von bestehenden Gebäuden durch Aufstockungen in Holzbauweise bei gleichzeitiger energetischer Sanierung des Bestandsgebäudes kann einen zusätzlichen Beitrag zu den Klimaneutralitätszielen leisten. Die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz möchte vor diesem Hintergrund gemeinsam mit Partnern aus der Holz- und Bauwirtschaft die Voraussetzungen schaffen, dass sich das nachhaltige Bauen mit Holz in Berlin stärker als bisher etabliert.⁵

3. Erste Maßnahmen für mehr Holzbau

Die Stadt Berlin unternahm bereits eine Reihe von Maßnahmen, um den Holzbau in der Stadt zu fördern. Der Senat initiierte seit 2015 mehrere Fachdialoge zum Thema «Nachhaltiger Holzbau». Eine Novelle der Berliner Landesbauordnung verbesserte im April 2018 die baurechtlichen Rahmenbedingungen für den Holzbau. Hemmnisse wurden abgebaut, um insbesondere mehrgeschossige Gebäude aus Holz künftig ohne aufwendige Einzelfallgenehmigungen der tragenden Bauteile realisieren zu können.

In der überarbeiteten «Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt»⁶ wird für bauliche Wettbewerbe für Gebäude unter anderem festgelegt, dass «die Möglichkeiten, Holz für die Baukonstruktion und tragenden Bauteile zu verwenden, ... zu prüfen [sind]. Sofern keine bauordnungsrechtlichen Vorschriften gegen die Verwendung von Holz sprechen und die technischen Eigenschaften gleichwertig eingehalten werden können, ist Holz bevorzugt zu verwenden.» Zudem sollen sich künftig öffentliche Bauvorhaben in Berlin einer Nachhaltigkeitsbewertung nach dem BNB-System (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen)⁷ unterziehen.

Mit großer Mehrheit stimmten die Abgeordneten des Berliner Abgeordnetenhauses am 21. März 2019 dem gemeinsamen Antrag der Fraktionen von SPD, Die Linke und Bündnis 90/Die Grünen «Nachhaltigkeit auf den Bau – Berlin baut mit Holz» für eine «Bauwende»⁸. «Holz als Baustoff berge ein erhebliches Potential zur Speicherung von Kohlendioxid und könne somit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten», heißt es hierin. Die vorher gesetzten Klimaziele und Maßnahmenvorschläge der Senatsverwaltung wurden somit noch einmal durch das Abgeordnetenhaus bestätigt.

Berlin benötigt bis 2030 durch die demographische Entwicklung und dem unerwartet hohen Zuzug rund 200.000 neue Wohnungen. Ein Wachsen der Bevölkerung hat auch ein Mehrbedarf an öffentlicher Infrastruktur zur Folge. Gewerbe- und Wohnflächen werden

dabei tendenziell in den Randbezirken errichtet. Die dazugehörige öffentliche Infrastruktur, wie Schulen, Kindertagesstätten und Verwaltungsgebäude werden in das Ballungszentrum ausgelagert.⁹

Die derzeitigen infrastrukturellen Herausforderungen und die Klimaziele haben zu mehreren Ausschreibungen durch den Berliner Senat geführt, die als Modellprojekte in Holzbauweise ausgeführt wurden oder werden sollen.

3.1. Berliner Schulbauoffensive

Der Sanierungsbedarf und die demographische Nachfrage an neuen Schulen hat zur «Berliner Schulbauoffensive» (BSO) vom 11.04.2017 geführt. In den nächsten 10 Jahren sollen bis zu 5,5 Milliarden Euro für Sanierung, Erweiterung und Neubau investiert werden. Als größter Bauherr des Stadtstaates will der Berliner Senat künftig vorangehen und bei Landesbauten wie Schulen, Kindergärten und Wohngebäuden verstärkt Holz einsetzen. Zu den Zielen zählt dabei die Stärkung des Nachhaltigkeitsaspekts und die Halbierung der Planungs- und Bauzeit (trockene Bauweise, vorgefertigte Holzmodule) bei den benötigten öffentlichen Einrichtungen. Der Berliner Senat möchte damit auch eine Vorreiterrolle im nachhaltigen Bauen einnehmen.

Insgesamt sollen bis ins Jahr 2021 bis zu 2,8 Milliarden Euro für den Schulneubau und Erweiterungen investiert werden. Geplant sind 60 Schulneubauten. Von diesen 60 Schulen sollen 10 in einem Modellvorhaben in Holzbauweise entstehen. Zwei Schulen befinden sich derzeit im Bau. Die «Integrierte Sekundarschule mit Sporthalle und Außenanlagen» in Berlin-Mahlsdorf feierte nach sechs Monaten Bauzeit am 27.02.2019 Richtfest.

3.2. Modulare Kitabauten

Berlin benötigt durch die demographische Entwicklung und den Rechtsanspruch auf einen Kitaplatz mehr Kapazitäten in der Vorschulbetreuung. Um der steigenden Nachfrage nach Kitaplätzen zu begegnen, wurde Ende 2017 das Schnellbauprogramm «MoKiB» (Modulare KitaBauten) initiiert. Im Rahmen eines Architekturwettbewerbs wurden vier Typenentwürfe zur Realisierung ausgewählt. Die vier Gebäudetypen, mit unterschiedlichen Platzkapazitäten, sollen in Elementbauweise in Holzkonstruktion errichtet werden. Jeder MoKiB-Typ soll dabei mehrfach gebaut werden. Im darauffolgenden ersten Ausschreibungsverfahren haben mehr als 30 Unternehmen Interesse signalisiert. Dabei konnten die ausgeschriebenen 27 Projekte in maximal 2 Lose aufgeteilt werden. Jedoch gab keines der Unternehmen ein Angebot ab. Es wurden von den Bauunternehmen das hohe Projektvolumen der Lose als einer von mehreren Gründen angegeben, sich nicht zu beteiligen. Insbesondere regionale Unternehmen aus Berlin und Brandenburg bemängelten die Losgröße. Daher wurde die Ausschreibung in 4 Losen erneut durchgeführt.

4. Zielsetzung

Basierend auf den Erfahrungen bei den baulichen Wettbewerben von öffentlichen Gebäuden in Holzbauweise beauftragte die Senatsverwaltung den Landesbeirat Holz Berlin-Brandenburg e.V. mit einer Marktstudie, in welcher die Hemmnisse bei öffentlichen Ausschreibungen in Holzbauweise analysiert und Handlungsempfehlungen ausgearbeitet wurden.

Die «Marktstudie zum öffentlichen Bauen mit Holz in Berlin» wurde im Zeitraum von November 2018 bis Mai 2019 mit Unterstützung der ZRS Architekten GvA mbH durchgeführt. Folgende Kernfragen wurden erörtert:

1. Welche Struktur hat die regionale Holzbauwirtschaft?
2. Welche Hemmnisse führten zur Zurückhaltung der Bauwirtschaft bei öffentlichen Ausschreibungen in Holzbauweise in Berlin?
3. Welche Handlungsempfehlungen an den Senat und ausschreibende Stellen können aus den Ergebnissen abgeleitet werden?

5. Methodik

Die Bearbeitung der Fragestellungen wurde in fünf Teilschritte durchgeführt:

1. Marktrecherche relevanter Unternehmen
2. Entwicklung eines Befragungskonzepts
3. Durchführung einer schriftlichen Befragung
4. Durchführung von Experteninterviews
5. Ableitung von Handlungsempfehlungen

Für die Marktstudie wurden Unternehmen aus Berlin-Brandenburger, dem restlichen Deutschland, Österreich und der Schweiz recherchiert, die im Holzbau und speziell im Objektbau tätig sind. Im Rahmen der schriftlichen Befragung wurde der Fragebogen direkt an 375 recherchierte Unternehmen per E-Mail versendet. Zusätzlich fand die Verteilung des Einladungs-Links zur Befragung über einschlägige Branchenverbände statt. An der Befragung konnte online oder auch schriftlich (per Fax oder Postversand) im Zeitraum vom 08.02.2019 bis 30.04.2019 teilgenommen werden. 57 Unternehmen beteiligten sich an der schriftlichen Befragung, davon neun aus der Region Berlin-Brandenburg. Anhand der Ergebnisse der schriftlichen Befragung wurden weiterführende Fragestellungen für weitere 20 Experteninterviews mit Berlin-Brandenburger sowie überregional tätiger Unternehmen abgeleitet und die 12 umsatzstärksten Unternehmen aus dem deutschsprachigen Raum und die acht umsatzstärksten Unternehmen aus Berlin-Brandenburg befragt. In den Interviews spielten Fragen zur Bauweise, Leistungstiefe und der Herausforderungen der Einbindung kleinerer regionaler Unternehmen eine besondere Rolle. So wurde bei einigen Bauvorhaben das Bauen mit Raumzellenmodulen präferiert. Die Leistungen sollen in der Regel in Generalübernehmer- (GÜ) oder einem Generalunternehmenschaft (GU) erbracht werden. Die Interviews sollten Erkenntnisse gesammelt, inwieweit auch andere Bauweisen die Anforderungen des Auftraggebers erfüllen können und ob die Generalübernehmer- bzw. -unternehmenschaft einen Bieterkreis anspricht, der groß genug ist, um die anstehenden Projekte vollumfänglich bedienen zu können. wichtig war dem Senat zu analysieren, welche Anforderungen Holzbauunternehmen der Region Berlin-Brandenburg haben.

6. Ergebnisse

6.1. Branchenstruktur

Holzbau hat in Süddeutschland eine lange Tradition. Deshalb verwundert es nicht, dass die Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg eine starke Holzbaubranche aufweisen. Bei einem Bevölkerungsanteil von etwa 30 Prozent weisen diese Bundesländer mit 36.000 fast die Hälfte aller Beschäftigten im Zimmereigewerbe Deutschlands auf. In Berlin und Brandenburg sind einem Bevölkerungsanteil von sieben Prozent hingegen nur drei Prozent der Beschäftigten des deutschen Zimmereigewerbes anzutreffen (Tab. 1).

Diese im deutschlandweiten Vergleich schwächere Holzbaustruktur in der Berlin-Brandenburger Region wird auch in den Ergebnissen der Befragung deutlich: Zehn der teilnehmenden Unternehmen gaben einen Jahresumsatz von mehr als 30 Millionen Euro an. Keines dieser Unternehmen hat seinen Stammsitz in Berlin-Brandenburg. Die befragten Berlin-Brandenburger Holzbauunternehmen liegen beim Umsatz bis auf wenige Ausnahmen im Bereich von bis zu fünf Millionen Euro Umsatz pro Jahr. Die Top 5 der befragten Unternehmen kommen im Mittel (Median) auf einen Umsatz von 350 Millionen Euro; die Top 10 immerhin noch von 53 Millionen Euro. Abgefragt wurde neben dem vorgenannten Gesamtumsatz auch der Umsatz speziell im Bereich Holzbau. Dabei zeigte sich, dass je kleiner das Unternehmen, umso höher war der Anteil des Umsatzes im Holzbau bzw. umso eher handelt es sich um einen klassischen Holzbaubetrieb.

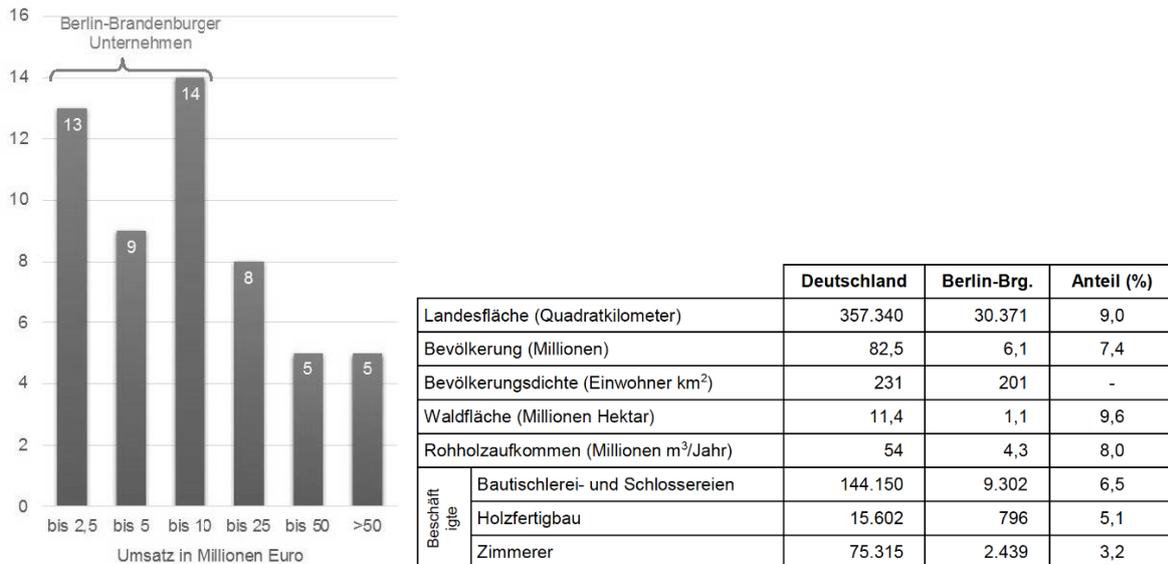


Abbildung. 3: Verteilung Unternehmen Tab. 1 Vergleich der Bundesländer Berlin und Brandenburg

Die Höhe des Umsatzes spielt natürlich eine besondere Rolle, wenn es um die Frage geht, bis zu welchem Projektvolumen je Bauvorhaben ein Unternehmen dieses allein realisieren kann und ab wann es ohne eine Kooperation (z.B. in Form einer Arbeitsgemeinschaft) ein zu hohes finanzielles Risiko für ein Einzelunternehmen ist.

Die regionalen Unternehmen gaben als maximales Projektvolumen bei Einzelbauvorhaben im Mittel von drei und maximal von fünf Millionen Euro an. Dahingegen gaben von den zehn umsatzstärksten Unternehmen der Befragung bis auf eine Ausnahme an, dass das maximale Projektvolumen bei bis zu 25 Millionen Euro liege. Fünf weitere Unternehmen gaben Projektvolumen bis 50 und drei von mehr als 50 Millionen Euro an.

Einschränkend ist an dieser Stelle zu bemerken, dass mehrere größere Unternehmen mit Standorten in Berlin-Brandenburg nicht an dieser Befragung teilgenommen haben, die als Bauteilzulieferer bis hin zu schlüsselfertigen Projekten tätig sind. Des Weiteren können aus o.g. Aussagen zum Umsatz und Projektvolumen nur bedingt Rückschlüsse auf das Potential dieser Unternehmen gezogen werden. Denn nicht berücksichtigt wurde, ob die Unternehmen Teil einer finanzstarken Unternehmensgruppe sind oder ob Bauvorhaben gegebenenfalls in Arbeitsgemeinschaften durchgeführt werden.

Eine weitere wichtige Kenngröße für das Potential eines Unternehmens sind die im Holzbau beschäftigten Mitarbeiter (Abb. 4). Die Mehrheit der befragten Unternehmen haben bis zu 50 Mitarbeiter im Holzbau. Im Rahmen durchgeführten Experten-Interviews und Workshops, gaben die Unternehmen an, dass nicht die Produktionskapazitäten im Holzbau ein begrenzender Faktor für die Beteiligung an größeren Projekten sei, sondern vielmehr die hohe Auslastung regionaler Subunternehmer im Bereich der Gründungsarbeiten und der Technischen Gebäudeausstattung sowie dem Innenausbau. Denn die meisten der befragten Unternehmen, die schlüsselfertige Bauten anbieten, kaufen die o.g. Leistungen bei Subunternehmern zu. Die insgesamt hohe Auftragslage in der Bauwirtschaft und der Mangel an gut ausgebildeten Fachkräften im Holzbau als auch bei den anderen Gewerken wurde als wesentliches Hemmnis für die Beteiligung an öffentlichen Ausschreibungen und für häufigen Zeitverzug bei den Bauvorhaben genannt.

Eckdaten	Gesamt-Jahresumsatz (Netto)	Holzbau-Jahresumsatz (Netto)	Mitarbeiter Gesamt	Mitarbeiter Holzbau	Max. Projektvolumen (Mio. Euro)		Anzahl Mehr gesch. Häuser pro Jahr	Vorlaufzeiten
					Einzel-auf-trag / Jahr	Rahmen-vertrag		
N	54	52	55	54	57	51	48	54
MW	99.990.000	15.640.000	96	59	3	4	9	5,4
Median	7.000.000	7.000.000	30	35	3	3	5	4,0
MW TOP5	987.000.000	88.000.000	761	336	6	5	11	8,0
MW TOP10	513.000.000	60.100.000	463	236	6	4	8	6,0
MW TOP20	276.260.000	38.060.000	252	140	5	4	10	6,0
MW Base20	1.930.000	1.650.000	16	12	2	3	9	6,0
Min	500.000	500.000	2	4	1	1	1	2,0
Max	4.000.000.000	190.000.000	1.350	750	7	7	50	12,0

Abbildung 4: Übersicht über die wichtigsten Strukturdaten der befragten Unternehmen

6.2. Auftragsschwerpunkte und Bauweisen

Auftragsschwerpunkte

Hinsichtlich der abgefragten Auftragsschwerpunkte, Bauweisen und angebotenen Leistungen sind die Unternehmen insgesamt breit aufgestellt. Jedes Unternehmen bietet mehrere Gebäudetypen an (Abb. 5) Dennoch kristallisierten sich Unternehmen heraus, die eher auf den Ein- und Zweifamilienhausbau (20 Unternehmen), eher auf den Geschosswohnungsbau (14 Unternehmen) oder auf Objekt- und Sonderbauten (fünf Unternehmen) spezialisiert sind.

Insgesamt 38 Unternehmen gaben die in dieser Studie besonders in den Fokus genommenen Kindertagesstätten und Schulen als einen Auftragsschwerpunkt an. In der Abfrage wurde nicht zwischen Kindertagesstätten und Schulen unterschieden. Jedoch gaben die umsatzstärkeren Unternehmen eher an, auch Schulgebäude bauen zu können, wohingegen die umsatzschwächeren Unternehmen eher im Bereich Ein- und zweigeschossiger Kitabauten bzw. Erweiterungsbauten tätig sind, deren Projektvolumen im niedrigen einstelligen Bereich liegen.

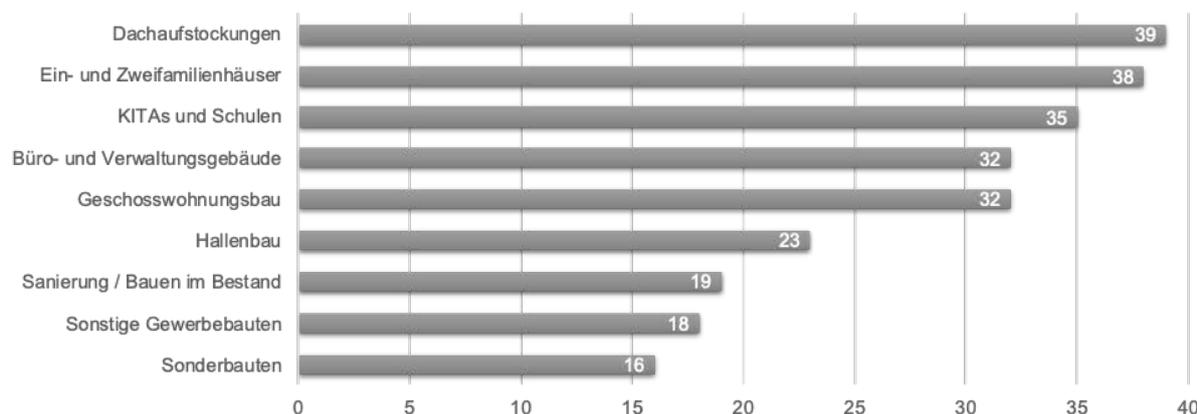


Abbildung 5: Auftragsschwerpunkte der befragten Unternehmen (Mehrfachnennungen möglich)

Bauweisen

Für das Land Berlin ist an der Holzbauweise neben der nachhaltigen Bauweise besonders attraktiv, dass die Gebäude seriell vorgefertigt werden können und damit eine kürzere Bauzeit als auch geringere Baustellenzeiten zu erwarten sind. Bei einigen Ausschreibungen (z.B. Marzahner Schule) wurden zudem Raumzellen vorgegeben. Daher war es für den Auftraggeber interessant zu erfahren, welche Unternehmen auf welche Bauweisen spezialisiert sind.

Zwei-Drittel der Unternehmen gaben an, grundsätzlich sowohl die Massivholz-, als auch die Holztafel- und Holzrahmenbauweise ausführen zu können (Abb. 6). Entscheidend sind

hier eher die Vorgaben des Auftraggebers als technische Restriktionen in den Holzbauunternehmen. Anders ist dies der Fall bei der Frage, ob die Unternehmen Raumzellenmodule anbieten. In den Gesprächen und Workshops zeigte sich, dass das Verständnis über die Modulbauweise innerhalb der Branche und auch zwischen Bauherrn und Bauausführenden nicht gleich ist. Die befragten Unternehmen verstehen unter der Modulbauweise nicht nur die Raumzellenmodule, sondern auch das Bauen mit sogenannten 2D-Modulen (z.B. Wand- und Deckenmodule). Die Modulbauweisen mit dem größten Vorfertigungsgrad ermöglichen einen Großteil der Montage in der witterungsgeschützten Halle und kurze Montagezeiten vor Ort.

Die Unternehmen, die jedoch tatsächlich Raumzellen anbieten, sind deutlich geringer als die in der Befragung angegebenen 19 Unternehmen. Ob ein Unternehmen Raumzellen anbieten, hängt letztendlich auch vom von der Größe des Bauvorhabens ab.

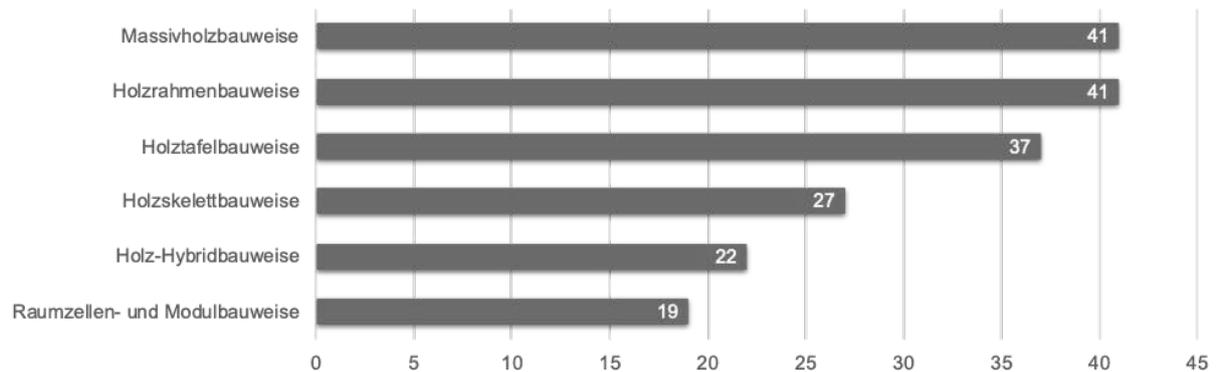


Abbildung 6: Von den Unternehmen durchführbare Bauweisen (Mehrfachnennungen möglich)

Limitierende Faktoren bei der Produktion von Raumzellen sind unter anderen eine aufwendigere und größere Produktionsstätte und der ineffizientere und aufwendigere Transport. Im Vergleich zu 2D-Modulen, braucht es zudem größere Lagerkapazitäten, um die bereits fertiggestellten Raumzellenmodule bis zum Montagetermin zwischen lagern zu können. Im Gegensatz dazu lassen sich 2D-Module gerade über größere Lieferentfernungen effizienter transportieren. Der Zeitvorteil bei der Montage von Raumzellenmodulen im Vergleich zu 2D-Modulen ist laut Aussagen der Unternehmen gering bzw. hebt den Mehraufwand bei Lagerung und Transport nicht zwingend auf. Da Raumzellen nur von wenigen Herstellern angeboten werden, wird der Kreis der potentiellen Bieter sehr eingeschränkt.

6.3. Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Kooperationen

Die Unternehmen wurden zu weiteren Trends und Entwicklungen befragt, die für das künftig bei öffentlichen Ausschreibungen nicht nur in Berlin eine größere Rolle spielen könnten.

Nachweis nachhaltiger Forstwirtschaft

So fordert das Land Berlin von den Unternehmen einen Nachweis, dass das beim Bauen eingesetzte Holz aus legalen Quellen und nachhaltiger Forstwirtschaft stammt. Entsprechende Nachweise können erbracht werden durch die Vorlage bekannter Produktkettenzertifikate (chain-of-custody = coc) nach dem Programme for the Endorsement of Forest Certification Scheme (PEFC) oder dem Forest Stewardship Council (FSC) bzw. durch eine Projektzertifizierung oder Einzelnachweise dienen, falls ein Unternehmen kein COC-Zertifikat hält. Es wurde daher nach dem aktuellen Stand vorhandener COC-Zertifikate und – falls kein Zertifikat vorhanden ist – der gewünschte Nachweis bei künftigen Ausschreibungen gefragt.

Mehr als 50 Prozent der Unternehmen besitzt eine Produktkettenzertifizierung nach PEFC oder FSC oder sogar beide Zertifikate (Abb. 7 und Abb. 8). Etwa die Hälfte der 26 Unternehmen, die nicht zertifiziert sind, wären bereit sich zertifizieren zu lassen oder eine Projektzertifizierung bzw. Einzelnachweis zu erbringen, um Aufträge der öffentlichen Hand zu erhalten. Die anderen Unternehmen scheuen vor allem den zusätzlichen Aufwand oder sehen nicht die Notwendigkeit einer Kontrolle durch Dritte, wenn sie zertifiziertes Holz für das Projekt einkaufen und dies entsprechend vorweisen.

Diese Unternehmen gaben an, dass insbesondere der Personal- und Kostenaufwand für eine Zertifizierung als Hemmnis angesehen wird und der Nachweis in der Regel nicht von anderen Auftraggebern verlangt wird.

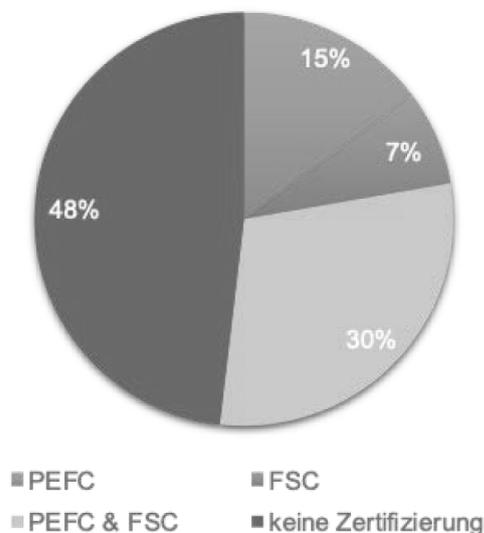


Abb. 7: Vorhandene CoC-Zertifikate für Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft (N=54)

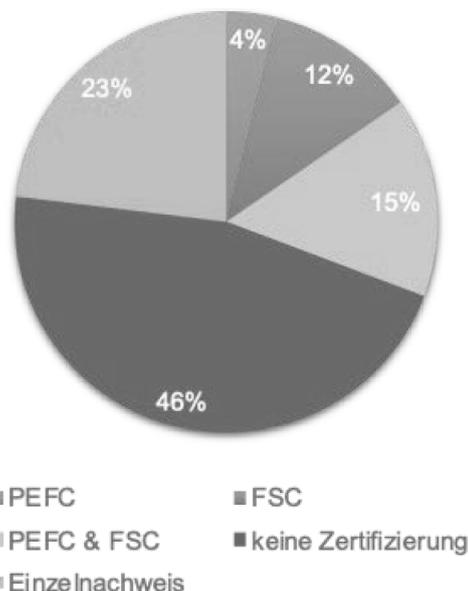


Abb. 8: Künftig bevorzugte Nachweise für den Einsatz von Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft der derzeit nicht zertifizierten Unternehmen (N=26)

Building Information Modelling (BIM)

Im Zuge der Digitalisierung bei Entwurf und Planung von Gebäuden und insbesondere der Produktion vorgefertigter Bauelemente wird kooperative Planungssoftware «BIM» (Building Information Modelling) immer wichtiger und von ausschreibenden Stellen zunehmend gefordert. BIM fungiert als Informationsschnittstelle zwischen Planern, Architekten, produzierenden und ausführenden Unternehmen bis hin zum Bauherrn. Später können die BIM-Daten zur Professionalisierung der Gebäudebewirtschaftung sowie für Wartung und Instandsetzung dienen. Die Bereitschaft und Verwendung solcher Software wurde bei den Unternehmen abgefragt (Abb. 9).



Abbildung 9: Nutzen Sie in Ihrem Unternehmen BIM Software?

Mit 65 Prozent der Befragten gab die Mehrheit der Unternehmen an, BIM bei der Planung einzusetzen. Knapp die Hälfte antwortete, dass sie es nur betriebsintern nutzen. In den Experten-Interviews konnte konkretisiert werden, dass ein Großteil der Unternehmen mit einer 3D-Modellierung plant, aber die wenigsten BIM vollumfänglich nutzen bzw. nutzen können. als Hauptgrund wurde angegeben, dass andere Akteure wie externe Planungsbüros und vor allem Sub-Unternehmer nicht «BIM»-fähig seien. Der Datenaustausch mit anderen Beteiligten sei deshalb oft nicht möglich; auch aufgrund unterschiedlicher «Standards»,

sodass beispielsweise der Holzmodulhersteller nicht mit den Plänen, des Architekten arbeiten kann. Lediglich 21% planen derzeit keine künftige Nutzung. In den Interviews wurde deutlich, dass es keine einheitliche Definition von BIM mit festen Qualitätsstandards gibt.

Kooperationen

Gerade für die vom Land Berlin ausgeschriebenen Objektbauten böten sich aufgrund der relativ hohen Projektvolumen für regionale Unternehmen Kooperationsmodelle an, im Rahmen dessen sie sich auch an diesen Bauvorhaben partizipieren können. Es gaben etwa 65 Prozent der Unternehmen an, dass Sie noch nie Mitglied einer Bietergemeinschaft oder eines Zusammenschlusses zur Bewältigung größerer Auftragsvolumen waren.

Einige Unternehmen äußerten dahingehend Interesse, höhere Projektvolumen in Kooperation mit anderen Unternehmen zum Beispiel in Form von Bieter- oder sogar Arbeitsgemeinschaften realisieren zu wollen. Als mögliche Hemmnisse einer Kooperation wurden von einigen Firmen fehlende Kenntnisse über rechtliche Rahmenbedingungen genannt. Die Mehrzahl gaben Haftungsgründe, der organisatorische Aufwand und fehlendes Vertrauen sowie Unkenntnis über das fachliche «Know-How» anderer Firmen an. Mehrere Unternehmen forderten in diesem Zusammenhang die Etablierung eines Unternehmensnetzwerkes zur Anbahnung von Kooperationen und dem regelmäßigen Austausch.

6.4. Hemmnisse bei öffentlichen Ausschreibungen

Grundsätzlich zeigten die befragten Unternehmen ein großes Interesse am Bauen in Berlin. In der Vergangenheit haben sich 50 Prozent der Unternehmen an Ausschreibungen der öffentlichen Hand und etwa ein Viertel der Unternehmen an konkreten Bauvorhaben der öffentlichen Hand in Berlin beteiligt. Drei Viertel signalisierten Interesse an künftigen Ausschreibungen. Mehr als die Hälfte plant, sich an Ausschreibungen für Kita- und Schulbauprojekten beteiligen zu wollen. Das große Interesse am Bauen in Berlin wurde durch die im Vorfeld dieser Studie bereits durchgeführten Ausschreibungen bestätigt, da sich zumindest in der Phase der Interessenbekundung zahlreiche Holzbauunternehmen beteiligten. Eine Reihe von Hemmnissen führte letztendlich dazu, dass der Bieterkreis bei den ausgeschriebenen Objektbauten recht klein war.

Ein wesentlicher Fragekomplex der schriftlichen Befragung beschäftigte sich deshalb mit den Hemmnissen der Unternehmen, für die öffentliche Hand zu arbeiten, wobei der Schwerpunkt auf die Ausschreibungen betreffende Faktoren lag, in denen das Land Berlin bzw. vom Land Berlin beauftragte Gesellschaften als ausschreibende Stellen auftraten.

Hinsichtlich der am stärksten hemmenden Faktoren, die schon im Ausschreibungsverfahren zum Beteiligungsverzicht führten, kristallisierten sich insbesondere folgende Faktoren heraus, die zusammenhängen und sich gegenseitig verstärken können (Abb. 10):

1. Hoher Aufwand bei öffentlichen Vergabeverfahren
2. Zu kurze Bieterfrist
3. Unzureichende Ausschreibungsunterlagen

Bemerkenswert ist, dass – entgegen der im Vorfeld vom Senat diskutierten Ursachen – die eigene Auftragslage und Auslastung der Unternehmen zwar ein relevanter, aber mehrheitlich nicht ein bestimmender Faktor war.

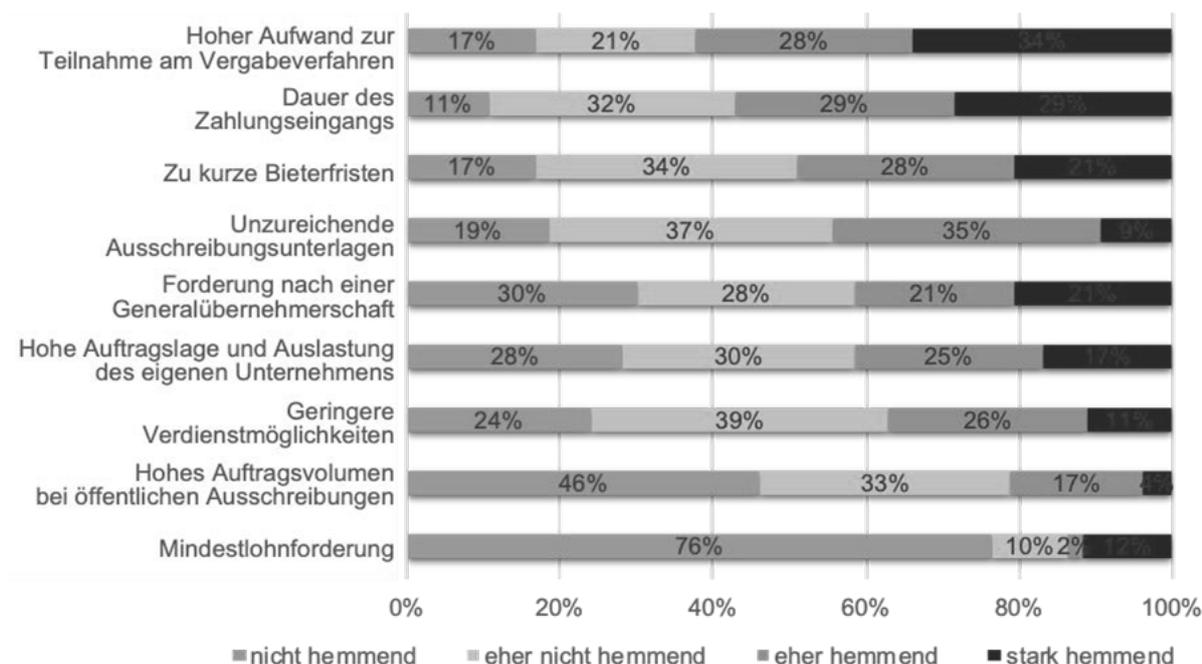


Abbildung 10: Welche der nachfolgenden Faktoren sind für Ihr Unternehmen Hemmnisse für die öffentliche Hand zu arbeiten? (Mehrfachnennungen möglich)

Aufwand bei öffentlichen Vergabeverfahren

Das größte Hemmnis, der hohe Aufwand bei der Beteiligung an Vergabeverfahren der öffentlichen Hand, wurde vielfach begründet mit dem im Vergleich zu anderen öffentlichen Auftraggebern großen Umfang an zu berücksichtigenden Unterlagen und zusätzlich Richtlinien. Beispielsweise mussten bei der Ausschreibung für die Modularen Kita-Bauten mehr als 800 Seiten Dokumente gesichtet werden.

Der Faktor zu kurze Bieterfristen wurde damit begründet, dass oft nur die geltenden gesetzlichen Fristen angewandt werden. Zahlreiche Unternehmen verwiesen darauf, dass vier Wochen deutlich zu kurz seien, um – gerade bei Projekten in Generalunternehmerschaft – alle Unterlagen zu sichten, Angebote von Subunternehmern (insbesondere für Gründung sowie für technische Gebäudeausstattung und Innenausbau) einzuholen und auf Basis dieser Angebote eine fundierte Kalkulation durchführen und ein optimiertes Angebot abgeben zu können. Aufgrund der hohen Auslastung der gesamten Bauwirtschaft war es in vielen Fällen nicht möglich innerhalb dieser Zeit mehrere Angebote einzuholen. Die Folge: Die Kosten mussten geschätzt und Risikoaufschläge berücksichtigt werden. Hinzu kam im Falle der Kita's eine parallele Ausschreibung von Turnhallen, die ihrerseits Planungs- und Kalkulationskapazitäten band.

Ausschreibungsunterlagen

Das im Ranking drittgrößte Hemmnis – *unzureichende Ausschreibungsunterlagen* – und die kurzen Bieterfristen hängen unmittelbar miteinander zusammen. Als unzureichend wurden Ausschreibungsunterlagen zum Beispiel dann bezeichnet, wenn aus Sicht von Holzbauingenieuren fehlerhafte Planungsunterlagen vorlagen oder derart detaillierte Vorgaben gemacht wurden, dass die auf bestimmte Bauteile und Werksabläufe spezialisierten Unternehmen die mit hohem Detaillierungsgrad entwickelten Entwürfe so nicht ausführen konnten und entsprechend umplanen mussten. Des Weiteren wurde in Ausschreibungen auf die Möglichkeit, Nebenangebote zuzulassen weitestgehend verzichtet. In Kombination mit oft sehr detaillierten Vorplanungen führt dies zu nach Angaben der Unternehmen unnötig hohen Mehrkosten. Dies kam regelmäßig insbesondere dann vor, wenn die Planungsunterlagen erkennen ließen, dass es beim Planer an Spezialkenntnissen im Holzbau fehlte.

Vorlaufzeiten / Bieterfristen

Die Unternehmen wurden gefragt, welche *Vorlaufzeiten* (Bieterfrist) sie mindestens brauchen, um bei öffentlichen Ausschreibungen ein fundiertes Angebot abgeben zu können. Aus der Sicht der Unternehmen beträgt die erforderliche Mindestvorlaufzeit in Abhängigkeit der Komplexität des Bauvorhabens und der Qualität der Ausschreibungsunterlagen im Mittel (Median) vier Wochen. Berücksichtigt man nur die fünf umsatzstärksten Unternehmen, welche ihre Auftragschwerpunkte im Geschosswohnungsbau und Objektbau sehen, so liegt die durchschnittlich geforderte *Vorlaufzeit* bei acht Wochen. Es ist anzunehmen, dass diese Unternehmen Projekte mit großen Auftragsvolumen bedienen und dabei die Komplexität und damit die benötigte *Vorlaufzeit* steigen. Die TOP 20 der umsatzstarken Unternehmen sehen immerhin noch sechs Wochen als Mindestvorlaufzeit an.

Generalübernehmer- bzw. Generalunternehmerschaft

Die häufige Forderung der öffentlichen Hand, die Bauvorhaben als Generalübernehmer bzw. Generalunternehmer auszuführen wurde von zahlreichen Unternehmen auch bei den Berliner Ausschreibungen als Hemmnis, insbesondere für die regionalen, mittelständischen Holzbauunternehmen eingestuft. In den Experteninterviews und Workshops wurde jedoch deutlich, dass die Begrifflichkeiten fließend verwendet wurden (Abb. 11). 1. In der weiteren Diskussion mit den Unternehmen stellte sich heraus, dass wie eingangs bereits ausgeführt, insbesondere bei Großprojekten die Forderung nach einer GÜ- bzw. schlüsselfertigen GU-Leistung ein Problem für viele Holzbauunternehmen darstellt und die Leistungsfähigkeit zahlreicher Unternehmen überschreitet. Dies ist jedoch klar vom Projektvolumen abhängig, da die Ergebnisse auch zeigen, dass schlüsselfertiges Bauen als Generalunternehmer im Holzbau durchaus üblich ist, obwohl der Raumabschluss noch überwiegt (Abb. 11).

Häufig genannte Gründe, warum Unternehmen nicht als GU bzw. als GÜ auftreten (wollen), waren z.B. die damit verbundenen Risiken und das Binden von Liquidität und Kapital sowie im eigenen Unternehmen fehlende technische Kompetenz für Gründung, Technik- und Ausbaugewerke.

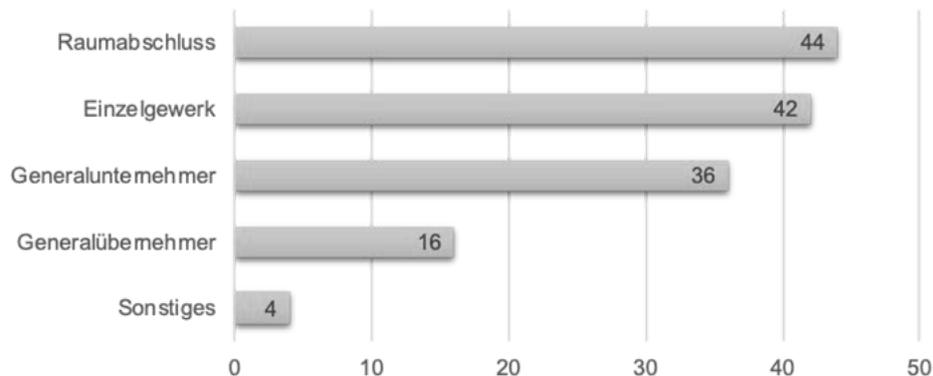


Abb. 11: In welcher Form bieten Sie Ihre Leistungen an? (Mehrfachnennung möglich)

1 In dieser Studie werden folgende Definitionen verwendet:

Generalübernehmer (GÜ): Ein GÜ übernimmt im Rahmen eines Bauvertrages die Planungs- und Ingenieurleistungen sowie alle Ausführungs- und Bauzwischen-Finanzierungsleistungen für ein Bauvorhaben. Üblich ist es im Holzbau, Aufträge an Subunternehmer zu vergeben. Die Ausführung erfolgt in der Regel schlüsselfertig.

Generalunternehmer (GU): Ein GU erbringt in der Regel sämtliche Bauleistungen für die Errichtung eines Bauwerkes. Das Bauwerk wird somit auch vom GU meistens schlüsselfertig erstellt. Ein Unternehmer tritt aber auch als GU auf, wenn er nur einzelne Vergabeeinheiten (z.B. Gründung, Raumabschluss oder TAG und Innenausbau) leistet.

Von den neun in Berlin und Brandenburg ansässigen Unternehmen sind vier als GU und davon zwei auch als GÜ tätig. Gerade kleinere Unternehmen wie sie in Berlin und Brandenburg häufig vertreten sind, konzentrieren sich lieber auf ihr Kerngeschäft, den Holzbau bzw. den Raumabschluss. Wenn das Land Berlin mehr Holzbau realisieren möchte, könnte eine **Ausschreibung in Vergabeeinheiten** eine Option sein:

1. Gründung
2. Raumabschluss
3. Technische Gebäudeausstattung und Innenausbau

Bei einer separaten Vergabe des Raumabschlusses, also Holzbau inklusive Fenster, Fassade und Dacheindeckung können auch von kleineren regionalen Holzbauunternehmen die Qualität für ihr Gewerk sicherstellen und müssen kein Risiko für die ihnen fremden Gewerke Gründung und Massivbau, den Innenausbau und die Technik übernehmen. Eine Vergabe von großen Projekten in GU und GÜ Verfahren schließt vor allem die regionalen Holzbauunternehmen aus und reduziert den Bieterkreis und somit den Wettbewerb. Allerdings führt das Ausschreiben in Vergabeeinheiten dazu, dass der Auftraggeber das Land Berlin zusätzliche Personalressourcen für die Koordinierung der drei GU's bereitstellen müsste.

6.5. Weitere Herausforderungen

Fachkräftemangel

Mehrere Unternehmen beklagten, dass es an qualifizierten Fachkräften im eigenen Unternehmen und auch bei Sub-Unternehmern fehle, um die Produktionskapazitäten ausbauen und als Generalunternehmer auftreten zu können.

Modulbauweise

Unter Kapitel 5.2 wurden die Modulbauweisen erläutert und dargestellt, dass nur wenige überregional tätige Firmen Raumzellenmodule anbieten bzw. favorisieren. Werden in einer Ausschreibung Raumzellenmodule zwingend gefordert, ohne dass Nebenangebote zulässig sind, kann dies den Bieterkreis und damit den Wettbewerb erheblich einschränken. Da die Raumzellenmodule vor allem in der Phase der Montage ihre Vorteile ausspielen, jedoch das fertige Gebäude funktionell keine wesentlichen Unterschiede zu einem mit 2D-Modulen gefertigten Gebäude aufweist, erscheint eine zwingende Vorgabe der Raumzellenmodulbauweise bei der Vergabe verzichtbar.

7. Handlungsempfehlungen

Grundsätzlich hat die Marktrecherche ergeben, dass die beteiligten Unternehmen gut ausgelastet sind, die Produktionskapazität aber kein Hindernis darstellt, da Kapazitäten in der Produktion bestehen. Ein wesentlicher Engpass liegt bei auf Holzbau qualifizierten Planern, also Architekten und Ingenieuren. Kritisch ist auch die Gewinnung von Fachkräften und Subunternehmen am Berliner Markt, zum Beispiel für die örtliche Montage und den nicht holzbauspezifischen Bereich zu bewerten. Bei GU-Ausschreibungen gestalten sich die Vergaben von Nachunternehmerleistungen beispielsweise der technischen Gebäudeausrüstung oft problematisch. Nachfolgend werden zielgruppenspezifisch die wichtigsten Handlungsempfehlungen dargestellt.

7.1. Ausschreibende Stellen

Mit ausschreibenden Stellen, als wesentlicher Akteur bei der Vergabe der Bauleistungen sind die bauenden Bereiche des Landes Berlin adressiert. Mehrere der Empfehlungen wurden bereits in der am 8. Januar 2019 beschlossenen und überarbeiteten Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt (VwVBU) umgesetzt.

Angemessene Größen der Ausschreibungen

Zur Ausschöpfung aller Marktpotentiale und zur Nutzung und Förderung der regionalen Wirtschaft in Berlin und Brandenburg, sollten die Ausschreibungen in angemessenen Größen und zeitversetzt veröffentlicht werden. Die zeitversetzte Veröffentlichung erfordert die Abstimmung zwischen den Baubehörden. Große Vergabepakete sollten vermieden werden.

Ausreichende Angebotsfristen

Gerade in Zeiten hoher konjunktureller Auslastung, benötigen die Firmen für die Erlangung wirtschaftlicher Angebote angemessene Angebotsfristen. Beim Objektgeschäft mittlerer Größe muss von mindestens acht Wochen ausgegangen werden.

Prüfung einer Vorankündigung

Um die Holzbaukompetenz frühzeitig miteinzubeziehen, sollten Vorhaben möglichst frühzeitig angekündigt werden. Wünschenswert für eine hohe Planungssicherheit wäre ein dialogischer Wettbewerb in denen die ausführenden Firmen bereits am Planungsprozess beteiligt werden.

Kombination Wettbewerb mit GÜ Verfahren

Die GÜ Verfahren haben den Vorteil, dass sie die Potentiale der integrierten Planung und zur Kostenoptimierung ausschöpfen allerdings werden ohne einen Architekturwettbewerb architektonische Lösungsansätze nur eingeschränkt abgefragt. Eine Lösung könnte ein vorgeschalteter Wettbewerb mit anschließendem GU oder GÜ Verfahren sein. Ausführlich beschrieben sind alternative Vergabeverfahren wurden durch Kaufmann et al. hinreichend beschrieben.¹⁰

Holzbaugerechte Vergabeeinheiten

Eine Vergabeeinheit Raumabschluss Holzbau einschließlich Außenwand, Fassade, Fenster und Dachabdichtung wird für alle Unternehmensgrößen als marktgerecht bewertet. Die Holzbauindustrie verwendet somit ihre Ressourcen fürs Kerngeschäft und setzt ihre Kompetenz optimal ein. Mit einer zusätzlichen Vergabeeinheit Gründung aus Erdbau und Grundleitungen sowie einer weiteren für den Ausbau (TGA und Innenausbau) könnten Bauvorhaben mit 3 Vergabeeinheiten, also Firmen und klaren Schnittstellen abgewickelt werden.

Systemneutrale Planung und Ausschreibung

Um das potentielle Bieterfeld nicht einzuschränken sollte nicht eine spezifische (Holz-) Bauweise vorgegeben werden. Anforderungskriterien sollten über Planungsvorgaben definiert werden. Raumzellen sollen beispielsweise nur als Option vorgegeben werden, um nicht schon im Vorfeld Bieter auszugrenzen. Um das Potential der Bieter auszuschöpfen und alternative Holzbausystemen zu ermöglichen, sollten auch Nebenangebote zugelassen werden (siehe VwVBU⁶).

Vergabe anhand von Qualitätskriterien

Um die Qualität und Nachhaltigkeit von Bauvorhaben zu sichern, sollten entsprechende Vergabekriterien festgelegt werden. Die Bewertung der Angebote anhand der gesamten Lebenszykluskosten (Nutzungs-, Erneuerungs-, Abbruchkosten) und nicht nur der Investitionskosten (langfristige Wirtschaftlichkeit) wären beispielsweise eine Möglichkeit (siehe auch VwVBU⁶).

Building Information Modelling

Um auch hier nicht Bieter von vornherein auszuschließen, sollten die Anforderungen an Building Information Modelling (BIM) klar entsprechend der Möglichkeiten der Projektbeteiligten definiert werden. Vor allem ist im vorab eine Prüfung erforderlich, ob die Rechnerleistungen/ Datennetze zwischen den Beteiligten die Anforderungen erfüllen können und welche Behörden aktiv mit einem BIM-Modell arbeiten können.

7.2. Politik

Die nachfolgenden Handlungsempfehlungen richten sich im Wesentlichen an politische Entscheider im Abgeordnetenhaus, der Landesregierung sowie der Senats- und Bezirksverwaltung.

Verbesserung der Qualität der Planung

Zur Auswahl qualifizierter Architekten, Bauingenieure, Fachplaner und Holzbauexperten sollten Qualitätskriterien ggf. Präqualifikation / Pool Holzbauexperten festgelegt werden (siehe VwVBU⁶). Die VwVBU sollte verpflichtend für kommunale Wohnungsbaugesellschaften eingeführt werden.

Förderung der Regionalen Wirtschaft

Die regionale Wirtschaft und damit die Ressourcenregion Berlin-Brandenburg könnte durch den Holzbau gefördert werden. Folgenden Maßnahmen könnten dazu beitragen:

- Einrichtung eines Netzwerkes
- Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen der Verwaltung

- Pilot- und Innovationsprojekte der öffentlichen Hand zur Förderung des urbanen Holzbaus
- Die Option Holzbau könnte im Rahmen des Genehmigungsverfahrens vorab verpflichtend zu prüfen sein.

Förderung der Nachhaltigkeit

Die Nachhaltigkeit im Bauwesen sollte durch die Schaffung der gesetzlichen Grundlagen für langfristige Betrachtungsmodelle (LCC Lebenszykluskosten, LCA Ökobilanzen) für alle Phase der Produkte also auch Betrieb und Rückbau gefördert und ein ganzheitliches Gebäudeenergiegesetz (inkl. LCC & LCA) angestrebt werden.

Die Anfertigung von LCC und LCA könnte für alle öffentlichen Bauprojekte verpflichtend gemacht bzw. für private Bauvorhaben bezuschusst werden (siehe beispielhaft die Umsetzung in VwVBU⁶).

7.3. Branche

Angesprochen sind mit diesen Handlungsempfehlungen insbesondere die Holzbauunternehmen und deren Branchenverbände sowie die Planer-/ Architekten und deren Organisationen.

Förderung von Arbeits- und Bietergemeinschaften

Durch Arbeits- und Bietergemeinschaften könnten auch regionalen Unternehmen die Teilnahme an größeren Bauvorhaben ermöglichen. Der Bedarf besteht weniger in der Beratung für die Bildung von AG- und Bietergemeinschaften als vielmehr in der Vernetzung von Unternehmen. Deshalb sollte die Schaffung von Netzwerken zur Förderung Vertrauen z.B. durch Veranstaltungen wie Messen, Partneringevents oder ähnliches unterstützt und ein Clustermanagements aufgebaut werden.

Verbesserung der Qualität der Planung

Durch Bildungs- und Weiterbildungsangebote im Schwerpunkt Holzbau, u.a. an den Universitäten und Hochschulen und durch die Kammern muss die Qualität der Planung verbessert werden.

Stärkung von BIM

Die 3D-Planung ist im Holzbau üblich, aber die komplett integrierte Planung in einem Modell ist selten. Die Potentiale werden nicht ausgeschöpft und alle Beteiligte, v.a. aber die Planer (Architekten, Fachplaner TGA) müssen sich mit dem Thema BIM auseinandersetzen.

8. Quellen

- [1] Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln). Gesetz- und Verordnungsblatt Berlin vom 07.11.2017, Nr. 29, S. 548
- [2] Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK 2030). https://www.berlin.de/senuvk/klimaschutz/bek_berlin/. Zuletzt abgerufen am 30.08.2019
- [3] «Wie viel Wald braucht ein Haus», Helmut Krapmeier | Energieinstitut Vorarlberg | April 2014
- [4] Hafner A.; Rüter S.; Ebert S.; Schäfer S.; König, H.; Cristofaro L.; Diederichs; S.; Kleinhenz, M.; Krechel, M. (2017): Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden – Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren (THG-Holzbau). 148 S. Forschungs- projekt: 28W-B-3-054-01 Waldklimafonds. BMEL/BMUB. ISBN: 978-3-00-055101-7
- [5] Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz; Newsletter: «Grüne Beschaffung» Nr. 19 November/2018

- [6] Verwaltungsvorschrift «Beschaffung und Umwelt – VwVBU vom 08.01.2019, Anhang 1. Zuletzt abgerufen am 30.08.2019 unter: <https://www.berlin.de/senuvk/service/gesetzestexte/de/beschaffung/>
- [7] Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB). Zuletzt abgerufen am 30.08.2019 unter: <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de>
- [8] Antrag der Fraktion der SPD, der Fraktion Die Linke und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen. «Nachhaltigkeit auf den Bau: Berlin baut mit Holz». Drucksache 18/1471
- [9] Deutschland-Studie 2015 – Wohnraumpotentiale durch Aufstockungen; Technische Universität Darmstadt; Stand: 29. Februar 2016, 122 Seiten
- [10] Kaufmann, H. et al. (2017): Optimierte Planungsprozesse für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise. Professur für Entwerfen und Holzbau (Hrsg.). München. www.leanwood.eu

Block B2

**Verdichtetes Bauen:
Neubau | Umnutzung | Revitalisierung**

Gare Maritime – Moderner Holzbau belebt ehemals größten Güterbahnhof Europas

Heinz Thurik
ZÜBLIN Timber GmbH
Aichach, Deutschland



2 | Gare Maritime – Moderner Holzbau belebt ehemals größten Güterbahnhof Europas | H. Thurik

Gare Maritime – Moderner Holzbau belebt ehemals größten Güterbahnhof Europas

1. Status Quo – Eine Brache im Zentrum Europas

Im Herzen der belgisch-europäischen Hauptstadt Brüssel gelegen, fristete bis 2018 der ehemals größte Güterbahnhof Europas als ungenutzte Industriebrache ein kaum beachtetes Dasein. Auf dem Gelände des einstigen Industriestandorts Tour & Taxis gelegen, besteht das ehemalige Bahnensemble Gare Maritime aus sieben miteinander verbundenen historischen Bahnhofshallen.

Ein wahres Schmuckstück hielt hier bis vor Kurzem den Dornröschenschlaf: In der Epoche des Jugendstil erbaut und Anfang des 20. Jahrhunderts eröffnet, prägen Ziegelmauerwerk und Stahlguss-Fachwerkträger und -Säulen die mächtigen Hallen.

Selbstredend in Zeiten der Urbanisierung, dass eine belgische Immobiliengesellschaft (Extensa Group) Chancen in der Entwicklung dieses 45.000 m² umfassenden Ensembles erkannte.



Abbildung 1: Ehemaliger Güterbahnhof Gare Maritime (Quelle: Extensa Group)

2. Vision – Flanieren und Arbeiten in Wohlfühlatmosphäre

Ein intensiver Findungsprozess in Sachen Nutzung, gepaart mit Stadtentwicklungsfragen, Architektur und natürlich auch ökonomischen Aspekten resultierte im aktuellen Konzept des Büros NEUTELINGS RIEDIJK ARCHITECTS / Rotterdam.

Keine reine Gewerbeimmobilie oder Shoppingmall sollte es werden, sondern ein lebendiger Komplex aus Büro-, Einkaufs-, Gastronomie- und Veranstaltungsnutzung. Ein Ort zum Verweilen und Flanieren, Boulevards mit Grünanlagen und einem eigenen, den Jahreszeiten angepassten Mikroklima – immerhin bedecken die Hallen eine Fläche von 270 m Länge und 140 m Breite.

Konsequent wurde dieser Ansatz der Wohlfühlatmosphäre auch in bautechnischer Hinsicht verfolgt und umgesetzt. Dass der Baustoff Holz ins Spiel kam, liegt, aufgrund seiner bekannten optischen und haptischen Eigenschaften, auf der Hand. Dass er jedoch auch konsequent umgesetzt werden konnte, ist – hauptsächlich - der Leidenschaft und der Hartnäckigkeit des Oberen Managements der Extensa Group zu verdanken. Neben dem Imagegewinn für den Bauherrn, der sich aus dem Einsatz des nachhaltigen und CO₂-speichernden Baustoffs Holz ergibt, trugen die trockene Bauweise und vor allem die kurze Bauzeit zur Rentabilität bei, indem die ersten Flächen bereits 6 Monate nach Beginn der Holzbaumontage vermietet werden konnten. Selbst unbehandelte sichtbare Holzoberflächen wurden in weiten Bereichen realisiert, um die Haptik des Werkstoffs ungefiltert erlebbar zu machen.



Abbildung 2: Visualisierung Gare Maritime, Flaniermeile (Quelle: Extensa Group)

Während viele Projektentwickler den Einsatz von Holz nach wie vor auf dem ökonomischen Prüfstand haben, ihn diskutieren und mutlos zerreden, wurden beim Gare Maritime konsequent Fakten geschaffen – den Holzbau und das Klima freut's.

3. Aufgabenstellung – Erst Planen, dann Bauen

Als im September 2017 das Projekt an eine Handvoll ausgewählter Holzbauunternehmen angetragen wurde, war die Konstruktion in weiten Teilen schon entwickelt. Das Team rund um den Bauherrn Extensa Group mit NEUTELINGS RIEDIJK ARCHITECTS / Rotterdam als leitende Architekten und NEY & Partners / Brüssel als Tragwerksplaner hatte bereits ganze Arbeit geleistet.

Die Bauaufgabe präsentierte sich in Form von 10 viergeschossigen Blöcken, leider nur mehr oder weniger gleich, die in zwei Strängen in den äußeren Haupthallen aufgereiht sind. Grundprinzip der an der höchsten Stelle ca. 24 m hohen Blöcke mit einer Grundfläche von ca. 45 m im Quadrat ist eine Skelettkonstruktion aus Brettschichtholzstützen und -Unterzügen in drei Ebenen. Zwischen die Unterzüge gehängte bzw. aufgesetzte BSH-Rippen tragen im Verbund mit der darüberliegenden Brettsperrholzplatte die Deckenlasten ab. Pro Block beherbergt ein zentraler, bis unters Hallendach reichender Kern aus Brettsperrholz (Grundfläche ca. 8m x 10m) ein komplett hölzernes Treppenhaus und Technikräume. Zwei kleinere Kopfbauten ergänzen das Ensemble.

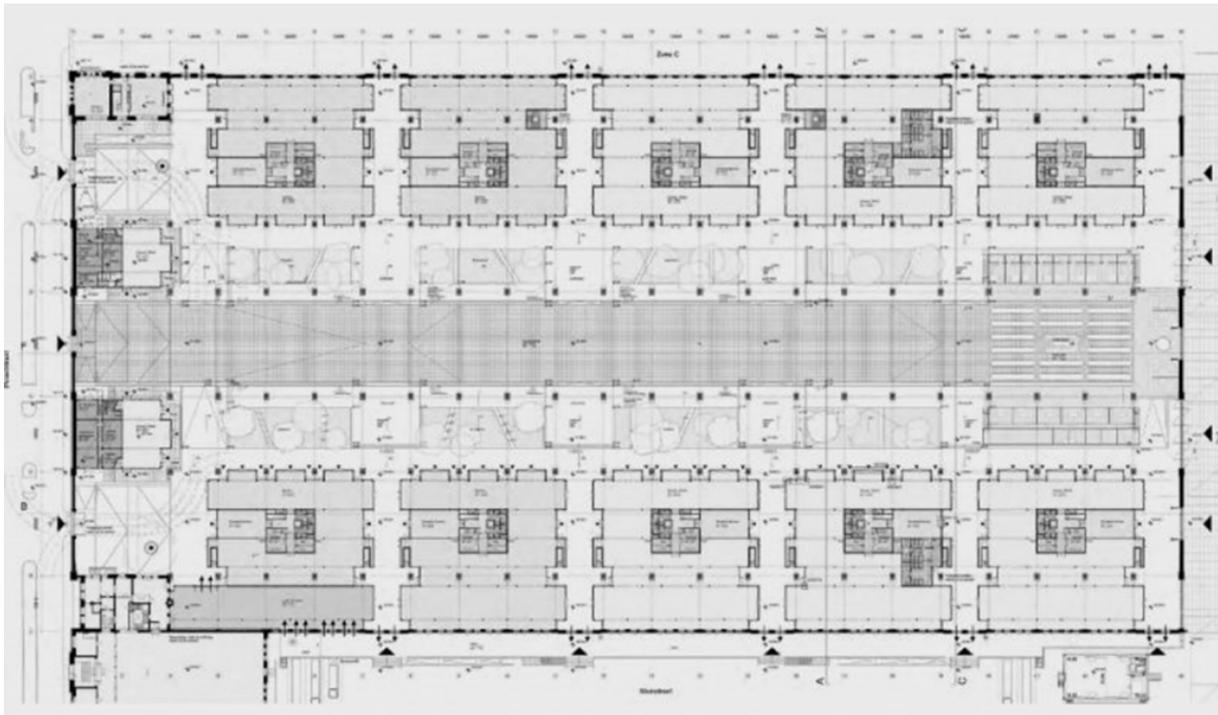


Abbildung 3: 10 Blöcke und 2 Kopfbauten im Grundriss (Quelle: Extensa)

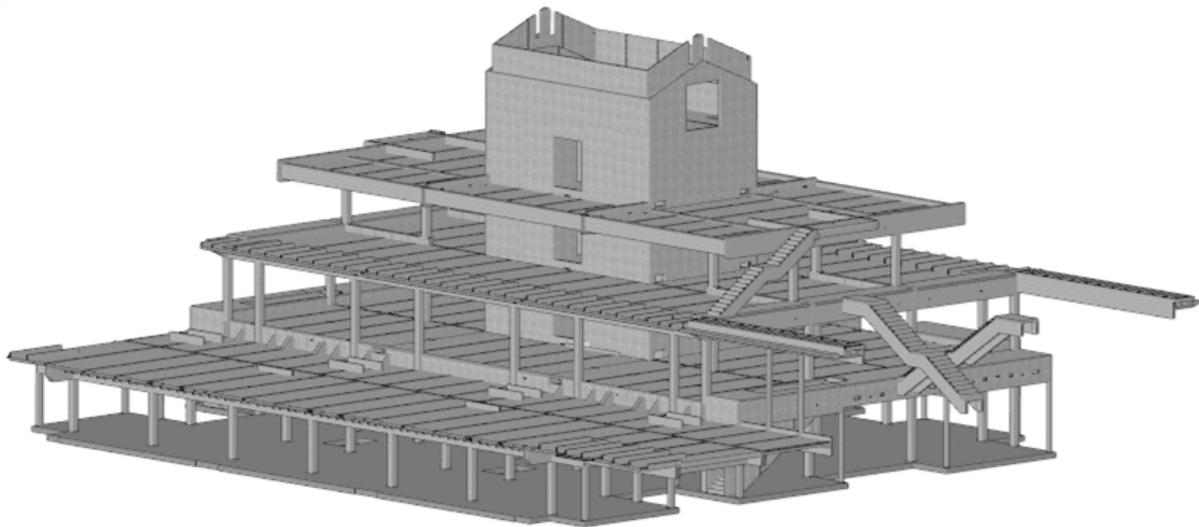


Abbildung 4: BIM-Modell eines Blocks mit zentralem BSP-Kern (Quelle: ZÜBLIN Timber)

Spannender großvolumiger Holzbau war der Tenor, ein interessantes Projekt. Ein erster Wehmutstropfen jedoch waren die der Anfrage beiliegenden Ausschreibungsunterlagen in holländischer Sprache; hunderte von Seiten Pläne und Dokumentationen. Selbst nach intensiver Durchsicht dieser Informationen war ein gewisses Risiko nicht von der Hand zu weisen, Details im Gezeichneten oder Geschriebenen in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit falsch interpretiert, sprachlich falsch erfasst oder schlichtweg übersehen zu haben.

Im Zuge der Akquise zeigte sich ein Wettbewerbsumfeld der nicht alltäglichen Art: Einer der Mitbewerber um die Holzbauleistungen, ein belgischer Brettschichtholzproduzent und Holzbauunternehmer, entpuppte sich als Mitglied der Firmengruppe des Bauherrn. Hätten wir das im Vorfeld gewusst...

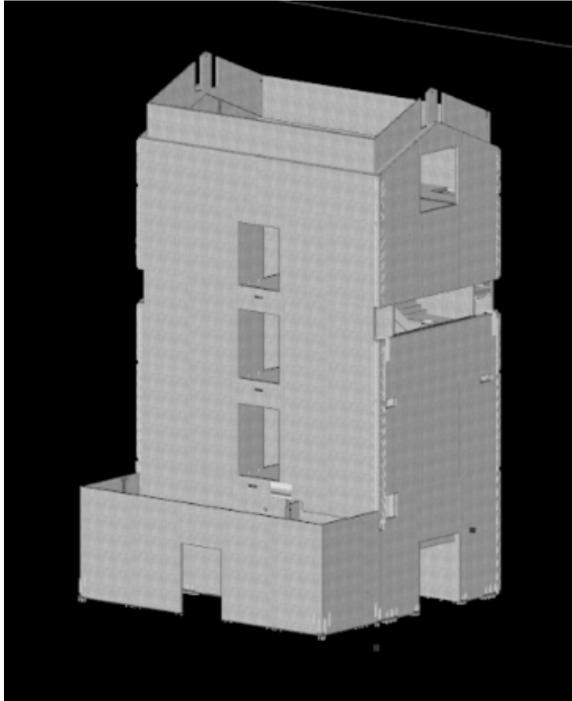


Abbildung 7: BSP-Kern eines Blocks
(Quelle: ZÜBLIN Timber)

Die bestehenden Bahnhofshallen durften nicht zur Aussteifung der Holzkonstruktion herangezogen werden und – noch relevanter – das BSH-Skelett sollte aus ästhetischen Gründen an keiner Stelle mit Kreuzen oder Scheiben gefüllt werden. Das machte die Aussteifung der gesamten Konstruktion zu einer weiteren Herausforderung für die ZÜBLIN Timber-Tragwerkplaner.

Den schlanken BSP-Kernen in den Blockmitten, selbst durchzogen von Türöffnungen und Durchdringungen für die Haustechnik musste die Aussteifung zugewiesen werden. Dieser Punkt war in der Vorplanung nicht betrachtet worden und führte nun zu massiven Stahlteilen und Zugverankerungen, mit denen im Vorfeld – auch kalkulatorisch – niemand gerechnet hatte.

Dass ein BIM-geplantes Projekt einerseits in der Bauphase vor ungeliebten Überraschungen schützt, andererseits jedoch die Planungsphase intensiviert durften alle Beteiligten im Rahmen der Kollisionskontrollen erleben. Wenn das Zusammenführen der 3D-Modelle der Fachplaner in einem einzigen Block an die 1000 Bauteilkollisionen hervorruft, von denen einige hundert relevanter Natur sind, werden die Besprechungstage lang. Aber besser am Computer gelöst, als auf der Baustelle – Kompromissbereitschaft der Fachplaner heisst hier das Zauberwort.

Am Ende der Optimierungsphase stand ein gemeinsames 3D-Modell, auf das jedes Gewerk mit der Werkstattplanung aufsetzen durfte und konnte.

Die während dieser Zeit zutage getretenen Mehrleistungen konnten auf der anderen Seite durch Prozess- und Konstruktionsoptimierungen kompensiert werden. Das Ziel einer Baukostenreduzierung insgesamt konnte zwar nicht erreicht werden, gleichzeitig ist doch das gehaltene Startbudget als Erfolg zu werten.

Ein enormes Pensum an geleisteter Ingenieursarbeit – und das erkämpfte gegenseitige Vertrauen mündete im September 2019, genau ein Jahr nach erstem Kontakt zur Bauherrschaft, in die Auftragserteilung für ZÜBLIN Timber. Leistungsumfang des 12 Mio € Projektes ist die Werkstattplanung, Herstellung, Lieferung und Montage der Holzkonstruktion.

5. 9.260 m³ Holz – 230 LKWs in 230 Tagen

Das montierte Holzvolumen summiert sich auf gesamt 9.260 m³: 3.030 m³ BSH, 6.020 m³ BSP, 135 m³ KERTO-Furnierschichtholz und 70 m³ Baubuche. Dieses Volumen zzgl. aller Stahlteile und Verbindungsmittel wurde auf 230 LKWs verteilt nach Brüssel transportiert. Als im November 2018 die Montage begann, stellte vor allem die Baustellenlogistik eine doch etwas unterschätzte Herausforderung dar. Schnell wurde jedoch reagiert und auf Basis einer exakten Logistikplanung der Baustelle waren die Montageteams vor Ort in der Lage, ihre benötigten Bauteile inmitten der enormen Holzmengen, die angeliefert wurden, aufzufinden.

Mit diesem Schritt war die gesamte Prozesskette von der AV über Materialbeschaffung und Produktion, Transport, Logistik auf der Baustelle und Montage komplett geschlossen und transparent und konnte genau an die Montagegeschwindigkeit angepasst werden.



Abbildung 8: viergeschossiger BSP-Kern
(Quelle: ZÜBLIN Timber)



Abbildung 9: Montage BSH-Rippen
(Quelle: ZÜBLIN Timber)

Durchschnittlich vier Montageteams arbeiteten an jeweils einem Block. Gesamt wurden 30 – in Hochzeiten bis zu 40 – Monteure parallel auf der Baustelle eingesetzt um den vom Auftraggeber äusserst eng gesteckten Zeitrahmen einhalten zu können. Immerhin wollte dieser ja schnellstmöglich in die Vermietung gehen. Neben den Monteuren waren im Baustellenteam noch ein Projektleiter, zwei Bauleiter und ein Praktikant mit von der Partie, die es alle gemeinsam schlussendlich ermöglichten, dass die Holzbaumontage termingerecht im September 2019 abgeschlossen werden konnte.

Die Nachfolgewerke tun momentan ein Übriges, um die Holzkonstruktionen der einzelnen Blöcke in den schmucken Jugendstilhallen weiter zu veredeln. So wird im Innenausbau in großen Bereichen mit Eichen-Massivholz und -Brettschichtholz gearbeitet, ebenso bestehen die Fenster- und Fassadenflächen aus einer Eiche-Glas-Kombination. Deutlich ist schon jetzt zu erkennen, dass hier Im Herzen der europäischen Hauptstadt etwas Schönes für die Einwohner und Touristen entstehen wird.

6. Fazit und Lessons Learned

Kurzgesagt, wieder einmal viel gelernt – Altes und Neues: So z.B. dass die besten Bauteile nichts nützen, wenn man sie auf der Baustelle zu lange suchen muss, es wieder einmal besser läuft wenn ausreichend manpower von Beginn an am Projekt mitarbeitet, das Spannungsfeld zwischen Akquise- und-Ausführungsteam immer bestehen bleiben wird, BIM-Modelle die Projektarbeit insgesamt wirklich erleichtern können, die Lufthansa als Quasi-Monopolist für den Flug München-Brüssel ganz schön hinlangt, eine Montage im Winter unter Dach mehr Spaß macht als im Freien, etc., etc.

Wichtiger jedoch sind die beteiligten Menschen. Mannigfaltige Gründe sprechen für einen schönen Holzbau, jedoch ist es, wie beim Gare Maritime, oftmals die Leidenschaft von Einzelpersonen (hier z. B. auf Seiten des Bauherrn), die herausragende Projekte entstehen lässt. Finden diese Menschen mit Architekten, Ingenieuren und ausführenden Firmen Gleichgesinnte, die diese Leidenschaft teilen, ist das schon die halbe Miete.

Und auch wenn es manchmal hoch her geht und «richtig Druck auf dem Kessel» ist, macht der Ton im Umgang miteinander die Musik. Mit gegenseitigem Respekt, Fairness im Umgang und konstruktivem Nach-Vorne-Denken führen alle Beteiligten besser als mit Schuldzuweisungen und der Suche nach Nachtragsmöglichkeiten.

Und so kann dann Holzbau wie Radfahren sein:
Macht Spaß, ist schnell, effizient... und nachhaltig! (frei nach P. Milcius)

Umwandlung eines Schwimmbades in ein Bürogebäude

Burkhard Walter
B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH
Aachen, Deutschland



Umwandlung eines Schwimmbades in ein Bürogebäude

1. Allgemeines

Der ökologisch wertvolle, nachwachsende Baustoff Holz erfreut sich wachsender Beliebtheit. Viele Kindergärten, Schulen, Büro- und Wohnungsbauten werden in der zumeist vorelementierten Holzbauweise neu errichtet. Auch im Industriebau hat der Baustoff Holz einen gewissen Anteil erreicht.

Es werden im Holzbau immer wieder Leuchtturmprojekte errichtet, die weit über die Hochhausgrenze hinausreichen. Dies sind jedoch einzelne Unikate, die unter bestimmten Auflagen errichtet worden sind und noch errichtet werden.

Ein weiteres großes Potenzial für den Einsatz des Baustoffes Holz im Bauwesen, ist der Bestand. Hier sind zuallererst die Aufstockungen zu nennen. Bei gleicher Grundstücksgröße kann hier mehr Wohnraum geschaffen werden. Durch die leichte und vorelementierte Bauweise können die Gebäude in kürzester Zeit aufgestockt werden. In vielen Fällen einer Aufstockung gibt es aufgrund des leichten Gewichtes keine Alternative zu dem Baustoff Holz. In der Regel muss die Konstruktion bis zu den Fundamenten nicht verstärkt werden.

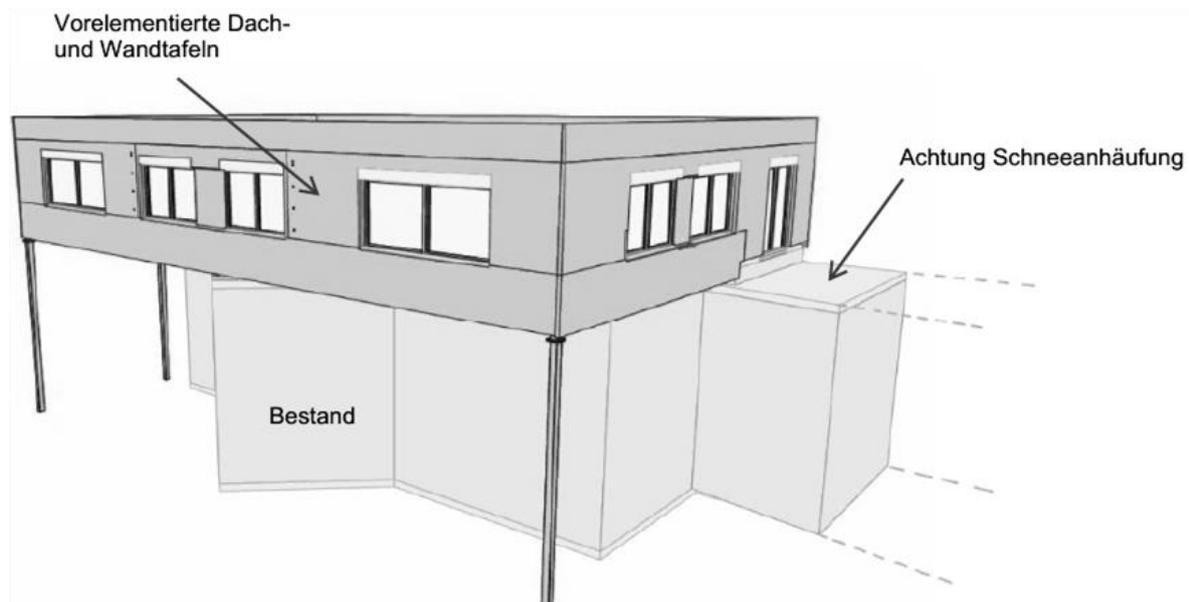


Abbildung 1: Aufstockung Holztafelbauweise und Detail
[Architekten: Glashaus Architekten PSG] [Zeichnung: Adams Holzbau – Fertigbau GmbH]

Durch die Aufstockung entsteht unter Umständen ein größerer Höhengsprung zu der Nachbarbebauung. Hier sind die anzusetzenden höheren Schneelasten zu berücksichtigen.

Bei den Aufstockungen ist insbesondere der Brandschutz zu beachten. Beispielsweise bei der Aufstockung eines 3-geschossigen Gebäudes, wechselt das Gebäude nach LBO von der GK 3 in die Gebäudeklasse 4. Dies gilt für das gesamte Gebäude. D.h. für das vorhandene Gebäude, das nach alter Bauordnung für eine Branddauer von 30 Minuten ausgelegt werden musste (F 30), gilt nach der Aufstockung eine Forderung von 60 Minuten (R 60). Dies ist bei der Bestandskonstruktion zu untersuchen.

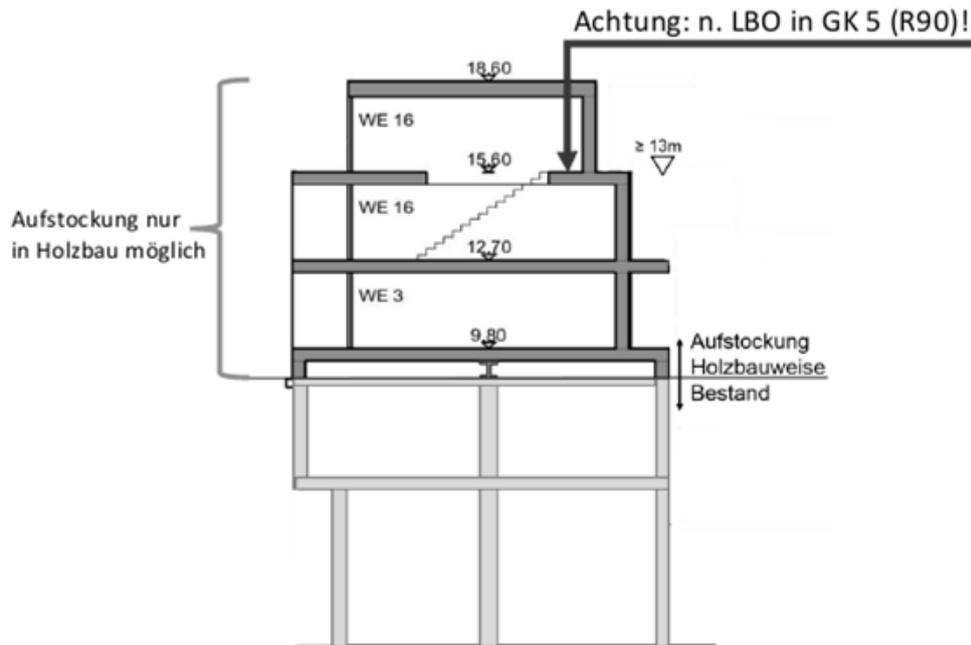


Abbildung 2: Schnitt Aufstockung [hks Architekten]



Abbildung 3: Ansicht Aufstockung [hks Architekten]

Ein weiterer größerer Einsatz von dem Baustoff Holz im Bauwesen, sind größere Bestandsimmobilien wie Industriehallen, entweichte Kirchen oder viele weitere Gebäude. Für diese Gebäude sind in vielen Fällen sogenannte Haus-in-Haus Konstruktionen in Holz sinnvoll.

1.1. Bestandsimmobilie Schwimmbad

Bei dem Gebäude handelt es sich, vom Grundriss aus gesehen, um ein 3-flügeliges Gebäude. Das Gebäude wurde Anfang der 1920er Jahre errichtet. Statische Unterlagen waren nicht vorhanden.

In den beiden äußeren Flügeln sind die Schwimmbäder vorhanden, damals getrennt nach Männern und Frauen. Im mittleren Bereich war die Verwaltung etc. untergebracht.

Abbildung 4a: Bestand Draufsicht
[Bauherr und Investor: Greyfield Management GmbH]

Abbildung 4b: Bestand Ansicht

Die Konstruktion des Gebäudes besteht aus gebranntem Vollziegel. Die frei tragenden Decken wurden seinerzeit schon in Stahlbeton errichtet. Über den Schwimmbädern befindet sich ein gebogener Satteldachbinder aus Stahlbeton als tragende Dachkonstruktion.

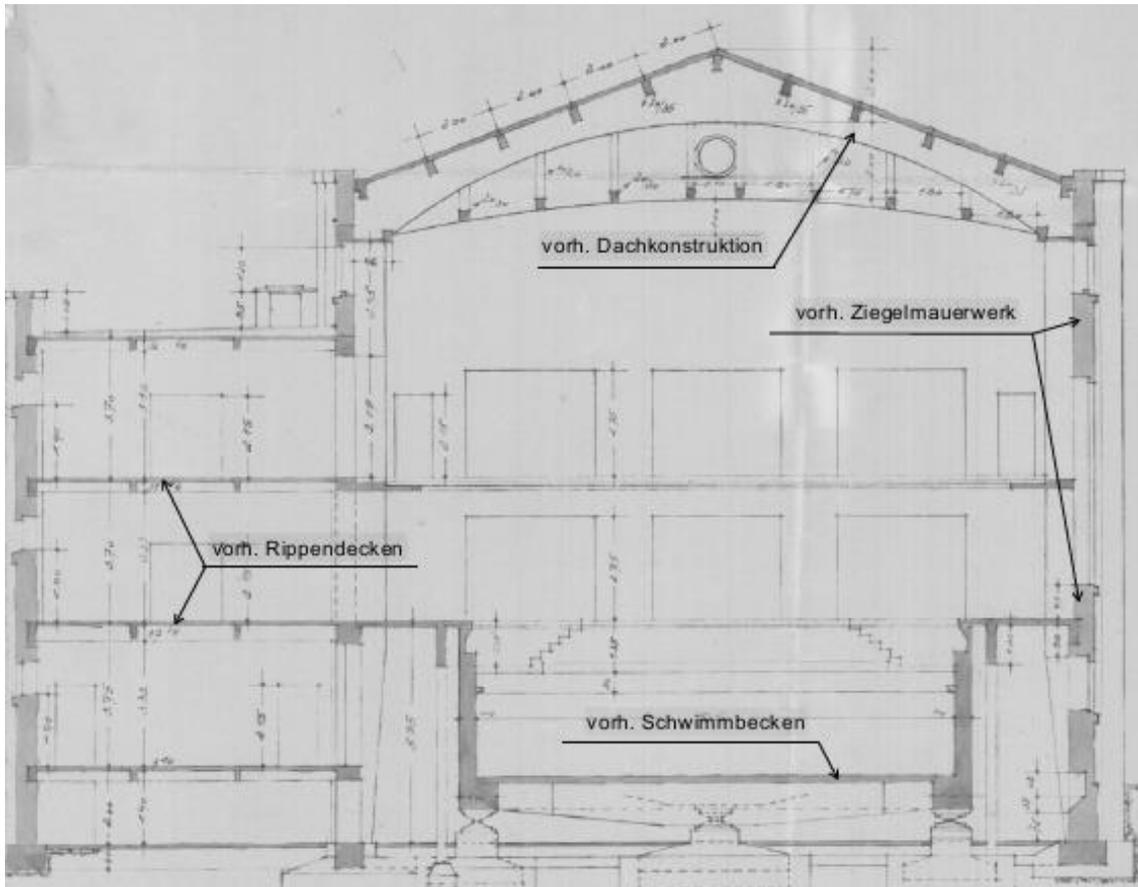


Abbildung 5: Schnitt Bestand [Triade Architekten]

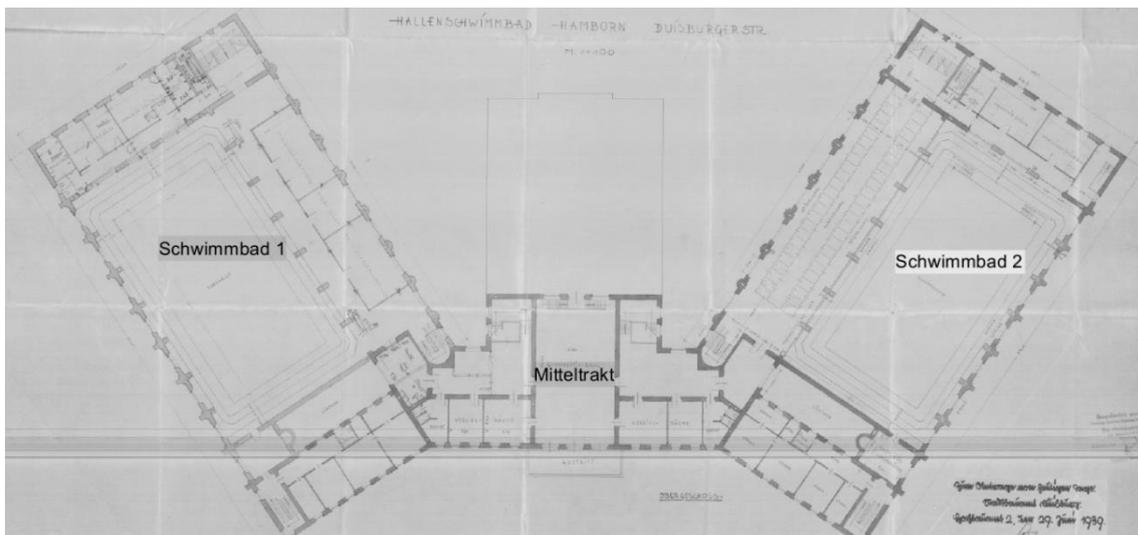


Abbildung 6: Grundriss Bestand [Triade Architekten]

Die Binder bleiben erhalten, jedoch wird die Dacheindeckung größtenteils entfernt, so dass das gesamte vorhandene Gebäude in diesen Bereich nach oben offen ist.

Bei den an die Schwimmbäder angrenzenden Gebäudeteilen handelt es sich einschließlich des Untergeschosses um einen 4-geschossigen Bereich. Bei der statischen Konstruktion der freitragenden Decke handelt es sich um eine Rippendecke mit einem minimalen Deckenspiegel von ca. 6 cm.

Querschnitt Rippendecke

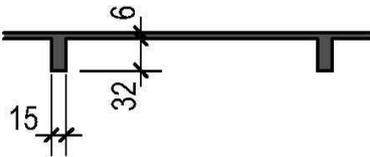


Abbildung 7a: Querschnitt Rippendecke Detail [B. Walter Ing. GmbH]



Abbildung 7b: Rippendecke [B. Walter Ing. GmbH]

1.2. Vorgesehene Planung am Gebäude

In dem Gebäude sollen Büroräume für das Jobcenter der Stadt Duisburg untergebracht werden. Zum Teil werden die Bestandsräume zu Büroräumen umgebaut. Innerhalb der Schwimmhalle werden in einem sogenannten Haus-in-Haus System neue Büroflächen erstellt. Bei dem Baustoff für diese Büroräume hat man sich sehr schnell für den Baustoff Holz entschieden. Ein wesentlicher Grund war die Montage des neuen Gebäudes. Sämtliche Lasten müssen über das Dach in das Innere des Bestandsgebäudes hineingehoben werden. Hier war der leichte Baustoff mit seinen vorelementierten Teilen eine unschlagbare Alternative.

Ein weiteres starkes Argument war die Statik. Nur durch den Baustoff Holz konnten die Lasten, ohne wesentliche Verstärkungen der Bestandskonstruktion, auf dem Schwimmbadboden aufgelagert werden. Die Einzellasten aus dem neuen Bürogebäude wurden über Verteilungsbalken, die auf der Bodenplatte des Schwimmbades montiert wurden, verteilt.

Zudem war für den Bauherren entscheidend, den ökologisch wertvollen Baustoff bei diesem Bauvorhaben einzusetzen.

Weitere Büroflächen werden auf dem ehemaligen Flachdach neben der Schwimmhalle geplant. Bei der Konstruktion dieser Aufstockung handelt es sich um vorelementierte Holztafelwände, das Dach besteht aus einer 16 cm dicken Brettstapeldecke, bei einer Spannweite von ca. 4,60 m.

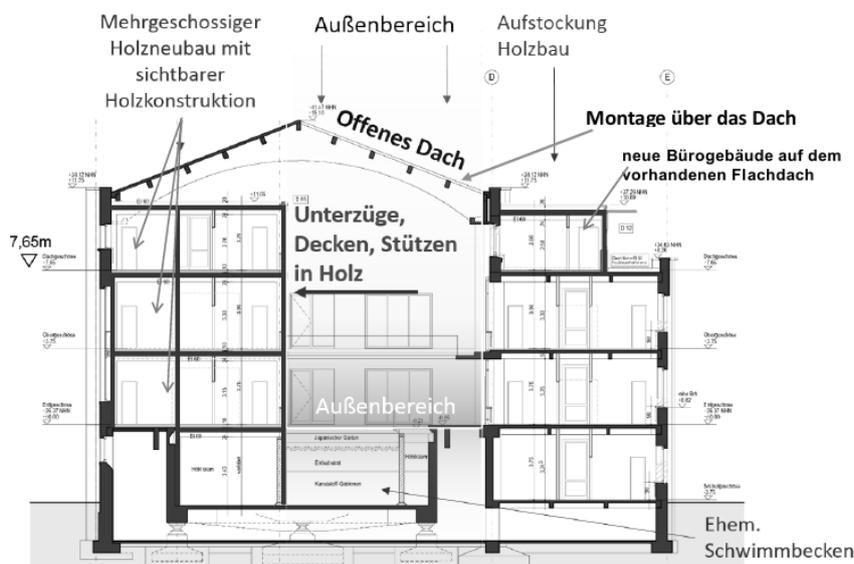


Abbildung 8: Schnitt Umbau [Triade Architekten]

Aus architektonischen Gründen und aus Gründen des Sonnenschutzes erhält dieser Bürotrakt eine ca. 1,50 m lange Auskragung. Aus Gründen der Bauphysik wurde eine auf die Brettstapeldecke aufgeschraubte Kerto Q-Platte gewählt. Neben den bauphysikalischen Vorteilen, ist hier eine architektonisch elegante schmale Kante zu sehen. Die Kerto-Platte bleibt an der Unterseite sichtbar.

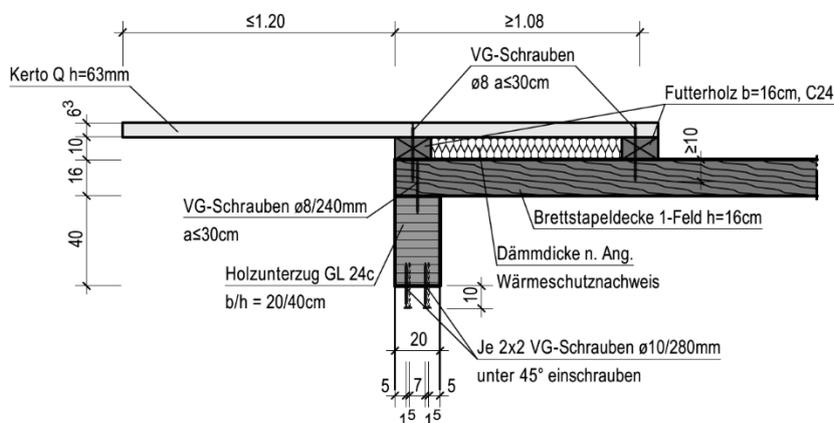


Abbildung 9: Detail Kerto Q-Platte [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

In dem mittleren Teil des Gebäudes wird die vorhandene Stahlbetondecke in Teilbereichen zurückgebaut. Die Decke wird tiefer gelegt, um einen höhengleichen Zugang herstellen zu können.

Auch in diesem Bereich ist ein Bürotrakt vorgesehen. Mit Ausnahme der Randversteifungen, in Angrenzung an die verbleibende Stahlbetonkonstruktion, wird die gesamte Tragkonstruktion in Holzbauweise erstellt.

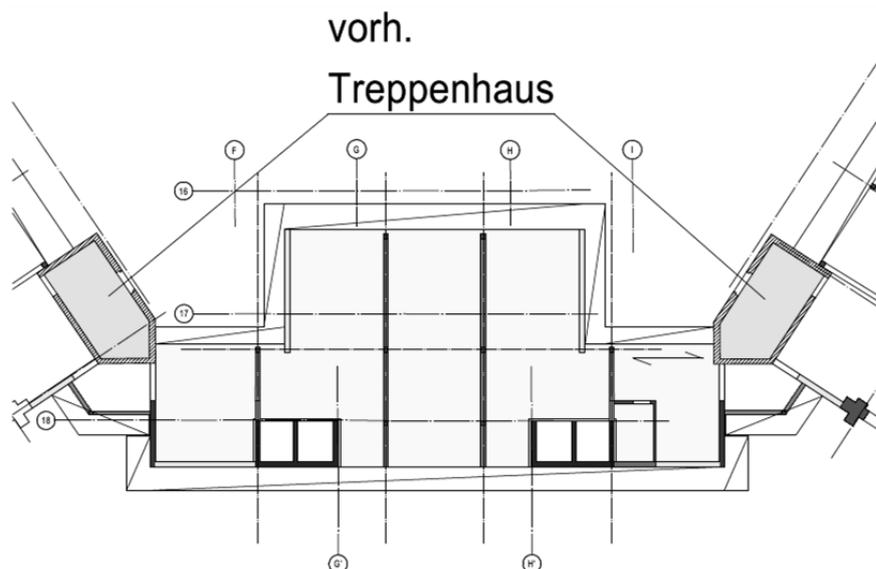


Abbildung 10: Grundriss Mitteltrakt Dachgeschoss [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

1.3. Statische Überprüfung der Bestandskonstruktion

Wie beschrieben, waren keine statischen Unterlagen vorhanden. Daher war es erforderlich, an mehreren Stellen Bauteilöffnungen vorzunehmen. Die vorhandenen Decken konnten für die heute anzusetzenden Verkehrslasten nach den heute gültigen Eurocodes statisch nachgewiesen werden.

Schwieriger war der Nachweis des geforderten Brandschutzes von 60 Minuten für die Bestandskonstruktion. Hier musste zum Teil in die Trickkiste gegriffen werden. Beispielsweise wurde bei der Heißbemessung der Unterzüge eine gewisse Einspannung in das Aussenmauerwerk für den Lastfall Brand angesetzt.

Im Bereich der Schwimmhallen lagert der geplante 3-geschossige Bürotrakt auf der Bodenplatte des Schwimmbades auf. D.h. die Lasten aus dem Bürogebäude werden statisch von der Konstruktion des Schwimmbades aufgenommen. Eine wesentliche Verstärkung der Konstruktion ist nicht erforderlich.

In den Bestandsplänen sind Pläne der Konstruktion des Schwimmbades vorhanden. Das gesamte Schwimmbad ist auf 3 Punkten gelagert. Es wird vermutet, dass dies mit der Bergbautätigkeit in diesen Gebieten in Zusammenhang steht. Eine 3-Punkt gelagerte Platte ist zwängungsfrei gelagert, die Lager können allenfalls schief untereinander sein, jedoch kann die Konstruktion nicht wackeln und es können keine Zwängungskräfte durch Bodenabsenkung in der Konstruktion auftreten.

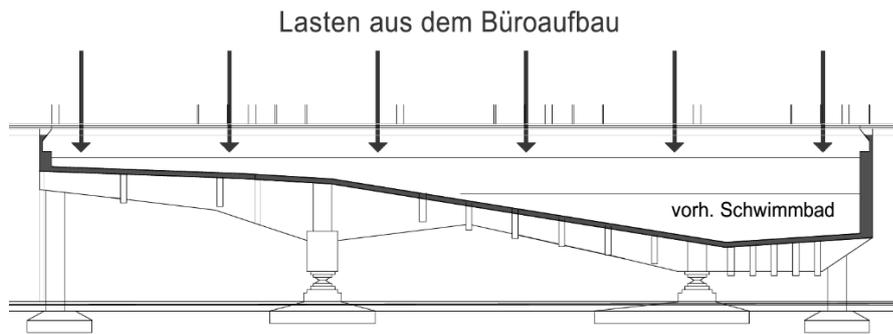


Abbildung 11: Längsschnitt Becken [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

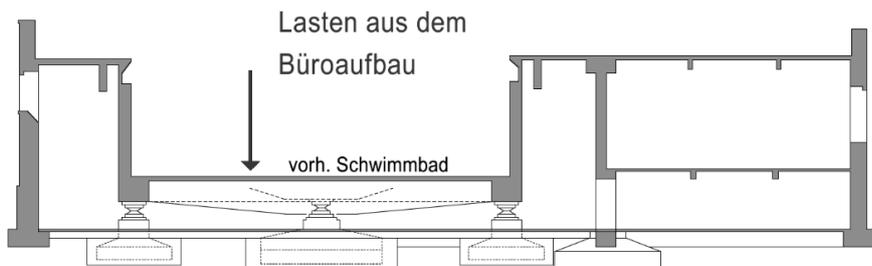


Abbildung 12: Querschnitt Becken [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

1.4. Brandschutz

Tabelle 1: Gebäudeklassen nach MBO 2002 [holzbauhandbuch | Reihe 3 | Teil 5 | Folge 1 | S.11]

GK 1a	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
freistehende Gebäude OKF ≤ 7 m ≤ 2 Nutzungsein. Σ NE ≤ 400 m ² 	nicht freistehende Gebäude OKF ≤ 7 m ≤ 2 Nutzungsein. Σ NE ≤ 400 m ² 	sonstige Gebäude mit einer OKF ≤ 7 m 	OKF ≤ 13 m Nutzungsein. mit jeweils ≤ 400 m ² 	sonstige Gebäude 
GK 1b freistehende Gebäude land- und forstwirtschaftl. genutzt 				
Feuerwehreinsatz mit Steckleitern möglich			Feuerwehreinsatz mit Drehleitern nötig	

Die Höhe des obersten Fußbodens beträgt **mehr als 7 m**. Nach der LBO NRW wird das Gebäude in die Gebäudeklasse **GK 4** eingestuft. Eine weitere Forderung ist, die Nutzungseinheiten zu beschränken. Die jeweiligen Nutzungseinheiten der neuen Büroflächen betragen **weniger als 400 m²**.

D.h. an die tragenden und aussteifenden Bauteile wird die Brandschutzklassifikation R 60 EI gestellt. Die Bauteile müssen zur Zeit nach LBO in der Klasse K2 60 gekapselt werden. **Zur Erinnerung:** Eine Kapselung K260 bedeutet, dass die Temperatur bei einem Vollbrand auch an den Stielen und Riegeln nach 60 Minuten unterhalb der Entzündungstemperatur von Holz, d.h. weniger als 270 ° C beträgt. Für die Ausführung bedeutet eine K2 60-Kapselung eine Ausführung der Holztafelwände mit einer 2-lagigen Gipsfaserbeplankung von jeweils 18 mm.

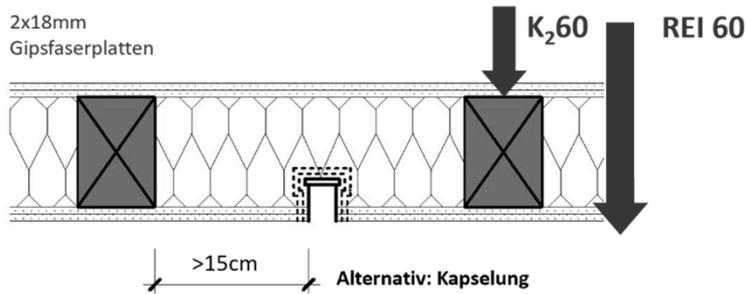


Abbildung 13: Kapselung R 60 K₂60 [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

Für die notwendigen Fluchtwege musste im Bestand ein neues, massives Treppenhaus über alle Geschosse errichtet werden. Auf der gegenüberliegenden Seite des Treppenhauses wurde eine neue Türe in einer Bestandswand hergestellt, über die ein weiterer Fluchtweg möglich ist.

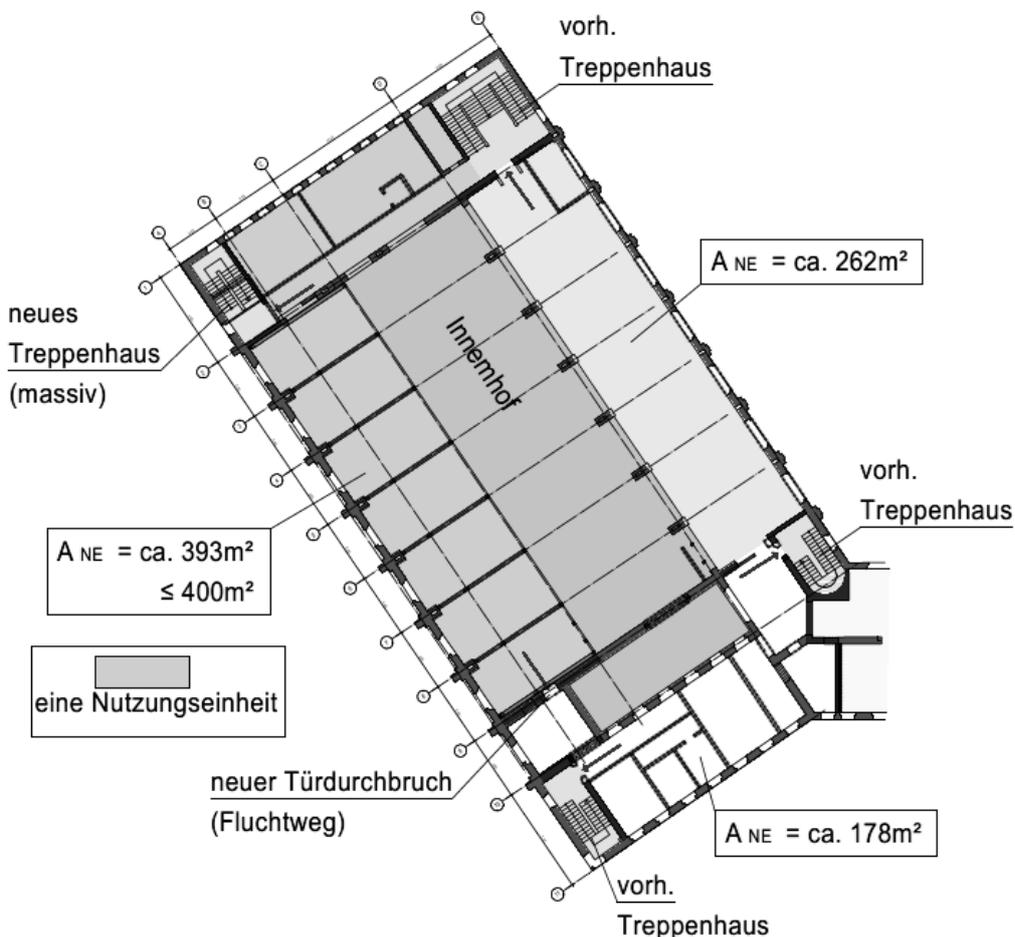


Abbildung 14: Bestandsplan mit Treppe, Wanddurchbrüchen und Nutzungspfeilen [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

Nach der neuen Musterholzbaurichtlinie, können alternativ zu der Kapselung sichtbare Holzbauteile in der massiven Holzbauweise, wie Brettstapeldecken oder auch Brettsperrholzdecken ausgeführt werden.

Die Branddauer von 60 Minuten muss nach dem EC 5 Teil 2 rechnerisch nachgewiesen werden. Insbesondere ist hierbei die Weiterleitung des Rauches und der Temperatur bei raumabschließenden Wänden und Decken zu beachten.

Nachfolgend sind einige Details zur Ausführung bei sichtbaren Dickholzkonstruktionen nach der Musterholzbaurichtlinie aufgeführt.

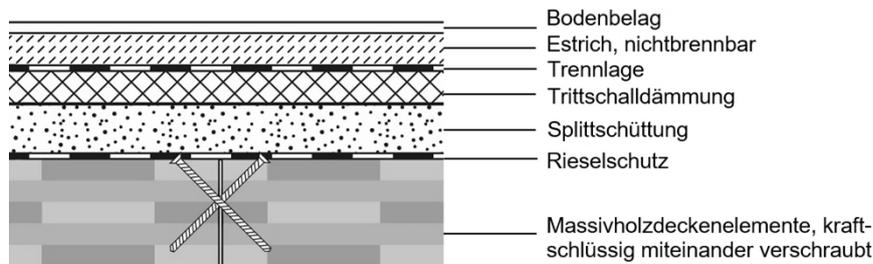


Abbildung 15: unbelagte Massivholzdecke mit verschraubter Elementfuge und mehrlagigen Fußbodenaufbau (Vertikalschnitt) [Muster-Richtlinie 23.05.19]

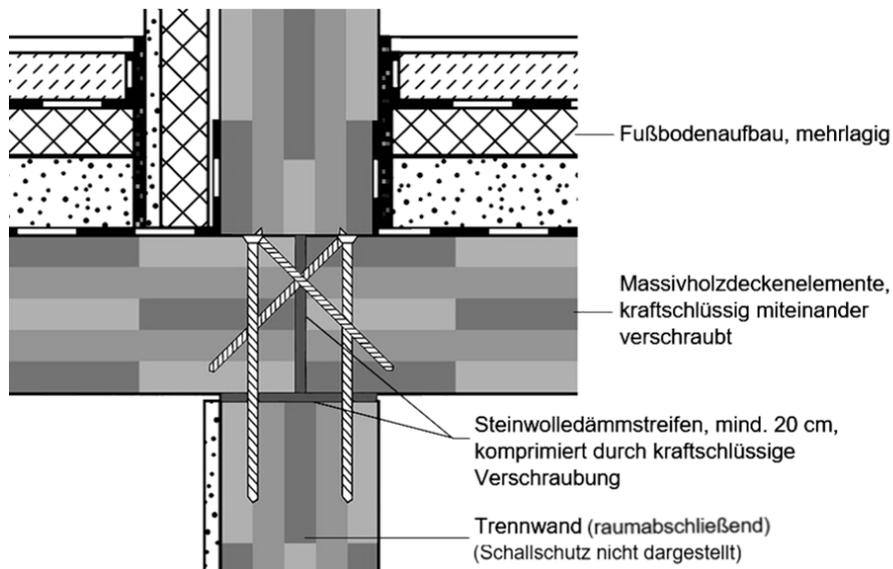


Abbildung 16: Bauteilanschluss raumabschließende Wand / Decke (Vertikalschnitt) [Muster-Richtlinie 23.05.19]

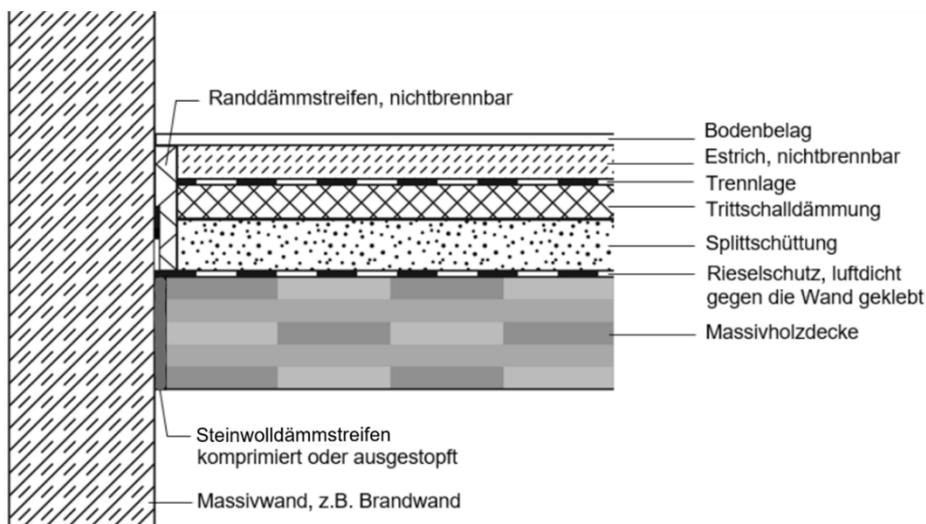


Abbildung 17: Bauteilanschluss unbelagte Massivholzdecke an Massivwand (Vertikalschnitt) [Muster-Richtlinie 23.05.19]

Die Musterholzbaurichtlinie ist zur Zeit noch nicht bauaufsichtlich eingeführt, **nach Meinung des Verfassers spiegelt sie jedoch den derzeitigen Stand der Technik wieder.**

Bei dem Gebäude müssen insbesondere die Anschlüsse an den Bestand detailliert werden. Dies erfolgt über eine nichtbrennbare Dämmung und ggf. über Brandschutzdichtungsbänder.

Nach der Musterholzbaurichtlinie müssen die Fugen bei Vorhandensein einer Schüttung, die aus Schallschutzgründen ohnehin erforderlich ist, nicht weiter bezüglich eines Rauchdurchtritts behandelt werden.

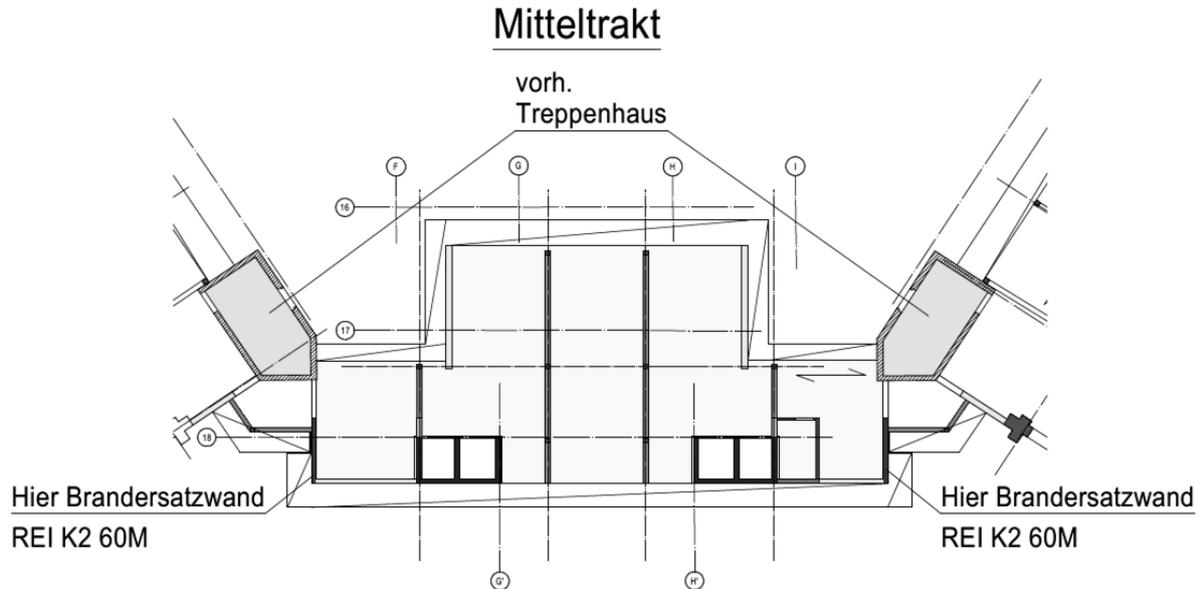


Abbildung 18: Teilgrundriss Mitteltrakt [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

Die beiden äußeren Flügel, in denen die Schwimmbäder vorhanden sind, sind lt. Brandschutzkonzept von dem mittleren Teil zu trennen. Wenn nicht in diesem Bereich die Bestandsmauerwerkswände vorhanden sind, ist bei den neu zu errichtenden raumabschließenden Wänden eine Klassifizierung **R EI K2 60M** erforderlich. D.h., diese hochfeuerhemmenden Wände müssen nach der geforderten Branddauer von 60 Minuten den nach Norm erforderlichen Pendelschlag erfüllen.

Holztafelwände Typ 1 (REI K2 60M) M. 1:10

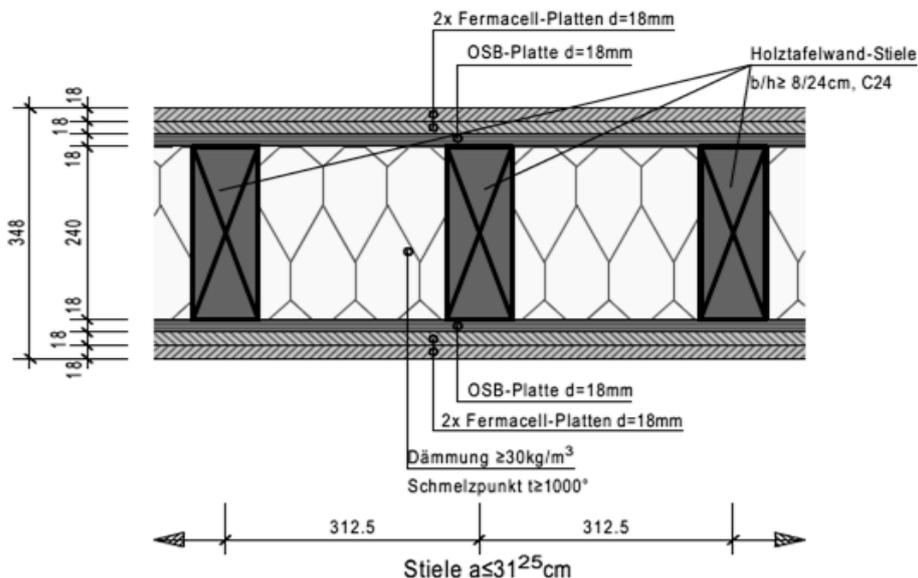


Abbildung 19: Detail Holztafelwand [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

Zusätzlich zu der 2 x 18 mm dicken Gipsfaserplatte muss innenseitig, beidseitig jeweils eine 18 mm OSB-Platte angeordnet werden. Eine weitere Bedingung ist, den Stielabstand auf 31,5 cm zu begrenzen.

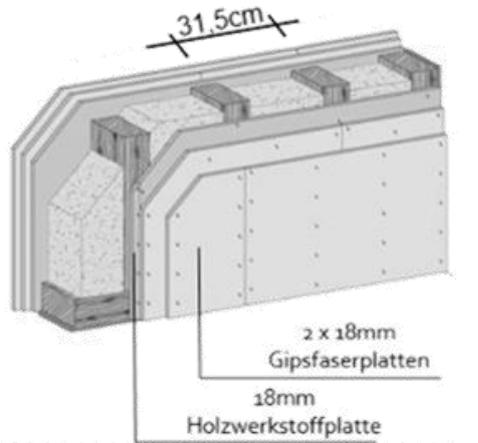


Abbildung 20: Wandaufbau für mechanisch-beanspruchte Wand mit Holzwerkstoffplatte 18mm [Fermacell]

Als weitere Kompensationsmaßnahme wird eine auf die Feuerwehr **aufgeschaltete Brandmeldeanlage** vorgesehen. Hierdurch erfolgt eine zeitnahe Alarmierung der Feuerwehr.

1.5. Bauphysik

Der Nachweis der ENEC erfolgt nach dem Bauteilverfahren. Aus Gründen des Denkmalschutzes ist eine außen angebrachte Dämmung nicht zugelassen. Bei einzelnen kritischen Bereichen erfolgt eine Temperaturberechnung, um eine mögliche Kondensatbildung auszuschließen.

Temperaturfeld

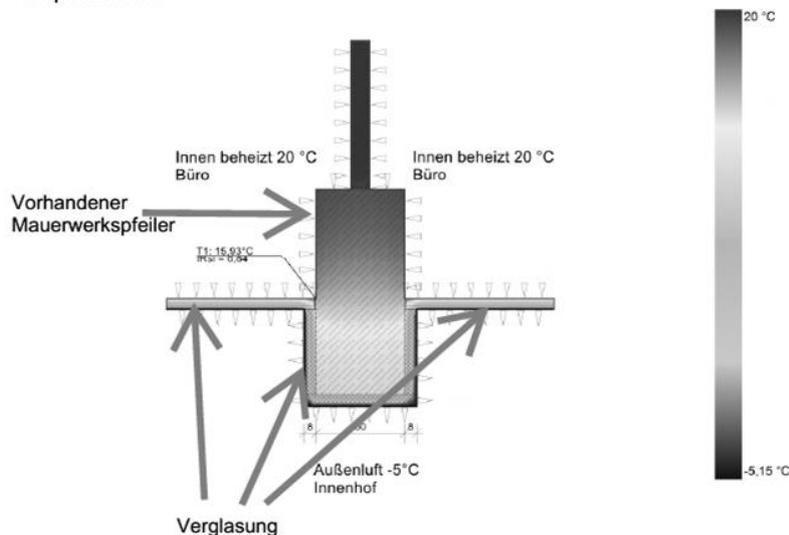


Abbildung 21: Horizontalschnitt Bestandsstütze (Dämm. 8 cm) – Anschluss neues Fenster [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

Bei den Wärmebrückenberechnungen handelt es sich um eine Überprüfung der erforderlichen Oberflächentemperatur $> 12,6^{\circ}\text{C}$ auf der Innenseite im Bereich Fensteranschluss/Bestandsstütze um nachzuweisen, dass das Schimmelpilzkriterium eingehalten wird.

Der außenliegende Schallschutz ist wegen der dicken vorhandenen Ziegelwände kein Problem. Bei den jeweiligen Geschossen handelt es sich um eine Nutzungseinheit, so dass hier keine Anforderungen bezüglich des Schallschutzes bestehen.

Die Geschosdecken werden nach der DIN 4109 für einen etwas erhöhten Schallschutz ausgelegt. D.h. der geplante Luftschall beträgt mehr als 56 dB und der geplante Trittschall

weniger als 48 dB. Dies wird erreicht durch eine 6 cm Wabenschüttung und eine 4cm dicke Trittschalldämmung mit einer dynamischen Steifigkeit von $s' \leq 7 \text{ MN/m}^3$.

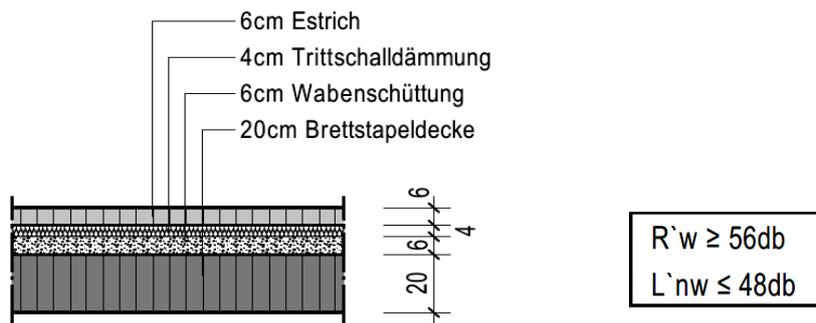


Abbildung 22: Deckenaufbau [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

2. Tragwerksplanung

2.1. Mehrgeschossiger Bürotrakt

Die einzelnen Büroebenen sollen von der Nutzung her gesehen, flexibel bleiben. Daher werden keinen statisch tragenden Wandscheiben eingesetzt. Bei der Wahl der Tragkonstruktion war immer die begrenzte Montagemöglichkeit über die Dachebene zu berücksichtigen.

Die Decken, bis auf die Dachdecke, bestehen aus 20 cm dicken Brettstapeldecken, die als Einfeldträger über ca. 4,8 m Länge spannen. Aufgelagert werden diese Decken auf einem 24/52 cm großen BSH-Träger der Festigkeitsklasse GL 24c.

Der BSH-Unterzug wird als 2-Feldträger ausgebildet. Wegen der relativ großen Höhe des Holzunterzuges und damit einhergehend geringen Kopfhöhe im Bereich der Holzunterzüge, werden die Brettstapeldecken oberseitig höhengleich angeschlossen. Zur besseren Montage werden die Unterzüge beidseitig 2 cm eingeschnitten. Die Vertikallasten werden über schräg eingeführte Vollgewindeschrauben übertragen.

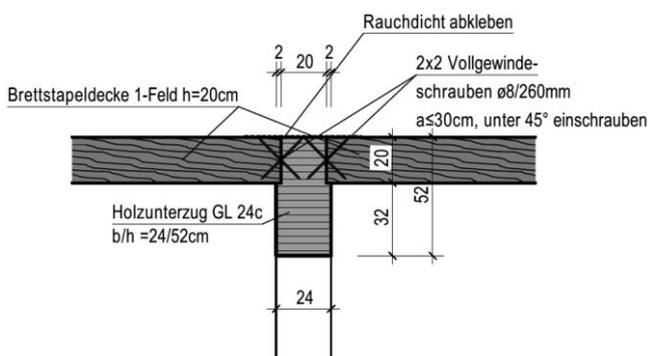


Abbildung 23: Eingeschnittener Unterzug [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

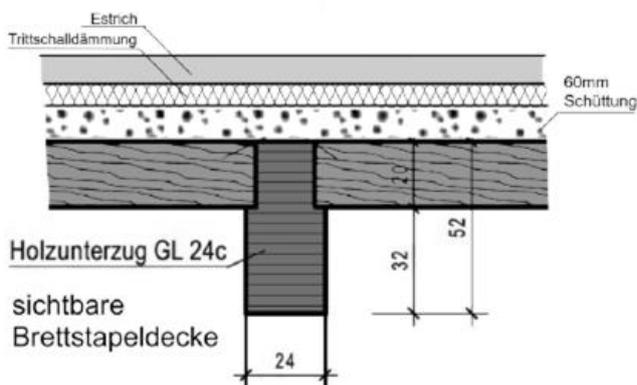


Abbildung 24: Geschossdecke [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

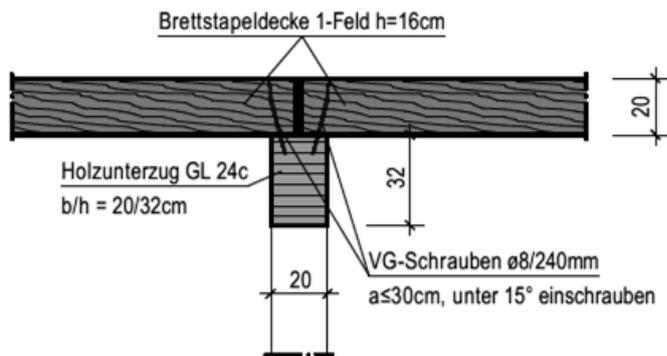


Abbildung 25: Dachdecke [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

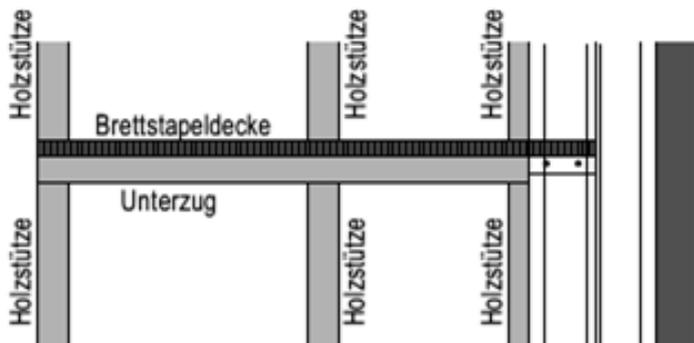


Abbildung 25.1: Querschnitt Geschossdecke [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

Wegen der Durchlaufwirkung der Unterzüge, erfolgt die Weiterleitung der Vertikallasten in die Stützen über die senkrechte Pressung zur Faser. Die Lasten im Erdgeschoss können über die Pressung der Hölzer nicht aufgenommen werden. Auch eine Verstärkung über Vollgewindeschrauben war an dieser Stelle nicht zielführend.

Es wurde ein Stahlbaudetail entwickelt, bei dem die Lasten über eine Stahlplatte in Höhe der Oberkante der Holzunterzüge in Stahlstäbe, die an einer Stahlplatte, die unterseitig des Balkens angeordnet wird, eingeleitet und von dort direkt in das Hirnholz der unteren Stütze geleitet wird.

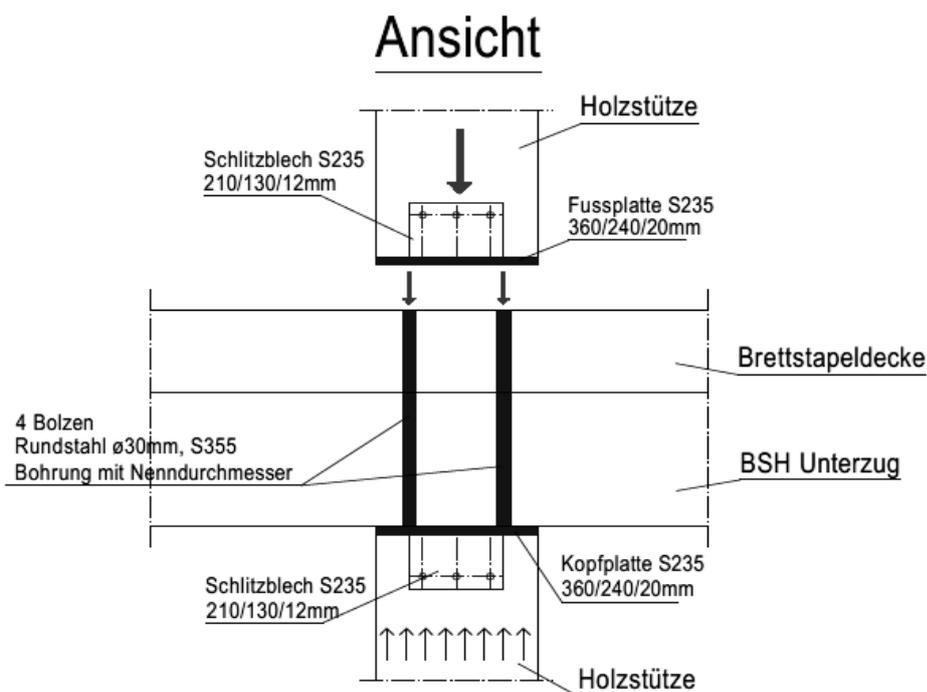


Abbildung 26: Weiterleitung der Vertikallasten über Stahlteile [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

Die Horizontalanbindung erfolgt an die massiven Pfeiler der Bestandskonstruktion.

2.2. Eingeschossiger Bürotrakt auf der vorhandenen Dachdecke

Das Sekundärtragsystem besteht auch bei dieser Konstruktion aus 1-achsig gespannten, 18 cm dicken Brettstapeldecken. Die Decken liegen auf einem ca. 4,60 m weit gespannten BSH-Träger, GL 24 c auf. Der Träger hat Abmessungen von 20/32 cm.

Wegen der höheren Lasten aus der Aufstockung, die als Einzellast auf die Bestandskonstruktion wirken und den neben dem Anbau anzusetzenden höheren Schneelasten, musste die Bestandskonstruktion über Stahlträger verstärkt werden. Sämtliche Stahlteile müssen eine R 60 Bekleidung erhalten.

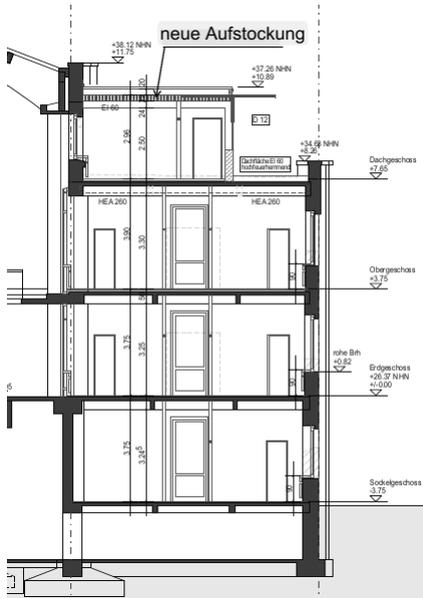


Abbildung 27a: Aufstockung Dachgeschoss [Triade Architekten]

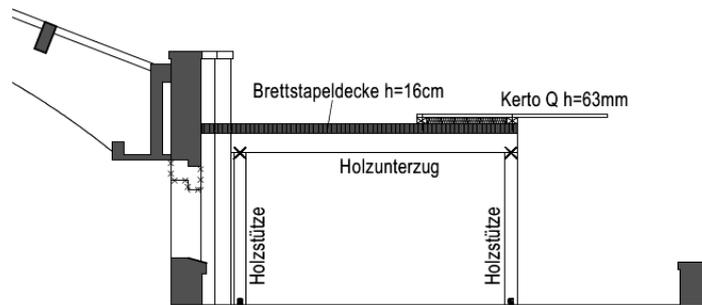


Abbildung 27b: Detail Aufstockung Dachgeschoss [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

2.3. Oberer Abschluss neues Treppenhaus

Auch der obere Abschluss des neu zu errichtenden Treppenhauses wird in der Holzbauweise errichtet. Die Wände werden als vorelementierte Holztafelwände erstellt.

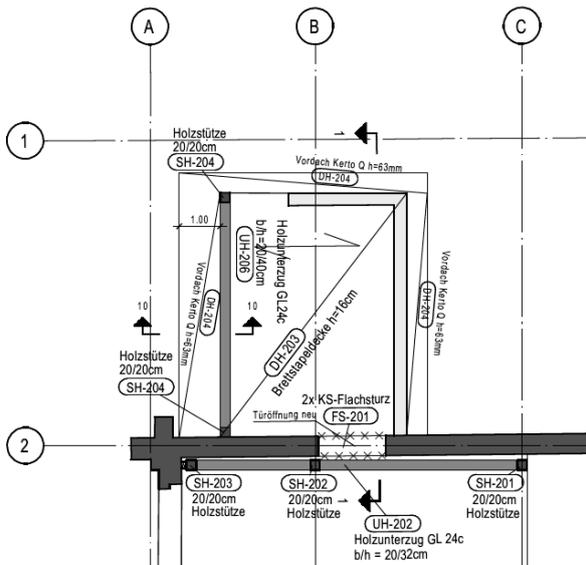


Abbildung 28: Grundriss Detail [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

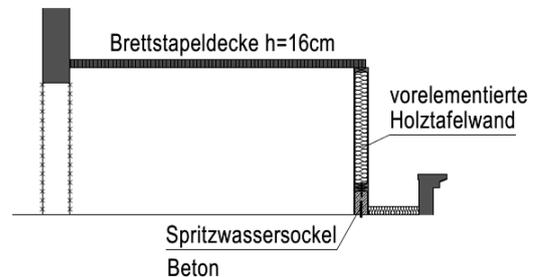


Abbildung 29: Schnitt Detail [B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH]

2.6. Fassade

Die Fassaden werden als vorelementierte Holzwände hergestellt. Jeweils in Deckenhöhe wird ein entsprechendes Passtück angeordnet.

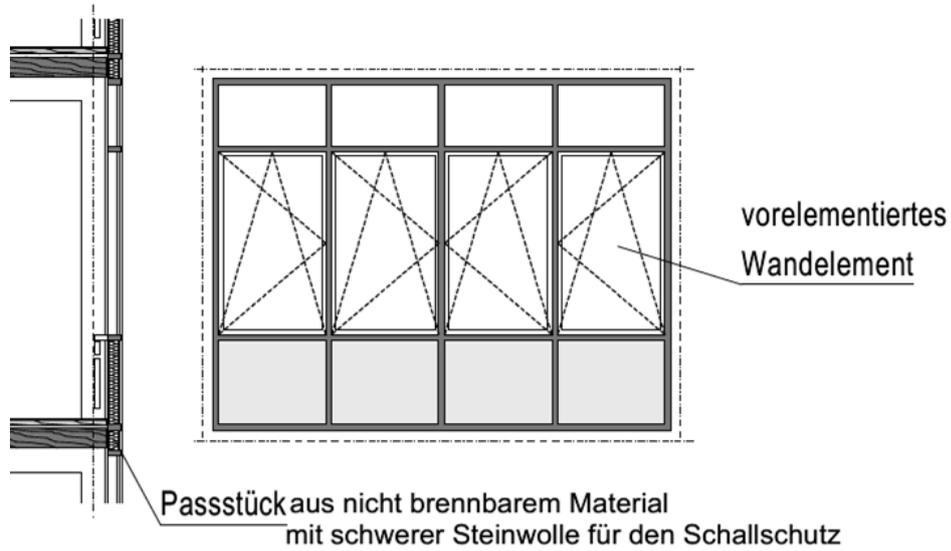


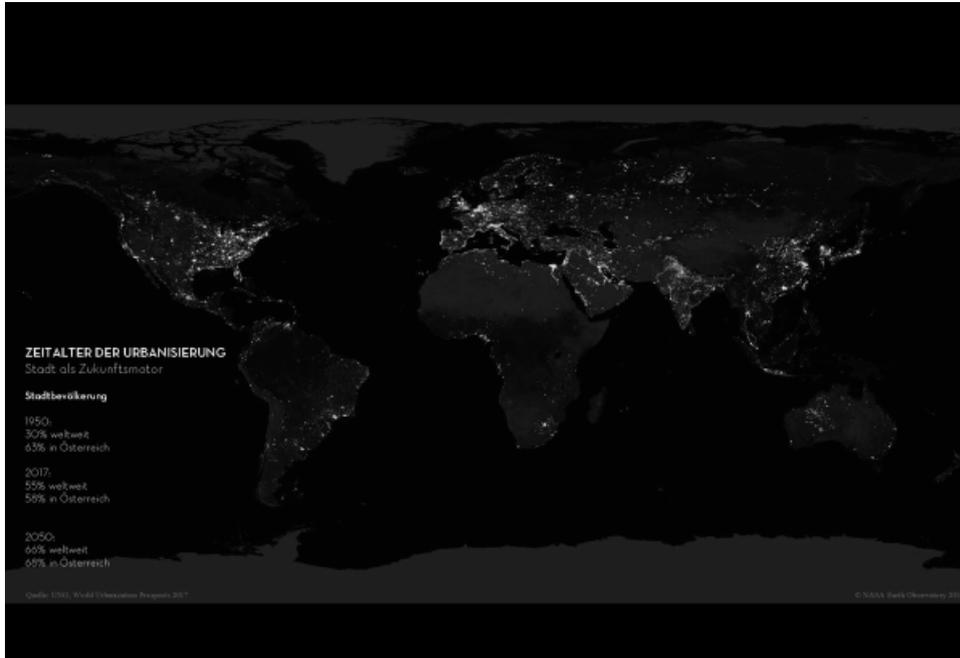
Abbildung 34: Detailzeichnung Fassade [Triade Architekten]

Urbaner Holzbau – das ist erst der Anfang

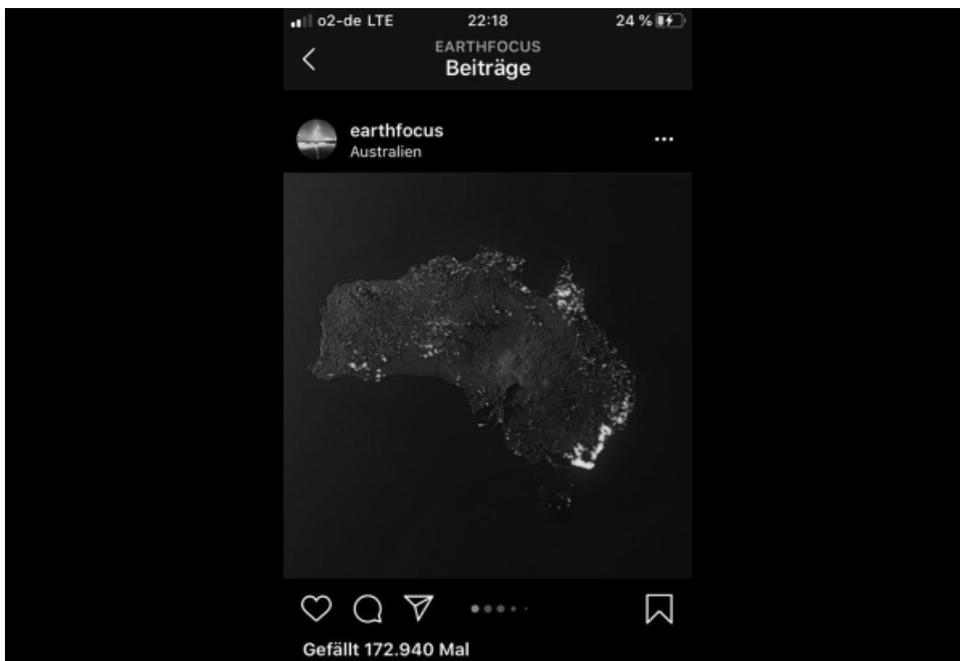
Prof. Tom Kaden
TU Graz/Kaden+Lager Architekten
Graz/Berlin, Österreich/Deutschland



Urbaner Holzbau – das ist erst der Anfang



IAT | Professor für
Architektur und Holzbau



IAT | Professor für
Architektur und Holzbau





IAT | Professor für Architektur und Holzbau

TU Graz



IAT | Professor für Architektur und Holzbau

TU Graz

Berliner Zeitung DUMONT NEWSNET

22.09.19, 17:24 Uhr

Joseph Vogl über Berliner Immobilienmarkt „Das ist eine Bereicherungsmaschine“

Von Kai Schlieter >



Kulturwissenschaftler Joseph Vogl an seinem Wohnzimmer-tisch in Kreuzberg: „Der Markt ist inzwischen zu einer Leerformel verkommen.“

Foto: Paulus Ponizak

170 MILLIARDEN SPEKULATIONS-GELD IN 10 JAHREN

IAT | Professor für Architektur und Holzbau



der Freitag
Das Meinungsmedium

525 Mietwohnungen in Schwabing

Mieter vorzweifelt gesucht (gerne auch mit Kindern)
Schwabing, Schwabing

614 € 153 m² 5 Zimmer

Eine neue Stadt

Beispiel: Es ist eine Debatte um bezahlbaren Wohnraum. Dabei ist die Lösung nicht so einfach, wie es scheint. Ein Gespräch mit dem Architekten Lars Pöhlke und dem Stadtplaner Kai Schlieter.

Gewerkschaften
Die Gewerkschaften sind in der Lage, die Interessen der Arbeitnehmer zu vertreten. Sie sind ein wichtiger Bestandteil der Sozialpartnerschaft in Deutschland.

Ergebnisse
Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Immobilienpreise in den letzten Jahren stark gestiegen sind. Dies hat zu einer Verringerung der Kaufkraft für viele Haushalte geführt.

Einige neue soziale Architektoren
Einige neue soziale Architektoren haben sich in den letzten Jahren etabliert. Sie setzen sich für bezahlbaren Wohnraum ein und arbeiten an innovativen Lösungen für die Wohnprobleme in den Städten.

IAT | Professor für Architektur und Holzbau



WISSENSCHAFT

Uno-Bericht zum Artensterben

Auf dem Weg in die ökologische Insolvenz

Umweltschutz muss man sich leisten können? Diese Denkweise der Kurzfrist-Ökonomen in Politik und Wirtschaft führt zur Zerstörung unserer Lebensgrundlagen. Zeit für ein neues Werteverständnis.

Ein Kommentar von Christian Schwägerl

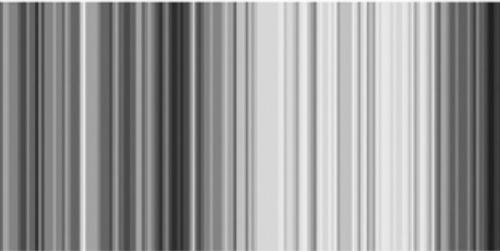


IAT | Professor für Architektur und Holzbau



guardianaustralia

'Warming stripes' represent annual temperatures from 1850 to 2019, with darker reds representing the warmest years



Source: Ed Hawkins

IAT | Professor für Architektur und Holzbau





IAT | Professor für
Architektur und Holzbau

TU
Graz

Werteunion und die Neue Rechte

Koalition der Klimawandelleugner

In einem neuen Aufruf stellen Politiker mehrerer Parteien die Klimapolitik der Bundesregierung infrage. Mittendrin: die Werteunion, selbsternannter konservativer Flügel der CDU/CSU.

Von Susanne Götze und Annika Joeres
25.01.2020, 16:38 Uhr

The photograph shows a group of people seated in an audience, likely at a conference or meeting. Some individuals are clapping. The scene is captured in black and white.

IAT | Professor für
Architektur und Holzbau

TU
Graz



IAT | Professor für Architektur und Holzbau

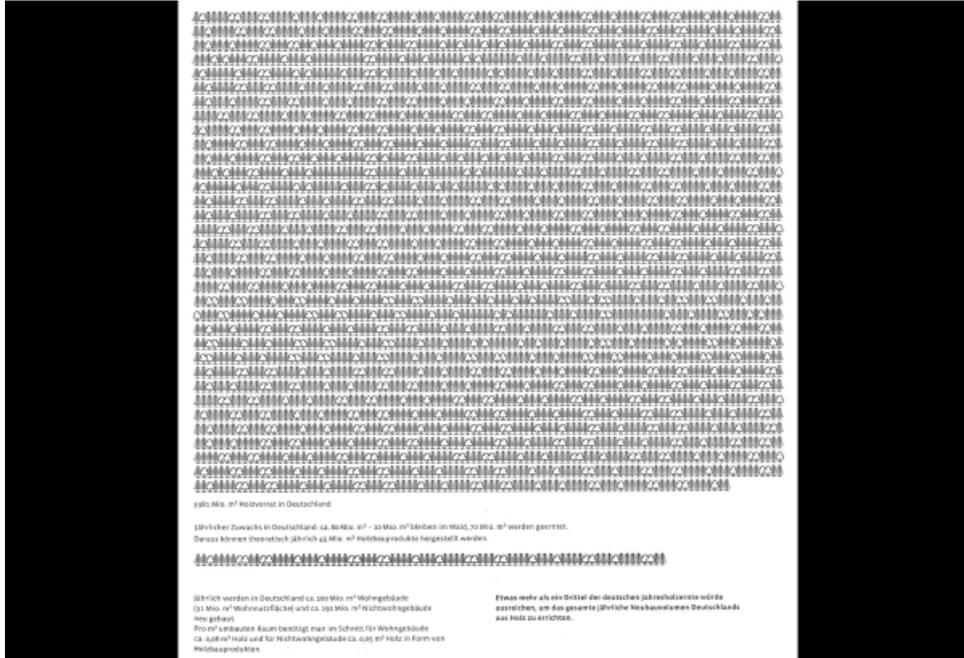
Von **Alexander Jung**



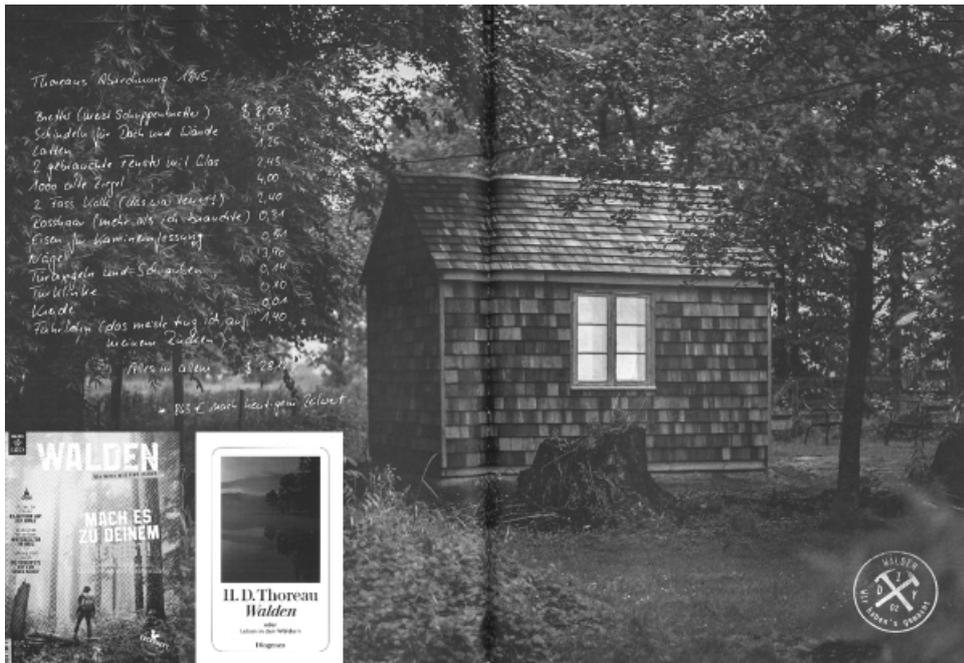
IAT | Professor für Architektur und Holzbau

Leonhard Foeger/ REUTERS





IAT | Professor für Architektur und Holzbau



IAT | Professor für Architektur und Holzbau





Biologie über Deutschlands bekanntesten Förster

"Herr Wohlleben vermittelt kein Wissen, sondern betreibt Unterhaltung"

Nun ist der Millionen-Bestseller "Das geheime Leben der Bäume" auch im Kino zu sehen. Unter Wissenschaftlern und Forstexperten herrscht jedoch bisweilen Entsetzen über die romantischen Darstellungen Wohllebens. Ein Interview von Janne Kieselbach

IAT | Professor für Architektur und Holzbau




Berliner Zeitung, Nummer 01, Montag, 01. Januar 2014
Seite 5

Das Leiden der Bäume

Zwei viel zu trockene Jahre machen den Wäldern zu schaffen. Die Wasserversorger im Boden sind leer und es bräuhet sehr viel Regen, um sie wieder aufzufüllen. Besonders schlecht geht es Laubbäumen, die doch so wichtige sind beim Abschneiden von der anfälligen Nadelkultur. Ein Besuch im Grünseler Forst in Nordbrandenburg

Von Jens Meißnerwagel, Lahnauke

IAT | Professor für Architektur und Holzbau





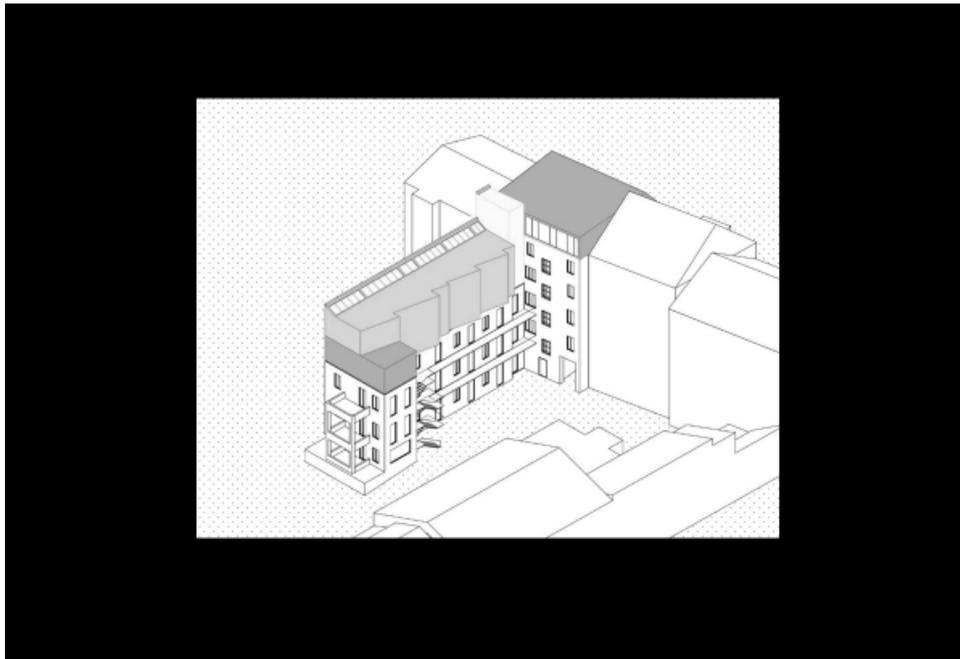
IAT | Professor für
Architektur und Holzbau



Abbildung 3: p1 Berlin, Baugruppe



Abbildung 4: p1 Berlin, Baugruppe, Innenhof



IAT | Professor für
Architektur und Holzbau



Abbildung 5: k145 Berlin, Deutsches Chorzentrum Berlin-Neukölln



k145
Projektverlauf



Nordfassade

IAT | Professor für
Architektur und Holzbau



Abbildung 6: k145 Berlin, Deutsches Chorzentrum Berlin-Neukölln



Abbildung 7: skajo, Heilbronn, Stadsiedlung Heilbronn



Abbildung 8: skajo, Heilbronn, Stadsiedlung Heilbronn



IAT | Professor für
Architektur und Holzbau



Abbildung 9: Oberschule B.-Lichtplatz Leipzig, Programm «Sofortschule»



IAT | Professor für
Architektur und Holzbau



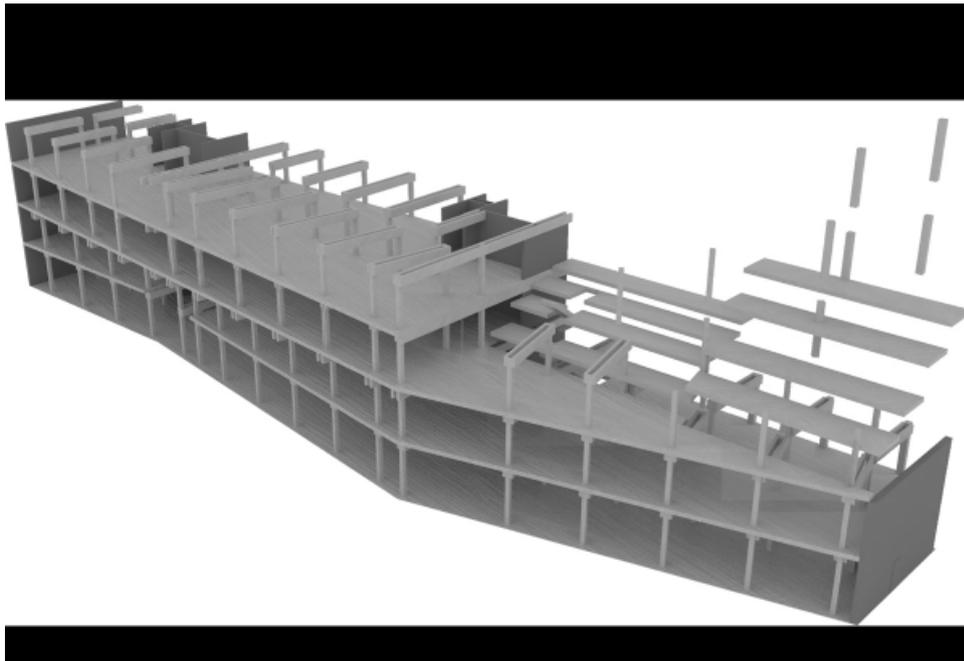
Abbildung 10: Oberschule B.-Lichtplatz Leipzig, Mensa



Abbildung 11: Universität Witten-Herdecke



Abbildung 12: Universität Witten-Herdecke, Hörsaal



IAT | Professor für
Architektur und Holzbau



Abbildung 13: Verwaltung SEO Luxemburg



IAT | Professor für
Architektur und Holzbau



Abbildung 14: Verwaltung SEO Luxemburg

**Schnelles Bauen – durch vorgefertigte
modulare Elemente und/oder Raumzellen**

GdW Rahmenvereinbarung serielles und modulares Bauen

Fabian Viehrig
GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V.
Berlin, Deutschland

GdW Rahmenvereinbarung serielles und modulares Bauen

Die Wohnungswirtschaft muss in den kommenden Jahren viele Herausforderungen meistern. Eine große Herausforderung stellt vielfach der Wohnungsneubau dar. Daneben gewinnt aber auch das Thema der energetischen Sanierung gerade im Lichte der klimapolitischen Zielsetzungen an enormer Relevanz. Es steht jedoch weniger die konkrete technische Lösung im Vordergrund. Vielmehr ist heute noch nicht klar, wie es gelingen soll, die damit verbundenen sozialen Folgen auf Grund der einhergehenden Wohnkostensteigerungen zu bewältigen. Denn genauso wie im Neubau ist es in der Sanierung bisher nicht gelungen, eine anspruchsgerechte Lösung mit dem passenden Preisschild zu präsentieren. Viel Hoffnung ruht dabei auf industriellen Lösungen und den damit erhofften Effizienzgewinnen, die sich in geringeren Baukosten spiegeln sollen. Bisher ist es bei der Hoffnung geblieben. Immer bessere Produkte und höhere Standards treiben die Kosten bzw. Preise und öffnen die Schere zwischen notwendigen Mieten zur Baufinanzierung und leistbaren Mieten.

Neben den genannten Themen wird es in Zukunft aber auch um ressourcenschonendes Bauen sowie nachhaltiges Bauen gehen. Das Bewusstsein für die Zusammenhänge zwischen dem Bauen und der Umwelt steigt stetig. Auch umweltgerechte Finanzierungsformen, wie Green Bonds, ändern das Auftragsverhalten der Bauherren.

Zur Bewältigung der bestehenden Herausforderung auf dem Wohnungsmarkt wurde in der vergangenen Legislaturperiode das Bündnis für bezahlbares Wohnen und Bauen ins Leben gerufen. In vielen Arbeitsgruppen wurden Schwerpunkte wie Recht, Grundstücke und Kosten behandelt. Ein Ergebnis aus der Baukostensenkungskommission war, dass das serielle und modulare Bauen helfen könnte, bisher ungenutzte Effizienzpotenziale im Planen und Bauen zu heben, um damit Kosten- und Zeitersparnisse zu realisieren. Zudem könnten durch industrielle Produktion bestehende Angebotsengpässe für Bauleistung beseitigt werden.

Um diese Bauweisen gezielt zu forcieren und Barrieren abzubauen, wurde durch das BMUB eine Arbeitsgruppe Serielles Bauen eingerichtet. Die Idee war, mit Unterstützung des BMUB einen Wettbewerb der Wohnungs- und Bauwirtschaft zu initiieren, der eine Initialzündung gibt. Der Wettbewerb serielles und modulares Bauen sollte Ideen und Lösungen präsentieren, die im Anschluss zur Anwendung gebracht werden.

Ende 2016 fiel dann der Entschluss, ein Ausschreibungsverfahren für eine Rahmenvereinbarung zu konzipieren, so dass Mitgliedsunternehmen des GdW möglichst unmittelbar daraus Bauleistungen beauftragen können.

Die diesbezüglichen Möglichkeiten wurden durch die Rechtsanwälte Prof. Dr. Olaf Reidt und Dr. Thomas Stickler aus der Kanzlei REDEKER SELLNER DAHS in einer rechtlichen Stellungnahme für den GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. untersucht. Die Stellungnahme kam zu dem Ergebnis, dass sich zu einer Erreichung dieser Ziele am ehesten der Abschluss einer Rahmenvereinbarung anbietet, die es den im GdW zusammengeschlossenen Wohnungsunternehmen ermöglicht, in Form von Einzelaufträgen die in der Rahmenvereinbarung geregelten Planungs- und Bauleistungen abzurufen, dies zugleich in Form eines Baukastensystems mit den notwendigen Anpassungen an die konkreten Anforderungen und örtlichen Gegebenheiten. Umgesetzt wurde dieses Konzept durch eine EU-weite Ausschreibung des GdW im Auftrag seiner Mitgliedsunternehmen, die als Verhandlungsverfahren für die Rahmenvereinbarung «Serielles und modulares Bauen» bezüglich der Planungs- und Bauleistungen für Mehrfamilienhäuser durchgeführt wurde. Um neben den wirtschaftlichen Aspekten auch die Bauqualität bestmöglich einzubeziehen, wurde für die Angebotsbewertung ein Bewertungsgremium gebildet, das für die Bewertung der Qualität der eingereichten Systemwürfe zuständig war. Bewertet wurden dabei Qualität und Innovation einerseits sowie Angebotspreis, Lieferfähigkeit, Instandsetzungs- und Wartungsaufwand andererseits mit jeweils 50 %. Der Rahmenvertrag hat eine Laufzeit von fünf Jahren. Den Zuschlag erhielten neun Bauunternehmen und Bietergemeinschaften aus Architekturbüros und Bauunternehmen, um einerseits den angestrebten Abrufmengen sowie der örtlichen Verteilung im

gesamten Bundesgebiet Rechnung tragen zu können und zum anderen den Wohnungsunternehmen Auswahlspielräume zu geben. Für die Einzelabrufe wird dabei durch das jeweilige Wohnungsunternehmen, sofern es zur öffentlichen Ausschreibung verpflichtet ist, ein vereinfachter Wettbewerb zwischen den Rahmenvertragsunternehmen durchgeführt, die für die betreffenden Leistungen sachlich und örtlich in Betracht kommen. Darüberhinausgehende Ausschreibungsverfahren sind für die Wohnungsunternehmen unabhängig davon, ob sie öffentliche Auftraggeber sind oder nicht, entbehrlich, aber natürlich weiterhin möglich. Diese durch den Rahmenvertrag vorgenommene Beschränkung des Wettbewerbs vereinfacht daher nicht nur den Wohnungsunternehmen die Beauftragung. Sie gibt durch die mit dem Rahmenvertrag vorgegebenen Leistungsgegenstände und die Begrenztheit des Wettbewerbs den Rahmenvertragsunternehmen zugleich auch ein hohes Maß an Zuschlagswahrscheinlichkeit, welches sie in konventionellen Ausschreibungsverfahren in aller Regel so nicht haben.

Der Rahmenvertrag umfasst neun Angebote und basiert auf einer funktionalen Ausschreibung für ein fiktives Grundstück. Er definiert Rahmendaten und Preise für ein Modellgebäude. Es gibt sowohl deutschlandweite als auch für ein bestimmtes Liefergebiet geltende Angebote.

Die konkrete Beauftragung eines Bauvorhabens wird mittels Einzelauftrag auf Grundlage des Rahmenvertrags durch das Wohnungsunternehmen selbst erfolgen. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass nicht alle realen Bausituationen im Vorhinein kalkulierbar sind. Insofern ist der Rahmenvertrag nahezu vollständig gebäudebezogen. Grundstücksfragen sind einzelvertraglich zu regeln.

Die Auswahl der neun Angebote hat der GdW als Vergabestelle auf Grundlage der Ergebnisse der Vorprüfung durch eine wohnungswirtschaftliche Expertengruppe und eine Fachjury vorgenommen.

Die Basis für die eingereichten Entwürfe und Konzepte bildete die funktionale Leistungsbeschreibung (FLB) sowie die im Verfahrensverlauf erarbeitete FAQ-Liste. Neben der Klärung der juristischen Belange stellte die Formulierung der FLB die wohl schwierigste Aufgabe dar. Es galt so wenig wie möglich festzulegen, um einen möglichst großen Angebotsraum zuzulassen, aber gleichzeitig so viel wie möglich festzulegen, um die Ansprüche der Wohnungsunternehmen möglichst genau zu umreißen, damit im Anschluss passende Lösungen für die bestandshaltende Wohnungswirtschaft angeboten werden.

Die funktionale Leistungsbeschreibung formulierte Anforderungen in den folgenden Bereichen:

- städtebauliche und architektonische Qualität;
- funktionale Qualität (Gebäudeflexibilität / Einsatzfelder, Wohnungsschlüssel, Verkehrsflächen u.a., Grundrissgestaltung und Möblierbarkeit, Küchengestaltung, Erschließungssituation);
- ökologische Qualität / Nachhaltigkeit und Energiekonzept;
- technische Qualität.

Die Angebote sollten anpassbar an viele lokale Situationen und lokale Wohnungsmärkte sein. Insofern hatte man weder einen lokalen Bezugsanker, der eine städtebauliche Einpassung erforderte, noch ein spezielles Kundensegment zur Definition des Wohnungsstandards vor Augen. All diese Anforderungen müssen bei Einzelbeauftragung realisiert werden. Insofern müssen die Konzepte ein hohes Maß an universeller Qualität mitbringen und zudem eine große Variabilität und Flexibilität in nahezu allen Belangen zulassen. Weiterhin mussten die Angebote hinreichend definiert und bepreist sein, um eine Auswahl treffen zu können.

Es wurde ein Modellgebäude mit einem einzuhaltenden Wohnungsschlüssel definiert. Das Modellgebäude steht auf einem fiktiven Grundstück.

- Einzelgebäude, reine Wohnnutzung, vier (Voll-)Geschosse, keine Außenanlagen
- 24 Wohneinheiten
 - 4 x 1-2-Zimmer-Wohnungen bis 45 m²,
 - 8 x 2-ZimmerWohnungen ca. 60 m²,
 - 8 x 3-Zimmer-Wohnungen ca. 75 m²,
 - 4 x 4-5-ZimmerWohnungen mehr als 75 m²;
- ohne Aufzug
(vorgerüstet, Aufpreis für den Einbau und die Nachrüstung des Aufzuges ausweisen).
- Kellergeschoss (normale Bodenbedingungen)
- Freie Wahl bei Material und Technologie

Ausgehend von dem Modellgebäude sollte die Variabilität des vorgelegten Konzeptes aufgezeigt werden, nämlich bei unterschiedlicher Geschossigkeit bis unter die Hochhausgrenze, für eine Zeilen- und Blockrandbebauung, für innerstädtische Lagen, Nachverdichtungen und Neubauf Flächen sowie mit einer Gewerbenutzung im Erdgeschoss optional. Damit sollte sichergestellt werden, dass die Konzepte der Bieter für möglichst viele unterschiedliche Grundstückssituationen eingesetzt werden können.

Das Modellgebäude und die Varianten waren in den Kostengruppen 300, 400 und 700 zu kalkulieren sowie verbindlich anzubieten.

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Geschossigkeit	7 Vollgeschosse	5 Vollgeschosse	4 Vollgeschosse
Gebäudeart	Einzelgebäude	Blockrandbebauung (Lückenschluss) mit Ausbildung einer Ecke	Gebäudezeile (drei Gebäude kombiniert)
Baugebiet	Nachverdichtung	innerstädtische Lage	Neubauf Fläche
Nutzung	Wohnen im EG	Gewerbenutzung im EG	Wohnen im EG

Das Modellgebäude und dessen Varianten bilden einen Großteil der üblicherweise vorzufindenden Bauaufgaben ab. Es sei an dieser Stelle jedoch betont, dass nicht der Anspruch bestand, jede erdenkliche Situation zu meistern. Es waren die «normalen» Situationen abzubilden in üblichen städtischen Wohnsituationen. Insofern stellt es einen Ausgangspunkt dar. Im Regelfall musste das Modellgebäude für den jeweiligen Bauwunsch hinsichtlich Höhe, Breite, Wohnungsmix usw., sowie der äußeren Erscheinung angepasst werden. Darauf aufbauend wurde ein auf den Angebotspreisen basierendes Einzelangebot berechnet.

Die Anforderungen an die Wohnqualität ergaben sich zum einen aus den Anforderungskriterien des nachhaltigen Wohnungsbaus (NaWoh) sowie aus vorbereitenden Expertenworkshops und Gesprächen. Zusätzlich können sich bauherrenspezifische Anforderungen aus dem Einzelauftrag ergeben.

Hinsichtlich der Materialität sollten keine Vorgaben gemacht werden.

Mit dem Ergebnis der Ausschreibung sind die beteiligten Partner sehr zufrieden. Die von den Bietern eingereichten Angebote zeigen deutlich, dass serielles und modulares Bauen der heutigen Zeit nichts mit industriell gefertigten Einheitsbauten vergangener Tage zu tun hat. Die Qualität der Konzepte ist ausnahmelos hoch, auch die architektonische Qualität, etwa bei der Fassadengestaltung, überzeugt. Die Konzepte zeigen, dass sie auf vielfältige Grundstückssituationen angepasst werden können und auch in Baulücken und bei Blockrandbebauung in einer Grundstücksecke eingesetzt werden können. Neben der erwarteten Variabilität in der Grundrissgestaltung eines Geschosses zeigen einige Angebote sogar viele Möglichkeiten der Gestaltung des Grundrisses ein und desselben Wohnungstyps auf.

Insbesondere bei den modular angebotenen Grundkonzeptionen konnten erwartungsgemäß Holz-, bzw. Holzhybridkonstruktionen punkten. Es sind aber auch Massivbeton – sowie eine Stahlrahmenkonstruktion im Angebot zu finden. Weiterhin wurden klassische elementierte Konstruktionen angeboten. Für uns überraschend und sehr interessant stellte sich das Angebot eines «Holzbaukastens» dar. Der Anbieter verspricht neben der geforderten geringen Bauzeit die problemlose Rückbaubarkeit des Systems. Für die bestandshaltende Wohnungswirtschaft stellt der Rückbau zwar eher die Ausnahme dar. Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten ist die spätere vermutlich sehr leichte Trennbarkeit der Grundkonstruktion einzigartig.

Die nach unserer Auffassung sehr gelungenen Angebote sind das Ergebnis einer hervorragenden Zusammenarbeit von Planern und Ausführenden. Bis hierhin hat sich gezeigt, dass das gemeinsame Arbeiten in dieser Form eine Möglichkeit sein kann, serielle und modulare Bauweisen praxisnah zu entwerfen. Im Fortgang der Rahmenvereinbarung wird sich zeigen, wie gut die Gemeinschaft in der Realisierung der Angebote funktioniert. Wir sind davon überzeugt, dass trotz bestehender Skepsis Rahmenvereinbarung ein Erfolg wird.

Folgende Bieter erhielten den Zuschlag:

- Lechner Immobilien Development GmbH & Planquadrat Elfers Geskes Krämer PartG Architekten und Stadtplaner
- AH Aktiv-Haus GmbH & Werner Sobek Group
- Max Bögl Modul AG & Bögl Gierer Architekten GmbH / Stefan Lippert Architekten GmbH / pbb & Planung + Projektsteuerungs GmbH
- GOLDBECK Nordost GmbH / GOLDBECK Ost GmbH
- ALHO & Koschany + Zimmer Architekten GmbH
- Solidbox GmbH & Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH
- Lukas Lang Building Technologies GmbH
- MBN Bau AG & Patriarche Architectes Ingénieurs
- Ed. Züblin AG & Hullak Rannow Architekten GbR

Bauen mit modularen Flächenelementen

Architekt DI Bruno Moser
architekturWERKSTATT
Breitenbach am Inn, Österreich



Bauen mit modularen Flächenelementen

1. Bauen mit Flächenelementen

1.1. Einleitung

Der gewählte Titel «Bauen mit modularen Flächenelementen» des Referates ist für einen Holz-Verarbeiter bzw. Planer auf den ersten Blick klar und eindeutig, im täglichen Geschäft damit ständig konfrontiert, sei es mit Fertigteilen für Decken, Wänden und Dächern und unabhängig ob in Massivholz oder Riegelbau. Ein eindrucksvolles Beispiel zum Thema der Ausstellungspavillon von 1929 in Barcelona von Ludwig Mies van der Rohe (kein Holzbau).



Abbildung 1: Deutscher Pavillon, Weltausstellung 1929, von Mies van der Rohe

Als Architekt beginne ich in der Regel mit der Analyse des Themas oder Raumprogramms einer gestellten Aufgabe (Schule, Pflegeheim, Büro etc.). In diesem Fall (Vortrag) sehe ich mich gefordert den Begriff «Flächenelement» genauer zu durchleuchten.

1.2. Grundlagen

Das Wort «Flächenelement», was ist darunter zu verstehen?

Wie sehr oft in unserer Zeit, kommt man um eine Definitionsversuch It. Wikipedia nicht herum, doch leider hilft in diesem Fall das «Netz» nur bedingt, das Suchergebnis ist dürftig. Der Umstand bedingt, dass ich mich in einer Eigendefinition versuche und das Wort in Fläche und Element zerlege.

Die Fläche in der Mathematik ist ein zweidimensionales Objekt, sie kann flach oder gekrümmt sein (Ebene, zweidimensionale geometrische Figur, Begrenzungsfläche dreidimensionalen Körpers). Meist kommt der Begriff nicht ohne einen Zusatz aus, um eine eindeutige Aussage zu bekommen, z.B. Flächen-Inhalt als Maß für die Größe einer Fläche, Ober-Fläche für die Beschreibung der sichtbaren Materialität, Kataster-Fläche, Grenz-Fläche in der Physik, Reibungs-Fläche, etc. bis hin zum Begriff in der Musik, in der die Fläche einen Klangteppich bezeichnet.

Das Wort Element wird ebenfalls in der Mathematik, Chemie, sowie unterschiedlichen Lehren (antike Naturphilosophie, Daoismus) verwendet, zusätzlich erfährt es die Bedeutung eines Bauteils im Bauwesen, das für mich von weiterem Interesse ist.

«Das **Bauteil** ist im Bauwesen ein einzelnes Teil, ein Element oder eine Komponente, aus denen ein Bauwerk zusammengesetzt wird. Bei einem Bauteil handelt es sich um eine geometrisch zusammenhängende Fläche oder Körper, die bzw. der einen einheitlichen Aufbau und Konstruktion aufweist. Dies sind zum Beispiel Wände, Stützen, Decken.»

Original aus Wikipedia der freien Enzyklopädie

1.3. Definition

Somit komme ich meiner Definition «Bauen mit Flächenelement» schon einen wichtigen Schritt weiter. Es bedeutet nicht zwangsläufig, dass Flächenelemente eine bestimmte Größe, eine vorbestimmte Materialität und Geometrie haben müssen, sie können vielmehr frei in ihrer Form sein, gekrümmt, gebogen etc., eben so wenig ist die Forderung, dass alle Teile gleich sein müssen zwingend.

Anhand vom Baustoff Glas und deren Anwendung, ist dieser Gedanke sehr schön ablesbar. Beginnend mit den Butzenscheiben im Mittelalter, der industriellen Fertigung von Float-Gussglas, bis zum heutigen drei Scheiben Isolierglas mit Zusatzfunktionen (Schall, Sonnenschutz etc.), sind es typische Flächenelemente, sogar modular.



Abbildung 2: Butzenscheibenfenster, Kirchenfenster

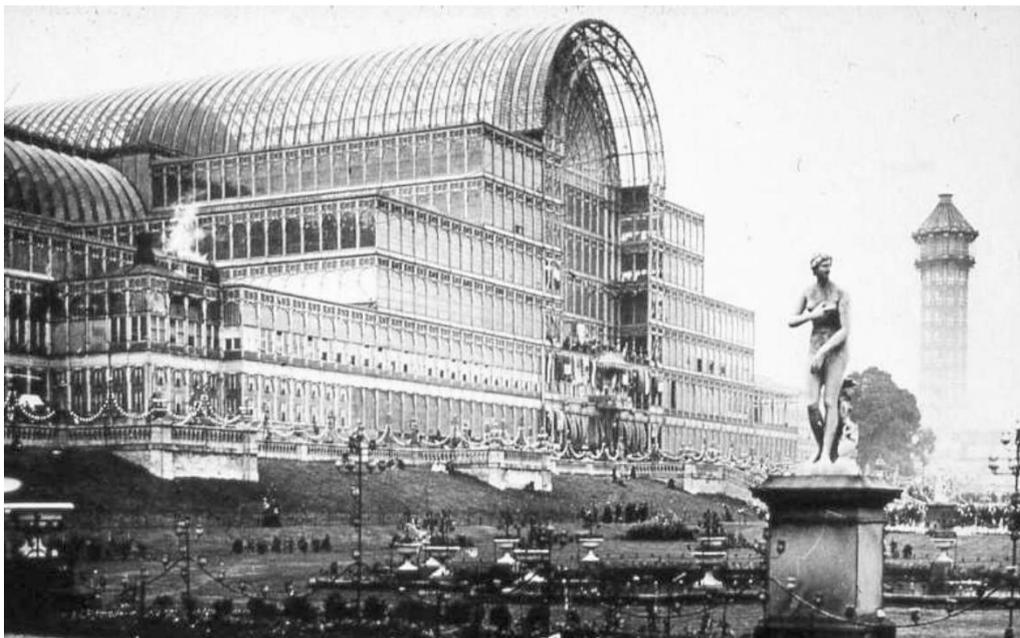


Abbildung 3: Crystal Palace zu Weltausstellung 1851, von Joseph Paxton



Abbildung 4: Bürohochhaus CMA CGM, Marseille, Zaha Hadid Architectes

Weitere Beispiele aus der Geschichte zeigen, dass es seit jeher das Bestreben des Menschen gab, gleichbleibende Bauteile (auch Flächenelemente) herzustellen, um den Bauprozess zu vereinfachen, zu rationalisieren und dadurch wirtschaftlicher, leistbarer zu machen. Den größten Sprung in dieser Hinsicht wurde in der Zeit der industriellen Revolution gemacht, in der heutige «Produktionsverfahren vorweggenommen wurden und der Gedanke der seriellen Produktion Einzug fand.

1.4. Das Flächenelement im Holzbau

Am Beispiel des Holzbaues sei erwähnt, dass das «flächige Element» erst durch die industrielle Produktion ermöglicht wurde. Bis dahin waren sämtliche Bauteile aus Massivholz gefertigt, sei es als einfacher Balken, Stütze, Stab bis hin zum einfachen Brett, das in seiner Definition bereits als Flächenelement gesehen werden könnte, für mich in dem Zusammenhang aber zu wenig Bedeutung hat.

Die beginnende Produktion von Span-, Mdf-, Osb-, Multiplex- etc. Platten erfüllen zum ersten Mal den Anspruch eines Flächenelementes im Holzbau, abgesehen von Anwendungen mit Massivholz bei zusammengesetzten Bauteilen (Fensterläden, Füllungstüren, Möbelfronten, etc.) bis zu dem Zeitpunkt.

Die fortwährende Entwicklung in der Holzindustrie hat nun zu Produkten geführt die man zu Recht als Flächenelementen bezeichnen kann (CLT, BSH, 3s Platten, OSB Großformat, etc.). Kritisch angemerkt sei in diesem Zusammenhang, dass sich der Holzbau sehr lange Zeit auf seine Tradition berufen hat und die neu entwickelten Produkte viel zu individuell, nischenbehaftet und wenig normiert sind, verglichen mit Stahl, Beton etc.

Gerade die Stahlindustrie hat lange Zeit durch innovative Flächenelemente (Trapezblech, gedämmte Paneele, Lochbleche, Streckmetall,...) es geschafft, das Bauen mit Flächenelementen an sich zu binden (Gewerbe-, Industriebau).

Die Notwendigkeit das heutige und zukünftige Bauen in Hinblick auf Ökologie, Nachhaltigkeit, Energieeffizienz zu optimieren bei gleichzeitiger Forderung nach Wirtschaftlichkeit, ermöglicht dem Bauen mit Flächenelementen ungeahnte Möglichkeiten. Dabei sehe ich vor allem in der Zusammensetzung solcher Flächenelemente den enormen Vorteil, da sie durch verschiedene Schichten auf jeweilige Anforderungen perfektioniert werden können (Spannweiten, Wärmedämmung, Brandschutz, Schallschutz, Oberflächen). Die riesigen Vorteile der Produktion in trockenen, witterungsgeschützten Arbeitsräumen sei hier nochmals erwähnt, obwohl für «Holzbauer» selbstverständlich.

1.5. Fügen

Einen, wenn nicht den wichtigsten Punkt habe ich bisher bewusst noch nicht angesprochen, das Zusammenfügen dieser einzelnen Bauteile (Flächenelemente) zu einem Ganzen (Gebäude), das wir in weiterer Folge als Architektur erfahren.

Fuge, Fügen bedeutet das Zusammenstossen, die Trennlinie zwischen den einzelnen Flächenelementen. Als Architekt kann ich sie betonen, überhöhen negieren, im Grundgedanken ist sie aber immer da.

Jedes Baumaterial, Bauteil hat seine «natürliche» Fuge, sei es beim Ziegel (linear, Lager und Stossfuge), beim Stein (dreidimensional die Oberfläche rundherum), beim Glas die Kitt- oder Silikonfuge, etc.

Die Anzahl und Größe von Fugen hängt direkt mit der Dimension und Materialität der Flächenelemente zusammen, sie kann eine Stossfuge bis hin zur ausgebildeten Bewegungs-, Bauwerksfuge sein. Wichtig dabei ist die Kenntnis über das eingesetzte Material, sein Quell und Schwindverhalten, die Temperaturabhängigkeit etc., um es richtig einzusetzen.

Schlussendlich erkennt man bei genauer Betrachtung, dass das Bauen an und für sich immer ein Fügen von einzelnen Bauteilen zueinander ist und nur in Abhängigkeit vom Material überdeckt werden kann (Verputz, Spachtelung, Flüssigabdichtung). Für den Holzbau im speziellen ist die Möglichkeit Fugen nicht auszubilden (derzeit) kaum möglich, da alle Rohmaterialien nur zu bestimmten Abmessungen produzier-, transportier- und montierbar sind.

Doch genau in diesem Zusammenhang sehe ich die enormen Vorteile des Bauens und besonders des Planens mit modularen Flächenelementen (*aus Holz*), wenn man sich der Fugenthematik bewusst ist und sie Teil des Entwurfsprozesses darstellt. Konkret möchte ich dies am Beispiel des entwickelten modularen Holzbausystems für die Firma Egger in St. Johann erörtern.

2. Modularer Holzbau

Begonnen hat das Projekt in gewisser Weise vor 12 Jahren als die Geschäftsführung des Tiroler Familienbetriebes Fritz Egger GmbH Holzwerkstoffe in St. Johann in Tirol für einen notwendigen Neubau des Verwaltungsgebäudes in Radauti (Rumänien) festlegte, dass dieser als nachhaltiger, energieeffizienter, modularer Holzbau unter größtmöglicher Verwendung eigener Produkte errichtet werden soll, der zugleich den Standard für künftige Verwaltungsgebäude an den 17 Standorten definiert.

Zur bestmöglichen Umsetzung dieses Vorhabens wurde ein geladener Architekturwettbewerb durchgeführt, bei dem mein Büro als Sieger hervorging.

Die Idee, die zum Wettbewerbserfolg führte, liegt in der Verwendung der OSB Top 4 mit den Maximalformaten 2,80 x 11,50m, deren Abmessungen das Grundraster für das modulare Bauen (Bauen mit Flächenelementen) bildet. D.h. konkret, sämtliche Wand-, Decken- und Bodenelemente haben diese Abmessungen oder sind ein Teil davon (Rastermaß 0,70; 1,40; 2,80; 4,20 etc.). Natürlich kommt hinzu, dass diese «Elemente» zugleich fertige Oberflächen haben (OSB weiß lasiert) und sämtliche Lüftungs-, Kühl und Elektro-Rohinstallation integriert sind.

Bei der Umsetzung wurden dann immer 5 Grundelemente zu einer Einheit, einem «Modul», zusammengefasst, das elektrotechnisch und haustechnisch eigenständig ist und in beliebiger Form aneinandergereiht bzw. gestapelt werden können.

Die Architektur ist somit das direkte Abbild dieser Bauart und das Ergebnis des Entwurfsprozesses «Bauen mit modularen Flächenelementen».



Abbildung 5: Schaubild Wettbewerb Neubau Verwaltungsgebäude Eggerwerk Radauti (Rumänien)

Nach erfolgreicher Umsetzung des Projektes in Radauti (Rumänien), das zur Qualitätskontrolle nach ÖGNI/DGNB zertifiziert wurde (Erreichen Gold mit 84%), folgte das Projekt TechCenter Eggerwerk Unterradlberg (Niederösterreich), das Forum Brilon (Deutschland), die Aufstockung Bürogebäude Wismar, das Stammhaus in SJO. Dabei konnte man aufzeigen, dass sowohl Hallen, Labors etc. mit diesem System umgesetzt werden können.



Abbildung 6/7: Fassade Radauti (Rumänien), Technikum TechCenter (Niederösterreich)



Abbildung 8/9: Forum Brilon (Deutschland), Labor TechCenter (Niederösterreich)

3. Fallbeispiel Stammhaus Egger, St. Johann in Tirol

3.1. Grundlagen

Beim Start des Projektes war vom Anfang an klar, dass wir unser bisher erprobtes «Bauen mit Flächenelementen» weiterführen werden, mit zusätzlichen Anpassungen lt. Vorgaben durch den Bauherren, dem Brandschutz und unserer Architekturvorstellung für den spezifischen Ort.

Anpassungen waren für folgende Bereiche nötig:

- Vier Geschoße (Bauherr)
- Fassade sollte aus Holz sein, weniger Kupfer (Bauherr)
- Großküche mit Mitarbeiterrestaurant (Bauherr)
- Brandüberschlag von EG ins OG 01 (Brandschutz)
- REI90 Decke über EG (Brandschutz)
- Nicht brennbare Stiegenhäuser aussen (Brandschutz)
- Atrium (Architektur)
- Dachterrasse (Architektur)
- Erweiterbarkeit, Bezug zu möglichen 2. Bauabschnitt (Architektur)

Im Zuge einer umfassenden Analyse wurden Möglichkeiten der Standortwahl, Erweiterungsmöglichkeiten des Bestandes unter Berücksichtigung der Faktoren Wirtschaftlichkeit, Vision, Nachhaltigkeit untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass bei Erwerb eines Grundstückes ausserhalb des derzeitigen Firmenareals die meisten Pluspunkte zum Tragen kommen.

- weniger betriebsfremde Personen im Industrieareal (Unfallgefahren),
- PKW – Verkehrsaufkommen im Werk reduziert
- alle Verwaltungsbereiche unter einem Dach, kurze Wege
- Repräsentativer freistehend als zwischen den Werkshallen
- Leichte Orientierung
- Kein zusätzliche TG Geschoss

3.2. Städtebau

Ein zentraler Baukörper, der durch seine Baumasse einen Gegenpol zum nördlich gelegenen Parkplatz bietet und ansonsten an zwei Seiten von landwirtschaftlichen Flächen umgeben ist, muss selber Aussenräume kreieren um Intimzonen zu schaffen, dass er einlädt betreten zu werden. Unterstützt wird er dabei noch durch die Wegführung (Fußgänger, Radfahrer, Pkw´s) und einigen wenigen, bewusst gepflanzten, standortgerechten Bäumen. Dieser städtebauliche Ansatz wird im Inneren des Bauwerks fortgesetzt indem das zentrale Atrium einem «städtischen Platz» im herkömmlichen Sinn nachempfunden ist. Er bildet das Herzstück, den Verteiler, den Treffpunkt im Gebäude.

3.3. Funktionale Gliederung

Das Untergeschoss in Massivbau errichtet (bauen mit Flächenelementen der anderen Art) beherbergt eine natürlich belichtete und belüftete Tiefgarage mit Ladestationen für E Bikes und Autos, sowie den Hauptteil der Elektro und Haustechnik, eine Sanitäreinheit, Nebenräume für die Küche (Personalumkleiden, Lager, Getränkelager etc.), ein Archiv und einen großen Gymnastikraum mit zugehörigen Umkleiden und Duschen.

Das Erdgeschoss wird von der Ostseite aus erschlossen (spätere Anbindung an 2. Bauabschnitt) und führt am Empfang mit gegenüberliegenden Schulungs-, Konferenzbereich vorbei, dahinter liegt noch die Abteilung für Personalwesen (fußläufige Anbindung für die Mitarbeiter aus dem Werk) und den Ordinationsräumen der Betriebsärztin.

Einige Schritte weiter steht man im zentralen Atrium, mit der Vertikalen Erschließung (Hauptstiege, Lift) und den horizontalen Verbindungsgängen in den Geschossen. Weiter Richtung Westen (zum Werk hin) liegt zentral die Küche mit dem Freeflow Bereich für das Mitarbeiterrestaurant. Mit Ausblick Wilder Kaiser sind hier noch zwei weitere Schulungs-, Seminarräume angegliedert.

Die Obergeschosse folgen einem einfachen Prinzip der Raumaufteilung; angedockt an den mittigen Zugang liegt immer ein Besprechungsraum (bei verglasten Trennwände nur Besprechung, bei Holzwände zusätzlich als Videokonferenzraum). Der mittig gelegene Gang mäandriert dann durch jeden Bauteil und erschließt die Einzel-, Doppel- und Vierer Büros. Die Großzügigkeit des Gangbereiches wird als Kommunikationszone, Besprechungs- bereich, Ruhezone genutzt, gleichzeitig werden Nebenräume wie Teeküche, Sanitäreinheiten und Rückzugsbüros erschlossen.

3.4. Materialien

Sämtliche sichtbaren Decken und Wände sind weiß lasierte OSB4Top Flächen ohne zusätzliche Beplankung, konstruktiv wurde in den Wänden und Decken BSH nach statischen Erfordernissen verwendet. Eine Besonderheit stellen die Queraussteifungswände und das Dach des Verbindungsganges dar, die aus nagelpressverleimten OSB Platten bestehen, bei den Wänden 5 x 30mm OSB, beim bei der Mittelwand Haupttreppe 7x30mm. Bei den Aussenwänden wurde Steinwolle als Dämmmaterial verwendet, die mittels einer Weichfaserplatte und einem Windpapier nach aussen hin abgeschlossen sind. Die Fassade besteht aus einer vertikalen Lärchenholz-Lattung deren Abstand variiert je Anforderung ob direkt an der Wand oder am Ende des Balkons (Einblicke, durchblicke). Die Deckenränder sind mit Kupferblech verkleidet und geben dem Baukörper die horizontale Schichtung.

Das Dach ist als Warmdachkonstruktion mit einer EPDM Bahn ausgeführt. Bodenbeläge sind aus Laminat (mit Ausnahme Zugang und Stiege), die feuchtebeanspruchten Wandflächen (z.B. WC) sind mit Kompaktplatten verkleidet.

Die gesamte Möblierung wurde in eigener Produktion gefertigt und verwendet Eurolight-, Kompakt-, Proakustik- sowie Dekorspan- Platten im Farbverbund.

3.5. Haustechnik

Das Stammhaus ist mehreren zentralen Lüftungsanlagen ausgestattet (Küche, Mitarbeiterrestaurant, Büros EG, Nebenräume UG), die beiden Bauteile mit je drei Geschossen Büros sind mit je einer Lüftungszentrale am Dach ausgerüstet (kurze Wege, keine Durchdringung REi90 decke über EG mit Lüftungsleitugen). Das ganze Gebäude ist somit mechanisch be- und entlüftet (natürlich mit Wärmerückgewinnung). Die Luft wird in

Verbindung mit Vierleiter Unterflurkonvektoren in die Räume eingebracht (zusätzliche Möglichkeit der Konditionierung, Vorwärmen, Kühlen) um rasch und effektiv auf die Nutzung zu reagieren. Die Heizenergie stammt mittels Fernwärme aus dem Werk, die Kühlleistung aus einem Brunnen.



Abbildung 10: Stammhaus Eggerwerk St. Johann

4. Schlussgedanke

Beim vorgestellten Bauvorhaben wurden im gesamten ca. 3500m³ Holz verbaut (OSB, BSH, etc.), in deutschen Wäldern dauert es etwa 15 Minuten, bis dieses Volumen nachgewachsen (Quelle DHWR 4m³/sec.) ist und zugleich 3.500t CO₂ speichert!

Die Kombination «Bauen mit Flächenelementen» aus «Holz» ist der Ansatz für die Zukunft, eine Architektur zu schaffen, die auch noch für kommende Generationen Wert und Bestand und ein größtes Maß an Flexibilität hat ohne steril, langweilig etc. zu wirken.

Die Aufstockung in Holzmodulbauweise – wirtschaftlich, sinnvoll und sozial – Deutschlands größte Nachverdichtung

Christian Czerny
LiWood AG
München, Deutschland



Die Aufstockung in Holzmodulbauweise – wirtschaftlich, sinnvoll und sozial – Deutschlands größte Nachverdichtung

1. Wohnungsbau in Zeiten der Urbanisierung

Die steigende wirtschaftliche Attraktivität in Verbindung mit der allgemeinen Lebensqualität macht Deutschlands Ballungszentren zu einem immer beliebteren Wohnort. Der ältere Teil der Bevölkerung profitiert von der vorhandenen Infrastruktur, dem umfassenden Nahverbindungsnetz und der Dichte an gesundheitlicher Versorgung. Doch auch für junge Familien und viele tausende Studierende ist das umfangreiche Stellenangebot und die Bildungsmöglichkeiten, die eine Großstadt wie Frankfurt bietet, äußerst attraktiv. Dem erheblichen Zuzug der letzten Jahre vom Land in die Metropolregionen steht ein nur allzu geringer Wohnungsbau gegenüber. Die Konsequenz: steigende Mieten und ein hoher Bedarf an bezahlbarem Wohnraum innerhalb der Stadtgrenzen, der auf Jahre hinaus nicht mehr gedeckt werden kann. Die Städte und Kommunen stehen vor der Herausforderung, im Stadtgebiet Wohnraum zu schaffen und den Wohnungssuchenden kosten- und zeiteffizient Wohnungen zur Verfügung zu stellen. Die Aufgabe, die es zu bewältigen gilt, ist trotz des Mangels an Bauland Wohnungen zu schaffen, vorzugsweise ohne weitere Baugebiete ausweisen zu müssen und die Stadt dadurch weiter zu zersiedeln.

350.000 bis 400.000 neue Wohnungen werden nach Einschätzung von Politik und Bauwirtschaft jährlich in Deutschland benötigt. Da die Ist-Zahlen davon weit entfernt sind, ist ein Umdenken nötig. In Zusammenarbeit mit Politik, Wohnungsgenossenschaften und Bauträgern müssen alternative Konzepte entwickelt und verwirklicht werden: Bauen im Bestand, Schließen von Baulücken, Überbauung von Bau- und Supermärkten, Busbahnhöfen oder Parkplätzen, Ergänzung bestehender Gebäude mit Anbauten, Umbauungen oder Aufstockungen. Für Letzteres eignen sich vor allem Wohnsiedlungen der 1950er bis 1970er Jahre. Durch deren relativ offene Baustrukturen und die geringe Wohnungsdichte eignen sich diese besonders gut. Auch sind viele Zeilen nur zwei bis vier Stockwerke hoch, was eine gute Voraussetzung für eine Aufstockung bietet. Durch die vertikale Ergänzung bestehender Quartiere lassen sich zigtausend Wohnungen innerhalb der Stadtgrenzen schaffen.

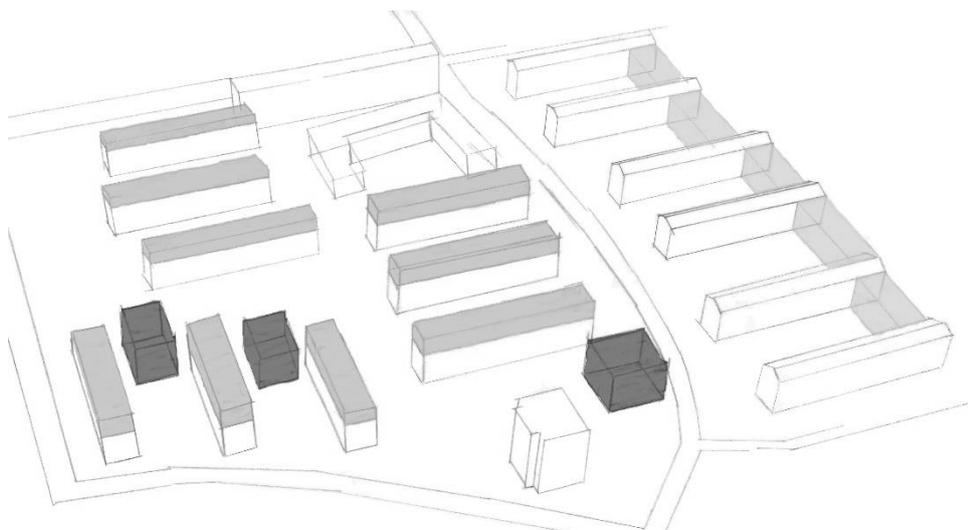


Abbildung 1: Die Möglichkeiten einer Nachverdichtung anhand einer fiktiven Siedlung

Ein entscheidender Vorteil besteht in der bereits vorhandenen Infrastruktur und dem Entfall von Anschaffungskosten für das Baugrundstück. Diese machen meist einen nicht unwesentlicheren Teil der Gesamtkosten aus. Die Folge können günstige Mietkosten sein, genau das, was dringend gebraucht wird. Freie, bebaubare Grundstücke in der Innenstadt

sind rar und die hohen Grundstückspreise nicht für den geförderten Wohnungsbau geeignet. Eine Aufstockungsmaßnahme kann zu günstigen Mietpreisen führen und stellt zudem eine qualitative Aufwertung für das gesamte Quartier dar. Die Bestandswohnungen profitieren ebenfalls von den Renovierungen, das Viertel wird modernisiert.

2. Frankfurt am Main

2.1. 380 Wohnungen in nur 15 Monaten - die derzeit größte Nachverdichtungsmaßnahme bundesweit

Der Holzbau, speziell in modularer Ausführung, ist die große Chance der urbanen Nachverdichtung. Der hohe Vorfertigungsgrad ist hierbei ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Und so schafft die Frankfurter Aufbau AG zusammen mit der Münchner Firma LiWOOD in kürzester Zeit bezahlbaren Wohnraum für etwa 900 Personen. All das auf den Dächern der Platen-siedlung in Frankfurt, einer ehemaligen Kasernensiedlung. Die Wohnungsbaugesellschaft ABG Frankfurt Holding, die seit 1995 Eigentümer der Siedlung ist, realisiert hier insgesamt über 600 neue Wohnungen in überwiegend modularer Holzbauweise.



Abbildung 2: (links) Die Platen-siedlung im November 2018 – (rechts) und im Dezember 2019

Das in die Jahre gekommene Quartier, das einst für die Angehörigen der amerikanischen Streitkräfte errichtet wurde, erstreckt sich über 19 Häuserzeilen im Nordteil, die im Kampf gegen die Wohnungsnot großflächig nachverdichtet werden. Die Aufstockung der Riegelbauten mit jeweils zwei neuen Geschossen in Holzmodulbauweise wird durch die Firma LiWOOD aus München ausgeführt. Das Nachverdichtungskonzept der gesamten Siedlung stammt von Stefan Forster Architekten. Das Wohngebiet wird allein durch die Aufstockung um 380 Ein- bis Dreizimmerwohnungen erweitert. Durch die Kombination aus sozialem, studentischem und freifinanziertem Wohnungsbau wird die Nachbarschaft durchmischert und in der gesamten Siedlung Wohnraum für rund 900 Bewohner geschaffen. So werden aus schlichten dreigeschossigen Zeilenbauten mit Satteldach durch einen modularen Aufbau in Holzbauweise Fünfgeschosser in neuem, modernem Gewand. Die Wahl des Baustoffes Holz macht durch dessen herausragende statische Eigenschaften mit zugleich geringem spezifischem Gewicht dieses Projekt erst möglich. Die gesamten Aufstockungsarbeiten werden im Frühjahr 2020 beendet sein. Das letzte Modul wurde am 13. Februar 2020 gestellt. Die meisten der 19 Gebäude sind bereits bewohnt.

Die Siedlung wird zusätzlich mit Kopf- und Brückenbauten sowie Torhäusern in konventioneller Bauweise ergänzt. Diese bieten nicht nur weiteren Wohnraum, sondern werten das Quartier mit zusätzlichen Ladengeschäften, Cafés und sozialen Einrichtungen auf. Die Schließung der ehemaligen Zeilenbebauung geht zudem mit einer Aufwertung der innenliegenden Grünflächen einher. Die Erneuerung des Quartiers wird mit Privatgärten und Gemeinschaftsflächen weiter aufgewertet. Ein Mehrwert für die gesamte Nachbarschaft entsteht. Die Nachverdichtungsmaßnahme ist als Gesamtkonzept hochinteressant, effizient und vernünftig.

Die einfachen dreistöckigen Zeilenbebauungen eignen sich hervorragend zur Ergänzung durch zwei weitere Stockwerke. Eine statische Ertüchtigung des Fundaments ging der Aufstockung voraus. Das Gewicht der Aufstockung in Holzbauweise wird um über 50%

gegenüber einer konventionellen Bauweise verringert. Durch das geringe spezifische Gewicht des Holzes und seine gleichzeitig herausragenden statischen Eigenschaften können auf Bestandsbauten in der Regel doppelt so viele Geschosse aufgestockt werden als in konventioneller Bauweise.

Durch die Herstellung eines Ringankers als Zwischengeschoss auf dem Bestand, wurden nicht nur ideale Bedingungen zum Aufsetzen der Module geschaffen, sondern auch eine Erschließung völlig unabhängig vom Bestand möglich. Sogar die Ausführung der Treppenhäuser in Holzmassivbauweise war möglich und vermied hohe Punktlasten gegenüber Stahlbetontreppenhäusern.

Die Firma LiWood hat es sich zur Aufgabe gemacht, den Holzmodulbau stetig weiterzuentwickeln, um so den aktuellen Bauherausforderungen genügen zu können und den Entscheidungsträgern der Städte und Wohnbaugenossenschaften zu nachhaltigen Lösungen ihrer Bauaufgaben zu verhelfen. Die Grundrisse der unterschiedlichen Wohnungen werden aus 20 Modultypen zusammengesetzt. Das Projekt erfordert daher eine wesentlich komplexere Planung und Logistik, und hebt den Modulbau auf ein neues Niveau. Wegen des Projektumfangs (19 Gebäude mit überwiegend gleichen Aufstockungen) wird die aufwendige Planung durch den hohen Wiederholungsfaktor ökonomisch. Die Planungsphase für weitere Zeilen verlängert sich bei ähnlicher Baustruktur nur unwesentlich.



Abbildung 3: Grundriss eines Riegelbaus

3. Die Feldfabrik als Kernstück des LiWood-Konzeptes

Die LiWood-eigene Feldfabrik, eine elementierte Halle aus Brettsperrholz konstruiert, stellt ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal von LiWood dar.

In dieser mobilen Montagehalle werden die vorgefertigten Bauteile angeliefert und auf einem Schienensystem zum Modul komplettiert. LiWood erstellt für jedes Projekt die individuellen Konstruktions- und Werkpläne. Danach werden Bauteile teils eigenproduziert und teils von möglichst regionalen, baustellennahen Betrieben und Zulieferern gefertigt. Das Kreuzlagenholz für Wände, Decken und die eigenproduzierten Fertigbäder stammt aus Deutschland und Österreich und darüber hinaus aus nachhaltiger Forstwirtschaft. Täglich wird die Feldfabrik mit Material geliefert. Angeliefert werden Boden- und Wandelemente aus Brettsperrholz, Fassadenelemente und Badmodule, u.a. Die Lagerung der Baustoffe und Bauelemente wird entsprechend Planung vorgenommen. Etwa 5 Module verlassen die Halle täglich. Das bedeutet, dass täglich mit einer einzigen Montagelinie über

100 m² Wohnraum produziert werden. Die Montagelinie lässt sich entsprechend der Bauaufgabe individuell anpassen. Die Feldfabrik lässt sich prinzipiell innerhalb weniger Wochen auf geeigneten Untergrund aufstellen. Für die Montage der Bauteile wird ein eigens für die Feldfabrik konzipierter Hallenkran mit mehreren Brücken eingesetzt. Die Montagearbeiten werden weitgehend mit Hochleistungsakkuschraubern durchgeführt. Lärmintensive Geräte werden in aller Regel nicht eingesetzt, da die zu montierenden Bauteile passgenau geliefert werden.

In der Feldfabrik werden aus den zeitgesteuert angelieferten Bauteilen die kompletten Wohnmodule assembliert. Diese sind innen weitgehend fertiggestellt und enthalten bereits sämtliche Installationen. Bis zu sechs Module pro Tag können auf einer einzigen Fertigungsstraße produziert werden. Wegen der hervorragenden Skalierbarkeit können auch mehrere Fertigungsstraßen gleichzeitig betrieben werden.

Der hohe Vorfertigungsgrad und die Produktion in der Feldfabrik ermöglicht es den Bewohnern, während der gesamten Bauphase in Ihren Wohnungen zu bleiben. Die Bauweise reduziert Lärm- und Schmutzmissionen auf ein Minimum. Das Setzen der Module am Hochbau stellt einen geringen Anteil am gesamten Bauprozess dar. Durch diese kurzen Bauzeiten kann innerhalb von rund 20 Wochen ein Riegelbau mit 20 neuen Wohnungen schlüsselfertig aufstockt und somit über 1.000 m² Wohnraum geschaffen werden. Im Vorfeld wurden die Bestandsmieter von der Wohnungsbaugesellschaft umfangreich von den Baumaßnahmen informiert. Ein Informationspavillon steht den Bewohnern der Siedlung und allen Interessierten im Stadtviertel jederzeit zur Verfügung.

Das Konzept der Feldfabrik unterstreicht den Nachhaltigkeitsgedanken, unter den LiWood seine Arbeit stellt. Nicht nur die Wahl der Materialien folgt diesem, sondern auch die Logistik. Das «just-in-time» Prinzip und die damit verbundene «lean production»- als eine schlanke Produktion - erfordern eine präzise Vorplanung des gesamten Projekts. Alle vorgefertigten Bauteile wie beispielsweise Böden, Wände, Decken, Fassaden, Bäder usw. müssen in exakter Reihenfolge in der Montagehalle eintreffen; so wird der Bauzeitenplan eingehalten und Lagerhaltung vermieden. Durch die Montage vor Ort kann der Transport der Module von einer stationären Fabrik auf die Baustellen in ganz Deutschland und auch in das europäische Ausland vermieden werden. Somit werden viele LKW-Fahrten gespart oder auf ein Minimum beschränkt, da ein Transport mit kompakter Beladung der vorgefertigten Elemente effizient ist. Der CO₂ Ausstoß wird durch die gesparten Fahrten gesenkt und externe Kosten reduziert (ein LKW belastet die Straße 10.000 mal mehr als ein PKW).



Abbildung 4: Modulmontage in der Feldfabrik

Auf dem Hochbau kann währenddessen parallel an mehreren Bauten gearbeitet werden. Damit verkürzt sich die Projektzeit drastisch. Die gesamte Bauphase der 19 Häuser in der Platensiedlung umfasst nur 15 Monate. Die bestehenden Dächer werden rückgebaut und im Rahmen der Aufstockung als Flachdach ausgeführt; ein Mehrwert für den Bestand, da auch die bereits vorhandenen Wohnungen in der Regel von dieser Maßnahme profitieren. Der Abbruch des Dachstuhls erfolgt ebenfalls im bewohnten Zustand. Das Dach wird stückweise und lärmreduziert abgetragen. Der Bestand wird durch Abdichtungsmaßnahmen vor Witterungseinflüssen geschützt. Daraufhin wird das Dach durch einen Ringanker ertüchtigt und für die Aufnahme der zwei neu geschaffenen Stockwerke vorbereitet. Das Setzen der Module nimmt pro Haus etwa zwei Wochen in Anspruch – ein verschwindend kleiner Teil der Gesamtbauzeit. Während in einem Haus der Innenausbau und die Fassadenarbeiten stattfinden, werden im nächsten Haus die nächsten Module gesetzt, während in einem Dritten erneut das Dach für die Aufstockung abgetragen wird.



Abbildung 5: Versetzen des ersten Moduls von insgesamt 1.102

Der Neubau auf dem Bestand ist so konzipiert, dass er geringe Neben- bzw. Bewirtschaftungskosten hervorruft und ein angenehmes und gesundes Wohnklima unmittelbar ab Nutzungszeitpunkt aufweist – ein weiterer Vorteil von Bauen mit Holz.

4. Das LiWood Konzept verbindet moderne Bautechnik mit Ökologie

Die Baumaterialien werden im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung sorgfältig ausgewählt und verarbeitet. Hauptbestandteil des Gebäudes ist Holz: so bestehen alle tragenden Innen- und Außenwände aus massivem Brettsperrholz. Es wird zudem großer Wert auf die Rückbaubarkeit & Recyclingfähigkeit der einzelnen Baustoffe gelegt. Die Bauteile werden nach detaillierten LiWood-Konstruktions- und Werkplänen hergestellt. Die Module werden mit Leerrohren, Heizung, Estrich, Aussparungen für das Bad und Konsolen für die Fertigteilplatten der Erschließungsgänge als Fertigteile konzipiert.

Auch die Fertiggäder werden von LiWood selbst produziert. Diese werden bereits mit allen Installationen und komplett fertiggestellter Innenausstattung in die Feldfabrik geliefert und dort als «Modul im Modul» montiert. Auf dem Hochbau werden sie anschließend innerhalb weniger Minuten zusammengeschlossen. Auch hier ist die Verwendung des Werkstoffes Holz ein wesentlicher Faktor für die Nachhaltigkeit und ermöglicht einen sehr hohen Vorfertigungsgrad. So bestehen die Wände sowie der Boden aus Kreuzlagenholz. Die Vorfertigung des Bades bringt eine völlig neue Effizienz in die Bauabläufe des mehrgeschossigen Holzbaus. Eine präzise, zeitliche Vorplanung und Auslieferung durch den Bau der Badmodule in der eigenen Produktion in Eningen u. A. (Baden-Württemberg) geht mit einer Steigerung der Qualität in der Ausführung einher. Das Prinzip «Alles aus einer Hand» senkt die Kosten und ermöglicht eine serielle Vorfertigung der Badmodule ganz nach den Wünschen der Bauherren. So schafft es «LiWood» auch in der Gestaltung der Bäder auf die Wünsche der Kunden einzugehen. Zudem werden die Schnittstellen zu weiteren Subunternehmern durch die eigene Produktion verringert, was dem reibungslosen Bauablauf zugutekommt.

Das LiWood-Bad ist jedoch noch viel mehr als nur ein Bad: Es wird als technische Gesamteinheit konzipiert und ist so die Technikzentrale jeder Wohn- bzw. Nutzungseinheit. Die Bäder werden für jedes Bauvorhaben individuell geplant und seriell gefertigt.

Dabei besteht selbstverständlich auch die Möglichkeit, barrierefreie und rollstuhlgerechte Bäder nach Wunsch entsprechend zu realisieren.

Die Konzeption gewährleistet eine optimale Revisionierbarkeit der Installationen. Jedes Bad ist mit einer Wohnungsstation ausgestattet. Diese liefert das benötigte Warmwasser für das Bad, Küche ect. sowie die Energie für das Beheizen der gesamten Wohnung. Die benötigten Anschlüsse der Küche sind bereits in der Rückwand des Bades enthalten. Die Badmodule beinhalten zudem die Elektrounterverteilung. Die Bäder werden im Gebäude übereinander positioniert, um einen durchgängigen Steigschacht für die Medien und Installationen zu generieren.

Den unterschiedlichen Wohnungstypen entsprechend sind in der Platensiedlung vier verschiedene Badvarianten verbaut. In den Zwei- und Drei-Zimmerwohnungen haben die Bäder eine Größe von 5,7 m² und sind mit Toilette, Waschbecken und Dusche ausgestattet. Auch ein Anschluss für die Waschmaschine ist bereits vorgesehen. Bei den 3,7 m² großen Bädern der Studierendenwohnungen, die ebenfalls mit WC, Waschbecken und Dusche ausgeführt sind, ist der Anschluss der Waschmaschine auf der Rückseite des Badmodules angelegt. Hier kann die Waschmaschine in die Einbauküche integriert werden. In den Technikwänden befinden sich bereits die Anschlüsse für Einbauküchen, die an das Bad angrenzen und so den Synergieeffekt des Steigschachts nutzen.

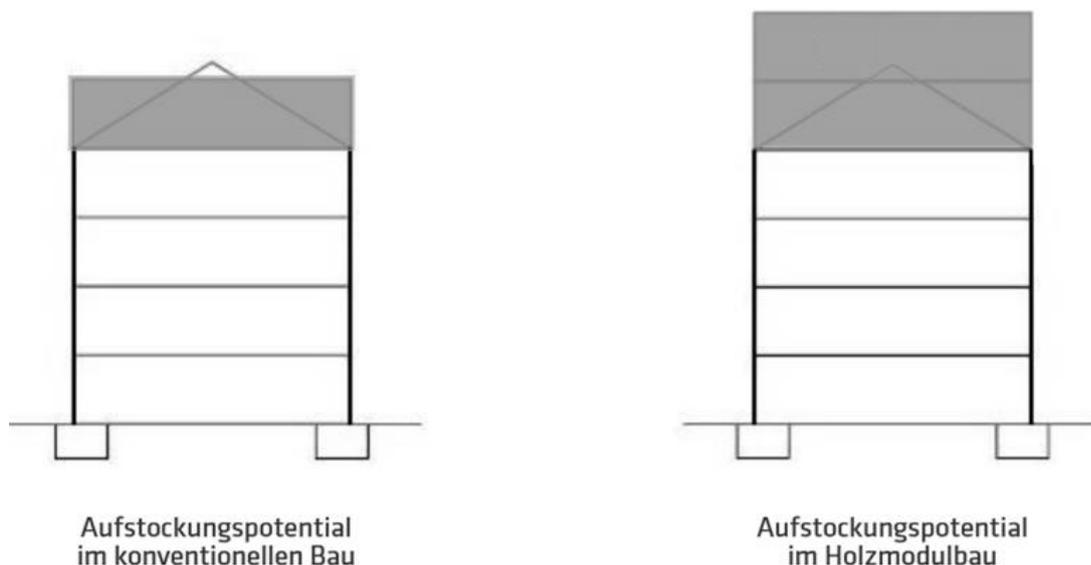


Abbildung 6: Aufstockungspotentiale im direkten Vergleich

Sämtliche erhöhte Schallschutzanforderungen sind im Holzbau realisierbar. Durch die Entwicklung entsprechender Bauteilaufbauten werden die Schallschutzanforderungen an Trennwände und Decken zu anderen Wohnungen umgesetzt. Die Bauteilstrukturen werden projektspezifisch optimiert und entsprechend der Anforderungen umgesetzt (z.B. Trockenestriche, vorgefertigte Zementestriche). Auch die Schallentkoppelung ist konstruktiv gelöst. So werden beispielsweise Schallschutzanforderungen bei Gebäuden mit erhöhter Lärmbelastung durch stark befahrene Straßen durch eine grundstücks- und ausrichtungs- sowie planungs- und ausstattungs-optimierte Planung umgesetzt.

Mit dem Baustoff Holz können die Brandschutzbestimmungen hervorragend erfüllt werden. Holzbauteile durchwärmen sehr langsam und bleiben formstabil, daher ist die Wärmeausdehnung vernachlässigbar gering. Im Brandfall entsteht eine Kohleschicht auf dem Holz, die den Schutz der Holzbauteile gewährleistet. Holz gilt als «normal entflammbar» bei mittlerer Rauchentwicklung. Die Bemessung der tragenden Bauteile wird entsprechend des Abbrandverhaltens von Holz (ca. 0,7 mm/min) festgesetzt: ca. 2 cm sind nach 30 Minuten abgebrannt. Ab Gebäudeklasse 4 kann eine Verkleidung des Holzes mit Gipsfaserplatten nötig werden; diese binden beim Brand austretende Feuchtigkeit und kühlen zusätzlich. Der Vorteil des Holzes ist, dass kein plötzliches Versagen des Materials auftritt, wie etwa bei Stahlgebäuden. Im Brandfall aufschäumende Baustoffe bilden zudem eine geschossweise Brandsperre aus und verhindern eine Brandweiterleitung über Installationen.

Raummodule in Holzleichtbauweise – in 4 Monaten zum Ziel

Max Renggli
Renggli AG
Schötz, Schweiz



Raummodule in Holzleichtbauweise – in 4 Monaten zum Ziel

1. Einleitung

Die Baubranche sieht sich mit individuellen – also einzigartigen – und immer komplexeren Bauprojekten konfrontiert. Anforderungen in den Bereichen Infrastruktur, Technologie, Logistik und Prozesse steigen. Und der ökonomische Druck nimmt stetig zu. Rationalisierungseffekte in der Fertigung sowie auf dem Bau sind gefragt, wie auch das verdichtete Bauen neue Lösungen fordert.

Dabei bewegt der Gedanke des Modulbaus die Fachwelt immer wieder. Im modernen Holzbau nähern wir uns mit der industriellen Vorfertigung immer mehr der Produktion von Autos an: Die Wand-, Boden und Deckenelementen werden in der «geschützten» Werkhalle vorgefertigt. Die konsequente Weiterführung dieses Weges ist der Modulbau – also die serielle Produktion von fertigen Raummodulen. Dank Qualitätsüberwachung der Prozesskette vom Materialeinkauf bis zum fertigen Gebäude werden Baumängel schon im Werk auf das Minimum reduziert. Die industrielle Produktion von ganzen Bauteilen im Werk bietet klare Vorteile bezüglich Planung, Qualität und Terminalsicherheit. Diese Potenziale lassen sich umso stärker ausschöpfen, je mehr Prozesse unter kontrollierten Bedingungen in der Produktionshalle ausgeführt werden. Mit weiterführender Standardisierung und Optimierung der Prozesse lässt sich die Verdichtung der Arbeitsprozesse durch das Zusammenspiel sämtlicher Gewerke – wie Planung, Sanitär, Heizung, Klima und Elektro – weiterentwickeln (inkl. Innenausbau und Apparate). Es werden zwar immer mehr Bauten in Modulbauweise erstellt; der Marktanteil ist aber noch marginal.

2. Jede Bauweise hat ihre Vorzüge

Nachfolgende Abbildung illustriert die Vorteile der jeweiligen Bauweisen. Sie zeigt ebenso exemplarisch, dass je «fertiger» das Produkt in einem Werk produziert wird, umso mehr muss das Projekt im Vorfeld detailliert fertig geplant werden, bevor die Elemente bzw. Module gefertigt werden können. Während in der klassischen Massivbauweise rollierend im Bauprozess (um)geplant werden kann, ist es im Modulbau gegeben, dass bis zur Montage auf der Baustelle die gesamte Planung und Fertigung inkl. Innenausstattung abgeschlossen sind.

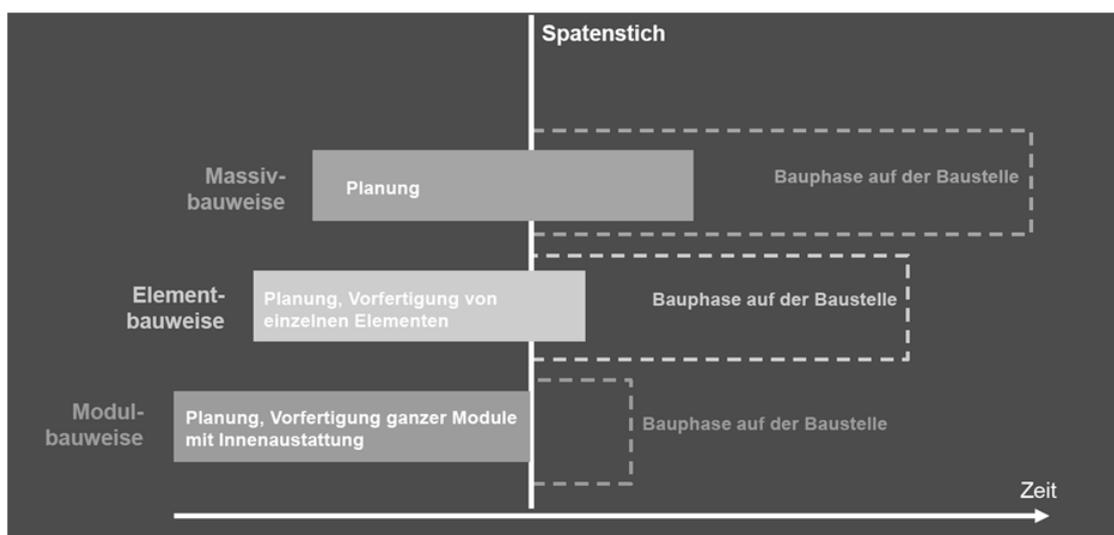


Abbildung 1: Illustration Planung, Fertigung, Montage der verschiedenen Bauweisen

Hier spielen die Weiterentwicklungen im digitalen Bauprozess dem Modulbau ebenfalls in die Hände: Denn wenn die Daten phasengerecht, vom Entwurfsmodell bis in die Produktion, durchgehend verwendet werden, ist eine effiziente Produktion mit hoher Planungssicherheit und hoher Qualität gewährleistet.

3. Ein Blick zurück: Erfahrungen im Modulbau

Mit der Einfamilienhaus-Reihe «VISION:R1 bis 4» hat die Renggli AG schon früh die Produktion im Schutz des Werks auf ein Maximum ausgeweitet. Es stehen vier unterschiedliche Gestaltungstypen zur Auswahl: vom einfachen Modul als Bungalow bis zum zweistöckigen Einfamilienhaus im Minergie-Standard, das aus vier Raummodulen zusammengefügt wird und in drei unterschiedlichen Ausbaustufen erhältlich ist. Dabei sind alle Raummodule mit Wasser- und Elektroinstallationen, Böden, Treppen und Anschlüssen auch mit Bad, Küche und Schränken ausgestattet. Das Interesse zu diesem Modulhaus war zwar gross, der kommerzielle Erfolg aber (noch) bescheiden.



Abbildung 2: Einfamilienhaus-Reihe «VISION:R1 bis 4»

Immer mehr setzt auch die öffentliche Hand aufs modulare Bauen – insbesondere bei Schulhäusern und Kindergärten. Hier kann der schnelle und kosteneffiziente Modulbau Lösungen für einen temporären Ausbau wie auch für den permanenten Einsatz von Schulräumen bieten.

Bei mehrgeschossigen Mehrfamilienhäusern aus Holz aber, scheint die serielle Produktion von Holzmodulbauten an die Grenzen zu kommen. Es erfordert also ein neuartiges Konzept der Tragstruktur, das die Lastabtragung eines Gebäudes mit mehreren Geschossen gewährt.

4. Neuartig: Hochleistungs-Hybridbausystem mit Holz und Stahl (HHHS)

Das neuartige Hochleistungs-Hybridbausystem mit Holz und Stahl wurde im Rahmen eines Projekts von innosuisse, in Zusammenarbeit der Berner Fachhochschule BFH, Schweizer KMU und der AXA als Bauherrin, entwickelt. Innosuisse ist die Schweizerische Agentur für Innovationsförderung. Sie ist eine öffentlich-rechtliche Anstalt des Bundes und hat zur Aufgabe, die wissenschaftsbasierte Innovation im Interesse von Wirtschaft und Gesellschaft zu fördern.

Die Grundidee des neuartigen Gebäudekonzepts: Es soll ein Hochleistungs-Hybridbausystem mit Stahl und Holz entwickelt werden, mit dem 4- bis 8-geschossige Mehrfamilienhäuser errichtet werden können. Das System erfordert Raummodule aus einem Holz-Stahl-Verbund und neuartige Tragwerke, die über schallentkoppelte, biegesteife Stahl-Rahmenecken verfügen.

Die Entwicklung des Bausystems fokussierte primär auf die Realisierung preiswerter, mehrgeschossiger Wohnbauten zum Ersatz von alter Bausubstanz. Aus Sicht der Architektur besteht die Innovation des Holz-Stahl-Hybridbausystems in der Kombination folgender zentraler Elemente: Flächeneffizienz, Flexibilität, Modularität und Installations-effizienz.

Die Flächeneffizienz der Grundrisse reduziert wohnungsinterne Erschliessungsflächen durch Überlagerung mit Hauptnutzflächen. Der aktuell sehr hohe Flächenbedarf im Wohnungsbau soll eingeschränkt werden. Der Mieter profitiert durch einen unterdurchschnittlichen Mietzins für eine kleine aber praktikable Wohnfläche. Die Flexibilität des Hybridbausystems ermöglicht nachhaltig nutzbare Wohnungsgrundrisse und damit stabile und langfristige Vermietbarkeit für den Investor sowie einen hohen Komfort- und Nutzungsstandard des Wohnraums für den Mieter.



Abbildung 3: Grundrisskonzept: Drei Modultypen – frei kombinierbar.

Die Nutzerbedürfnisse wurden anhand einer repräsentativen Mieterstudie (2-Personen- und Einzelhaushalte) bei den relevanten Kunden/Nutzergruppen durch die Bauherrin AXA ermittelt. Die Studie umfasst explorative sowie leitfadensbasierte Befragungen und darauf aufbauend eine breit abgestützte Umfrage mit Faktorenanalyse und Profilbildung.

5. Vom Endkunden lernen – Konzept optimieren

Ein wesentlicher Bestandteil des Forschungsprojekts war der Einbezug (zukünftiger) Mieterbedürfnisse. Dafür wurde Ende 2017 auf dem Werksgelände der Renggli AG ein Prototyp mit zwei Musterwohnungen erstellt. Im Januar 2018 fand ein Workshop inklusive Begehung mit knapp 20 Probanden statt. Die Prototypen wurden von potentiellen Mietern so auf Herz und Nieren geprüft.



Abbildung 4: Prototyp-Wohnungen auf dem Werksgelände der Renggli AG in Schötz

Die daraus gewonnen Erkenntnisse führten zu geringfügigen Anpassungen und Optimierungen im Innenbereich (z.B. Materialisierung der Böden).

In der gleichen Phase wurden umfangreiche Akustikmessungen und Luftdichtigkeitsmessungen durchgeführt. Diese Resultate waren grundsätzlich positiv. Die geplanten und anvisierten Werte wurden planmässig erfüllt. Einzig bei den Einheiten die in bzw. mit einem Modul zwei Wohnungen abdecken, musste der Wandaufbau verbessert werden um die gewünschte Qualität zu erreichen.

6. Das Gebäudekonzept: die Umsetzung in Lenzburg

Im Gegensatz zu bisherigen Modulbauten kommt in Lenzburg ein Stahlgerüst als Tragwerk zum Einsatz. Dieses Tragwerk fungiert als Skelettbau, bei dem die vertikalen und partiell die horizontalen Haupttragelemente aus Stahl bestehen. Die Raummodule, die in Holzbauweise erstellt werden, leiten die Dach- und Deckenlasten in die Primärstruktur aus Stahl und helfen zur Aussteifung des Gebäudes.

Die Verbindungen im Tragwerk stellen den Schlüsselpunkt des Bausystems dar. Neben der Lastübertragung am Knotenpunkt und den bauphysikalischen Anforderungen, sind die Knotenpunkte nicht konventionell geplant, sondern wurden so konzipiert, dass sie auf der Baustelle nur noch zusammengesteckt und gesichert werden können. Die Innovation liegt in der für die Montage steckbare Verbindung, die gleichzeitig schallentkoppelt wirkt und eine biegesteife Rahmenecke ausbildet. Diese Knotenanschlüsse minimieren die Arbeitsschritte auf der Baustelle. Ein weiterer neuartiger Vorteil ist die zerstörungsfreie Demontierbarkeit dieser Anschlüsse. Im Falle eines Rückbaus, kann man die Module und Elemente des Holz-Stahl-Hybridbausystems direkt in einem anderen Gebäude des gleichen Hochleistungs-Hybridbausystems wiederverwenden.

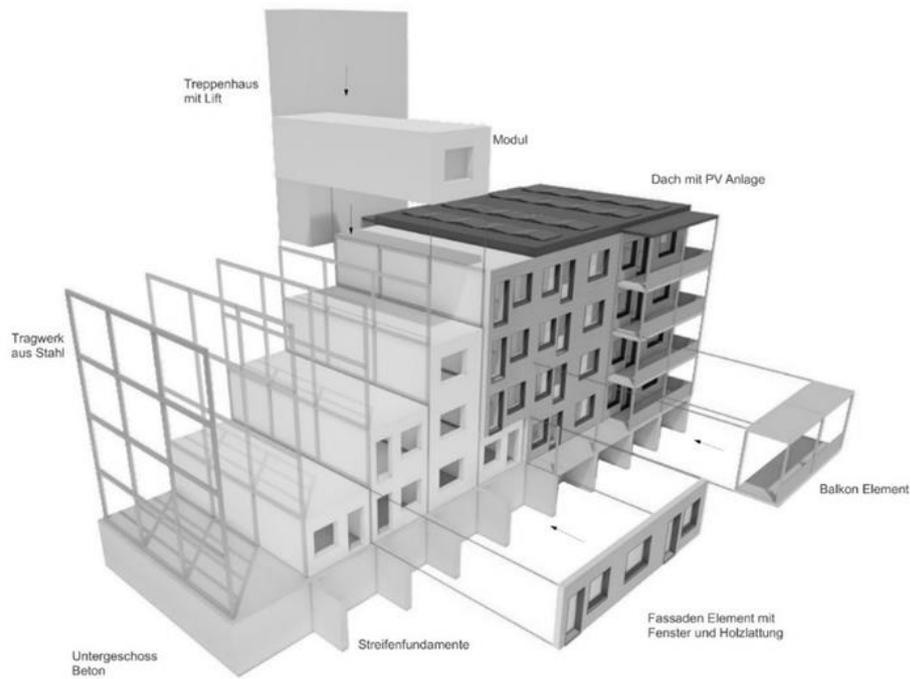


Abbildung 5: Illustration des HHHS-Gebüdesystems I.

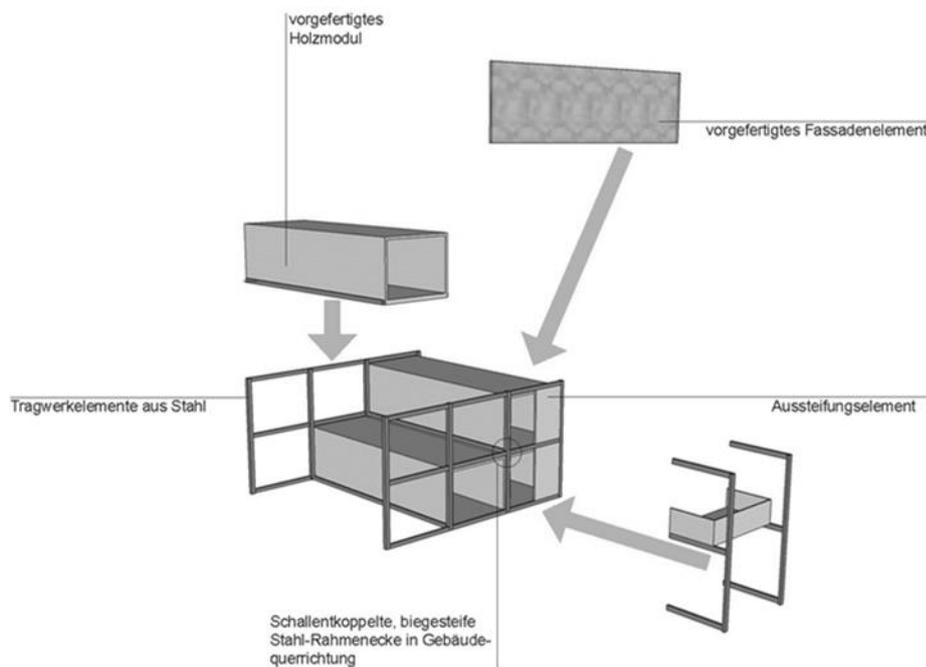


Abbildung 6: Illustration des HHHS-Gebüdesystems II.

Im Dezember 2018 startete die Fertigung der Raummodule bei der Renggli AG in Schötz. Die Bäder, Küchen, Türen, Fenster und Beläge wurden im Werk eingebaut, die Leitungen der Gebäudetechnik eingezogen.



Abbildung 7: Fertigung der Raummodule in der Werkhalle der Renggli AG in Schötz.

Parallel zur Produktion der Module wurde in Lenzburg das Untergeschoss erstellt und die Stahlstruktur aufgebaut. Die Unterkellerung unterscheidet sich nicht von einem konventionellen Mehrfamilienhaus.



Abbildung 8: Das Stahltragwerk wird in Lenzburg aufgebaut.

Die vorgefertigten Module wurden mit Tiefladern angeliefert und konnten innert Stunden montiert werden. Die fertigen Module mussten nur noch in das Stahlgerüst eingesetzt, miteinander verbunden und die Gebäudetechnik angeschlossen werden.



Abbildung 9: Die fertigen Module werden mit dem Tieflader «just in time» geliefert und ins Stahlgerüst eingesetzt.

Erschlossen werden die Wohnungen über einen Laubengang mit vorgesetztem Treppen- und Liftturm. Ein konventioneller Erschliessungskern wird somit nicht mehr benötigt.



Abbildung 10: Impressionen des fertigen Gebäudes «HELLO Lenzburg» I.



Abbildung 11: Impressionen des fertigen Gebäudes «HELLO Lenzburg» II.

7. Fazit und Ausblick

Dieses Hybridbausystem hat neben der vereinfachten und kompakten Bauweise zahlreiche weitere Vorteile: Der Bau ist deutlich schneller, im Fall von Lenzburg sparte man rund neun Monate Bauzeit. Lange Leerstände und Wohnungsknappheit können aus Sicht des Investors dadurch reduziert werden. Durch die Vorfertigung, die Standardisierung der Wohnungen und die resultierende Skalierung können die Kosten pro Wohnung in Zukunft deutlich gesenkt werden. Dies schlägt sich schliesslich im Mietzins nieder. Diese Bauweise erlaubt es langfristig denkenden Investoren, Mietwohnungen von schlechter Bausubstanz, bei denen sich eine Sanierung nicht mehr lohnt, mit preiswertem und modernem Wohnraum zu ersetzen.

Die Liegenschaft in Lenzburg hat Pioniercharakter und die Erfahrungen daraus dienen weiteren Projekten als Grundlage. Mit dem Wiederholungsfaktor kann diese Bauweise immer wieder bei unterschiedlichen Bauobjekten angewandt werden. In der Folge können der Entwicklungsaufwand und damit die Planungskosten pro Bauobjekt für den Bauherrn bzw. den Investor weiter reduziert werden.

8. Über Renggli AG

Die Renggli AG entwickelt und realisiert industriell gefertigte, hochwertige und klimagerechte Gebäude in Element- und Modulbauweise in Schweizer Qualität. Immer mit dem Ziel vor Augen, höchstmöglichen Wohnkomfort mit geringstmöglichem Energieaufwand zu erreichen. In ökologischer Holzbauweise entstehen architektonisch anspruchsvolle Bauvorhaben – vom Einfamilienhaus bis hin zum mehrstöckigen Wohn- oder Geschäftsgebäude – stets qualitätssicher und kosteneffizient. Immer gereu unserer Vision:

«Wir bauen für eine lebenswerte Zukunft.»

Städtischer Wohnbau

Prinz-Eugen-Park in München – die größte Holzbausiedlung in Deutschland entsteht

Ulrike Klar
Stadtdirektorin
Landeshauptstadt München
Referat für Stadtplanung und Bauordnung
München, Deutschland



2 | Prinz-Eugen-Park in München – die größte Holzbausiedlung in Deutschland entsteht | U. Klar

Prinz-Eugen-Park in München – die größte Holzbausiedlung in Deutschland entsteht

1. Die größte Holzbausiedlung Deutschlands – Unsere Herausforderungen

1.1. Wohnen in München

Eine der wichtigsten Aufgaben in München ist die Versorgung der Bevölkerung mit bezahlbarem Wohnraum. München wird weiter wachsen und somit auch die Nachfrage nach Wohnungen. Gleichzeitig verknappen sich die zur Verfügung stehenden Siedlungs-flächen im Stadtgebiet zunehmend.

Der Münchner Stadtrat hat daher das neue wohnungspolitische Handlungsprogramm «Wohnen in München VI» Ende 2016 beschlossen, in dem die Ziele der Münchner Wohnungs-politik fortgeschrieben und weiterentwickelt werden. Damit werden alle verfügbaren Instrumente genutzt, um den Anteil an preiswertem Wohnraum zu schützen und den Neubau von Wohnungen zu fördern. Seit seiner Erstauflage im Jahr 1989 sind über 157.000 Wohnungen fertiggestellt worden, das ist etwas mehr als der Wohnungs-bestand von Karlsruhe.

Aufgrund der absehbaren Flächenverknappung lassen sich folgende Schwerpunkte für Wohnungsbaupotenziale identifizieren:

- Umstrukturierung von Gewerbegebieten in Wohngebiete,
- Nachverdichtung,
- Neuentwicklung.



Abbildung 1: Strategien der Langfristigen Siedlungsentwicklung

Holz hat als Baumaterial eine Bedeutung gewonnen, die noch vor wenigen Jahren kaum denkbar war. Gerade bei der Nutzung der Wohnbaupotenziale Nachverdichtung und Neubau kann der Holzbau im Wohnungsbau große Vorteile bieten. Der Holzbau lässt sich vorfertigen und elementieren. Beim Bau bringt der Holzbau durch das schnelle Zusammenfügen der vorgefertigten Elemente deutliche Zeitvorteile und verursacht weniger Baustellenverkehr. Bautechnische Forschungen haben große Verbesserungen beim Brand-

und Schallschutz von Holzbauten bewirkt. Computergestützte Herstellungsmethoden ermöglichen völlig neue Formen der Gestaltung. Einer der ältesten Baustoffe liefert somit entscheidende Beiträge zu einer ressourcen-schonenden Architektur, ein vertrautes Material präsentiert sich in einer neuen Vielfalt.

Bauen mit Holz ist ein Statement für ökologisch verantwortliches und nachhaltiges Bauen und kann zukünftig bei der langfristigen Siedlungsentwicklung und seinen Strategien für das Wohnen in München eine große Rolle spielen.

1.2. PERSPEKTIVE MÜNCHEN – Online Befragung

Neue Impulse erhielt der Holzbau in München durch die Fortschreibung des Münchner Stadt-entwicklungs-konzepts PERSPEKTIVE MÜNCHEN im Jahr 2012. In der Online-Befragung hatte der Vorschlag «München profiliert sich als international führende Holzbaustadt» die meisten Zustimmungen erhalten.

Der Münchner Stadtrat hat daraufhin das Referat für Stadtplanung und Bauordnung beauftragt, die Möglichkeiten für die Holzbauweise in München auszuloten.

2. Die Landeshauptstadt München gibt die Ziele vor

2.1. Der Stadtrat packt mit an

Eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung der Holzbauweise ist die Einbindung und umfassende Information der politischen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger. Das Referat für Stadtplanung und Bauordnung hat daher für die Mitglieder der wichtigsten Ausschüsse zum Beispiel eine Informations-fahrt nach Bad Aibling in die «City of Wood» oder nach Zürich zu Holzbauprojekten veranstaltet. Die bereits realisierten Gebäude sind Vorbildprojekte, gerade auch für den mehrgeschossigen Holzbau. Die Projekte zeigen, dass sich der Holzbau für private Bauherrinnen und Bauherren durchaus wirtschaftlich interessant darstellt.

2.2. Konzeptausschreibungen statt Preiswettbewerb

Nachdem die Stadt München selbst nicht als Bauherrin für Wohnungsbauvorhaben fungiert, bestehen insbesondere bei der Ausschreibung und Vergabe städtischer Flächen für Wohnungsbau größte Einflussmöglichkeiten bei der Umsetzung bestimmter Ziele, wie beispielsweise der Holzbauweise.

Nach dem eingangs zitierten wohnungspolitischen Handlungsprogramm «Wohnen in München» werden städtische Wohnungsbaugrundstücke nicht mehr gegen Höchstgebot, sondern im Rahmen von Konzeptausschreibungen vergeben. Neben dem Preis nach Verkehrswert fließt auch die Qualität des Konzepts in die Bewertung ein. Wichtig ist dabei, dass die Qualitätsbausteine und Auswahlkriterien messbar und nachvollziehbar sind.

Für die Umsetzung der Holzbauweise bei den Projekten auf ehemals städtischen Flächen hat das Referat für Stadtplanung und Bauordnung daher das ökologische Kriterium «Einsatz nachwachsender Rohstoffe» eingeführt. Die Bewerberinnen und Bewerber verpflichten sich in ihren Angeboten zum Einsatz bestimmter Mengen an Holz bzw. nachwachsender Rohstoffe, um ihre Chancen bei der Vergabe aufrecht zu erhalten.

3. Ökologische Mustersiedlung Prinz-Eugen-Park

3.1. Ehemalige Prinz-Eugen-Kaserne

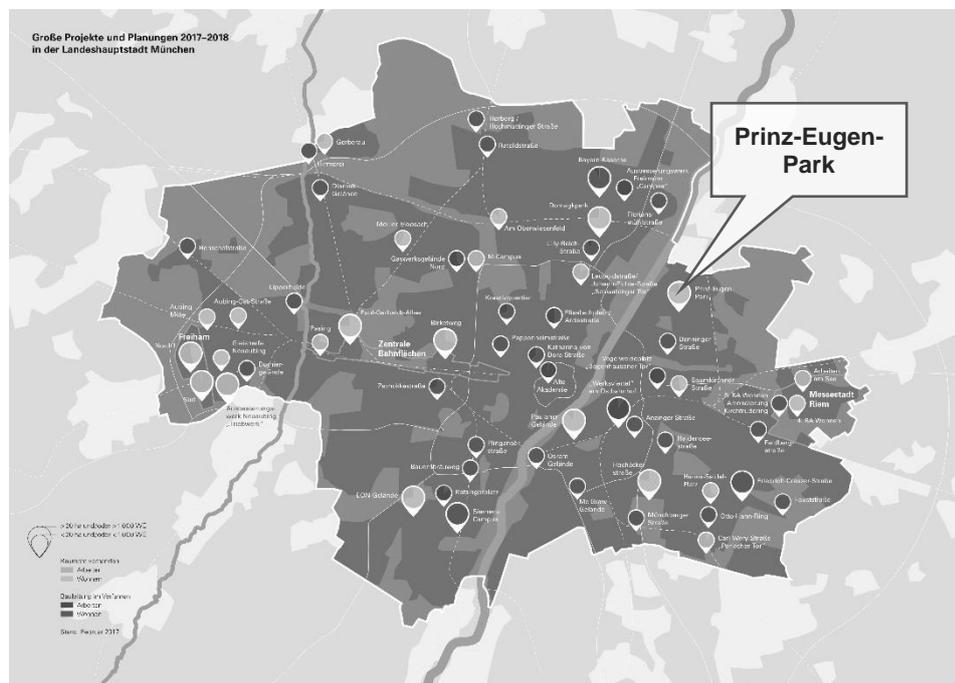


Abbildung 2: Große Planungen in München und Lage Prinz-Eugen-Park, 2017

Der Münchner Stadtrat hat das Referat für Stadtplanung und Bauordnung beauftragt, eine Ökologische Mustersiedlung in Holzbauweise umzusetzen. Die Karte (Abbildung 2) zeigt einerseits, dass derzeit große Planungen über das gesamte Stadtgebiet verteilt stattfinden sowie den Standort der Ökologischen Mustersiedlung. Der Standort ist ein Teilbereich in der ehemaligen Prinz-Eugen-Kaserne, die die Stadt München 2005 vom Bund erworben hat.

3.2. Vorzeigequartier für nachhaltige Stadtentwicklung

Auf dem Gelände der ehemaligen Prinz-Eugen-Kaserne entsteht seit 2016 ein Stadtquartier mit 1.800 Wohnungen, das Vorbildcharakter für ganz München hat. Das neue Stadtquartier wird nach dem Rahmenplan aus dem städtebaulichen Wettbewerb im Jahr 2009 (GSP Architekten und Rainer Schmidt Landschaftsarchitekten, beide München) entwickelt.

Der neue Prinz-Eugen-Park in Bogenhausen wird ein lebenswertes Quartier, bei dem viel Wert auf die Beteiligung der zukünftigen Bewohnerinnen und Bewohner sowie auf Gemeinschaftseinrichtungen, autoreduziertes Wohnen, eine gute Nahversorgung und vernetzte Nachbarschaften gelegt wird. Die Akteure haben sich zu einem Konsortium, bestehend aus den beiden städtischen Gesellschaften GEWOFAG und GWG, der staatlichen Gesellschaft Stadibau, Genossenschaften, Baugemeinschaften und freien Bauträgern zusammengeschlossen und errichten auf dem Areal Wohnanlagen und soziale Einrichtungen. Durch den Mix aus unterschiedlichen Wohnprojekten, unter anderem in staatlichen und städtischen Förderprogrammen, entsteht ein breites Angebot für verschiedene Einkommens- und Altersgruppen.

Im südlichen Bereich des Prinz-Eugen-Parks entsteht eine Ökologische Mustersiedlung in Holzbauweise. Damit möchte die Landeshauptstadt München den modernen Holzbau etablieren und neue Maßstäbe in puncto Klimaschutz und nachhaltiger Stadtentwicklung setzen. Unterschiedliche Gebäudetypen, bis hin zu siebengeschossigen Häusern wurden dort errichtet. Mit fast 600 Wohnungen entsteht die **größte zusammenhängende Holzbausiedlung Deutschlands**. Die Stadt hat dafür ein eigenes Förderprogramm ins Leben gerufen. Mitte 2020 ist die Mustersiedlung bezogen.



Abbildung 3: Rahmenplan Prinz-Eugen-Park (GSP Arch., München) und Umgriff Mustersiedlung

4. Kooperation mit Universitäten

4.1. Definition: «Was ist ein Holzbau?»

Die Münchner Planungsexperten haben für die erfolgreiche Umsetzung der Holzbauweise drei wichtige Schwerpunkte festgelegt:

Die Ausschreibung und Vergabe der Grundstücke für die Ökologische Mustersiedlung in Holzbauweise erfordern Bewertungskriterien, die messbar sind und mit denen sichergestellt wird, dass die gewünschten Qualitäten umgesetzt werden.

Für die Definition der Holzbauweise hat die Stadt München als Kooperationspartnerin an einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojekt der TU München und der Ruhr Universität Bochum mitgewirkt. Im Ergebnis der Forschung ist ein geeigneter und gut messbarer Parameter zur Bewertung von Holzbauten die Menge Holz, die im Gebäude verbaut ist. Holz wird dabei als «nachwachsender Rohstoff» in der Abkürzung «nawaros» bezeichnet.

Als Einheit für die Bewertung dient die Masse in Kilogramm an nachwachsenden Rohstoffen («nawaros») je Quadratmeter Wohnfläche ($\text{kg nawaros/m}^2 \text{ WF}$). So kann beispielsweise der Holzanteil im Geschosswohnungsbau – je nach Bauweise – bis zu 230 kg nawaros pro m^2 Wohnfläche betragen.

4.2. Förderung der Holzbauweise

Die Ökologische Mustersiedlung ist mit ihren Zielen und in der geplanten Größe ein bislang einmaliges Pilotprojekt für nachhaltiges Bauen. Um die Realisierung zu ermöglichen, hat der Münchner Stadtrat ein Förderprogramm speziell für die Ökologische Mustersiedlung beschlossen. Das Programm bietet den Akteuren einen Zuschuss für die Finanzierung der höheren Erstinvestition und der Mehraufwendungen für den Holzbau. Die Höhe des Zuschusses richtet sich nach der im Gebäude verbauten Masse Holz (in Kilogramm). Nach den Förderrichtlinien beträgt der Zuschuss bei kleinen Gebäuden bis drei Geschosse bis zu 0,70 Euro pro Kilogramm «nawaros» und beim Geschosswohnungsbau bis zu 2,00 Euro pro Kilogramm «nawaros». Der Münchner Stadtrat hat für das Zuschussprogramm Haushaltsmittel in Höhe von 13,6 Mio. Euro zur Verfügung gestellt.

4.3. Qualitätssicherung der Holzbauweise

Die Umsetzung des Holzbaus stellt für die Akteure eine große technische Herausforderung dar. Die Qualitätssicherung erfolgt über mehrere Bausteine:

Die Bauherren haben sich zu einem integrierten Planungsansatz verpflichtet. Erst dann kommen die wesentlichen Vorteile der Holzbauweise wie eine verkürzte Bauzeit, Kostensicherheit und die gewünschte Ausführungsqualität zur Geltung. Zudem müssen die verwendeten Holzbaustoffe aus nachhaltiger Bewirtschaftung oder aus der Region stammen.

Das speziell eingerichtete Ratgeber-Gremium mit vier anerkannten Expertinnen und Experten hat alle Projekte in der Planungsphase zu Brandschutz, Tragwerk und Schallschutz im mehrgeschossigen Holzbau beraten und begleitet.



Abbildung 4: Bauvorhaben WA 14 West: GWG München, Müller-Blaustein, Arch. Rapp

5. Ökologische Mustersiedlung - Die größte Holzbausiedlung Deutschlands

5.1. Fast 600 Wohnungen sind bezogen

Die Ökologische Mustersiedlung wird von Baugemeinschaften und Baugenossenschaften sowie den städtischen Wohnungsbaugesellschaften GEWOFAG und GWG München realisiert. Diese Akteure erstreben innovative und nachhaltige Gebäudekonzepte und sind bereit, diese auch umzusetzen.

Alle Projekte zeichnen sich durch eine hohe Planungs- und Umsetzungsqualität aus. Der integrierte Planungsansatz, bei dem alle an Planung und Bau Beteiligten von Anfang an einbezogen wurden und der für das Gelingen der Holzbauweise entscheidend war, wurde bei allen Projekten konsequent umgesetzt.

Bereits in den Planungen waren auch Aussagen zur Umsetzung der Holzbauweise und insbesondere zu den Massen an Holz bzw. nachwachsenden Rohstoffen enthalten, die in den Gebäuden verbaut werden. Diese Angaben dienten sowohl der Qualitätssicherung als auch der Ermittlung der Förderung aus dem Zuschussprogramm.

Jetzt im Januar 2020 sind bereits sieben der acht Projekte in der Ökologischen Mustersiedlung ausgeführt. Das Projekt in Baufeld WA 16 West ist aktuell noch in Bau und wird bis Mitte 2020 fertiggestellt.

Ein großer Teil der Holzkonstruktionen wurde im Werk vorgefertigt und als Holzbauteil oder Holzbaumodul auf die Baustelle transportiert und dort montiert. Damit konnte ein schneller Baufortschritt erreicht werden.



Abbildung 5: Aktuell sind fast alle Gebäude der Mustersiedlung bezogen.

5.2. Ausblick

Mit der Umsetzung der Ökologischen Mustersiedlung als Leuchtturmprojekt soll die Holzbauweise besonders im Geschosswohnungsbau befördert werden und der Holzbau soll sich nach Möglichkeit stärker auf dem Markt etablieren. Das Ausschreibungsverfahren, die Vergabekriterien sowie das Förderprogramm sollen Anregungen für andere Städte und Kommunen sein.

Die Ökologische Mustersiedlung im Prinz-Eugen-Park in Holzhybrid- und Holzbauweise soll einen Beitrag zur Verbreitung des Holzbaus leisten und den modernen Holzbau für eine nachhaltige Stadtentwicklung etablieren.

Mit der Umsetzung der Ökologischen Mustersiedlung werden in acht Projekten 566 Wohnungen hergestellt, davon 452 geförderte und freifinanzierte Mietwohnungen. Damit kann in Zukunft durch vielseitige Projekte gezeigt werden, dass die Holzbauweise auch für Bestandshalter interessant sein kann.

Durch die vom Münchner Stadtrat für das Zuschussprogramm bereitgestellten 13,6 Mio. war es möglich, die Holzkonstruktionen und Massen an nachwachsenden Rohstoffen individuell und großzügig zu fördern.

Dadurch wurden in der Ökologischen Mustersiedlung sehr vielfältige und verschiedene Holzbau- und Holzhybridbauweisen möglich, die von einer Stahlbetonskelettbauweise mit einer Fassade in Holzrahmenbauweise bis zu massiven Brettsperrholzkonstruktionen inklusive den Treppenhäusern und Aufzugsschächten variieren.

Die Stadt München wirkt als Kooperationspartnerin an einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojekt der Ruhr Universität Bochum mit.

Das Forschungsprojekt soll unter anderem dazu beitragen, die modellhafte Entwicklung eines innovativen Konzeptes für ein ressourcenschonendes Quartier darzustellen, die umgesetzten Maßnahmen zu dokumentieren, und den Kohlenstoffspeicher sowie die Klimaschutzwirkung auf Gebäude- und Quartiersebene zu quantifizieren. Im Rahmen des Forschungsprojektes ist eine Publikation geplant.



Abbildungen 6 und 7: Bauvorhaben WA 14 Ost: Baugemeinschaft team³ / ARGE Architekturwerkstatt Vallentin + Johannes Kaufmann Architektur/ Dornbirn

Die Landeshauptstadt München wird die nachhaltige Stadtentwicklung weiter fördern. Die Erkenntnisse aus der Ökologischen Mustersiedlung werden dabei für weitere Stadtentwicklungsvorhaben der Landeshauptstadt München als Best-Practice-Beispiele dienen.

Der Stadtrat hat bereits beschlossen, in den Bauquartieren Henschelstraße und in Freiham, 2. Realisierungsabschnitt, weitere Holzbausiedlungen umzusetzen. Für zwei weitere neue Siedlungsgebiete, in der Bayernkaserne und im Kreativquartier, wird eine Holzbauförderung geprüft. Außerdem sollen mehr Grundstücke explizit nur für den Holzbau ausgeschrieben werden.

Quartier Weissensee: Berlins grösster Holzbau

Christoph Deimel
Deimel Oelschläger Architekten
Berlin, Deutschland



Quartier Weissensee: Berlins grösster Holzbau

Im Berliner Stadtteil Weißensee ist ein Wohnquartier entstanden, das als Modell für künftiges qualitativ hochwertiges Wohnen in der Stadt dienen kann.

Gebaut wird vorwiegend mit Holz: Mit rund 12.000 m² Nutzfläche ist das Stadtquartier derzeit eines der größten Holzbauprojekt Deutschlands und ein wichtiger Beitrag für nachhaltiges Bauen.

Die Häuser werden im KfW-40-Standard für eine gute Gesamtgebäudeenergiebilanz errichtet. Auf der Basis der Idee, ein soziales und nachhaltiges, funktionsgemischtes Stadtquartier im Herzen Berlins zu schaffen, entstand das Konzept von Wohnhäusern für rund 250 Menschen und Räume für genossenschaftliches und nachbarschaftliches Leben, angereichert um öffentliche Angebote für den Kiez.



Abbildung 1: Lageplan der Siedlung

Die kleine Siedlung aus fünf Häusern mit jeweils vier bis fünf Geschossen entsteht auf der ehemaligen Erweiterungsfläche eines angrenzenden jüdischen Friedhofs in Berlin-Weißensee. Ziel war es, das Quartier als Stadtmodell für soziales Miteinander zu entwickeln und einen Beitrag zu leisten zu einer lebendigen und lebenswerten Nachbarschaft mit vielfältigen und auch erschwinglichen Wohnungsangeboten.

Die Architekten Christoph Deimel und Iris Oelschläger betonen: «Wir haben eine architektonische und nachhaltige Antwort für das Anliegen des Bauherren gefunden, ein sozial orientiertes Stadtquartier zu entwickeln».

Ressourcen schonen und Energie sparen – das sind die weiteren Prämissen, die der Planung zu Grunde liegen. Durch die Konstruktion in Massivholz, das Fassadensystem als Holztafelbauweise mit Zellulosefüllung und einer Lüftungsanlage und Wärmerückgewinnung erreichen die Gebäude den KfW-40-Standard – d.h. sie verbrauchen 60 % weniger Energie als ein vergleichbarer Neubau. Dazu die Architekten: «Nachhaltiges Bauen bedeutet für uns die Entwicklung von Konzepten, die sowohl ökologisch als auch sozial auf Dauer tragfähig sind.»



Abbildung 2: Rohbau mit Skelett aus Stützen und Trägern.

Auch wirtschaftlich hat die Bauweise mit Holz viele Vorzüge. Durch die Standardisierung von Haustypen, Stützraster und Fassadenelementen wird eine Einsparung von Baukosten wie in der Bauzeit erreicht. Errichtet wird der Holzbau von der im westlichen Münsterland beheimateten Terhalle Unternehmensgruppe. «Aufgrund der eigenen Fertigungsanlagen für den Holzbau und der Fensterproduktion sowie der Durchführung aller Dachdeckerleistungen können wir die geschlossene Gebäudehülle durch den hohen Vorfertigungsgrad am Produktionsstandort Ahaus-Ottenstein optimal vorbereiten und somit effektiv auf der Baustelle in Berlin montieren», erläutert Josef Terhalle für sein Unternehmen.



Abbildung 3: Montage der Deckenelement auf den Unterzügen

Damit stellt die Verwendung des nachwachsenden Baustoffs Holz in einem Mix aus tradierter und hochmoderner Konstruktionsweise den Schlüssel dar für eine nachhaltige Bauweise – und bietet die Chance für die Entwicklung von innerstädtischem, grünem und zukunftsorientierten Wohnraum.



Abbildung 4: Ansicht Garten Haus C



Abbildung 5: Fertiggestellte Wohnung Haus C



Abbildung 6: Blick in die Siedlung

Aufzählung

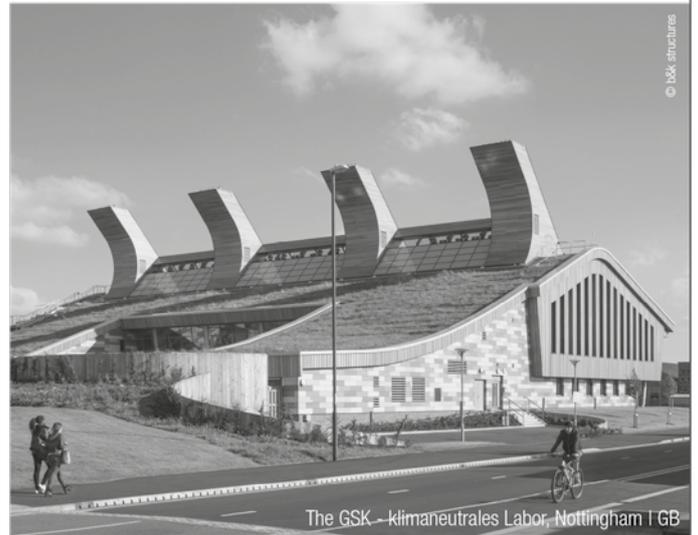
- Holzbauquartier mit 12.000 m² Nutzfläche
- Wohnen und öffentliche Einrichtungen; Schwimmbad, Kiezküche, Kita
- Holzhybridbau im KfW40 Standard
- Holzskelettbau mit Massivholzdecken und Holztafelbaufassaden
- Wohnungsangebote für soziale Träger in Clusterwohnungen
- Fertigstellung Oktober 2019 – Januar 2020

Sponsoren und Aussteller

binderholz

tiptop timber

natur in architektur □



Europas Marktführer für Massivholzprodukte und innovative Baulösungen

Mit unseren Massivholzprodukten und innovativen Baulösungen werden weltweit Gebäude unterschiedlichster Verwendung durch Kunden und Partnerbetriebe errichtet. Modernste CNC-Technologie ermöglicht jegliche Bearbeitung unserer massiven Holzbauprodukte. Die kompetente binderholz Technikabteilung unterstützt Sie bei der Erarbeitung verschiedenster Gebäudekonzepte und der technischen Planung. Für durchdachte Massivholzbau Lösungen beraten Sie unsere Ingenieure mit fundiertem Fachwissen.

Sägeprodukte | Holzbauprodukte: Brettsperrholz BBS, Brettschichtholz, Massivholzplatten, Konstruktionsvollholz | DIY-Produkte | Pressspanpaletten und -klötze | Biobrennstoffe | Pferdestreu

bbs@binderholz.com

www.binderholz.com



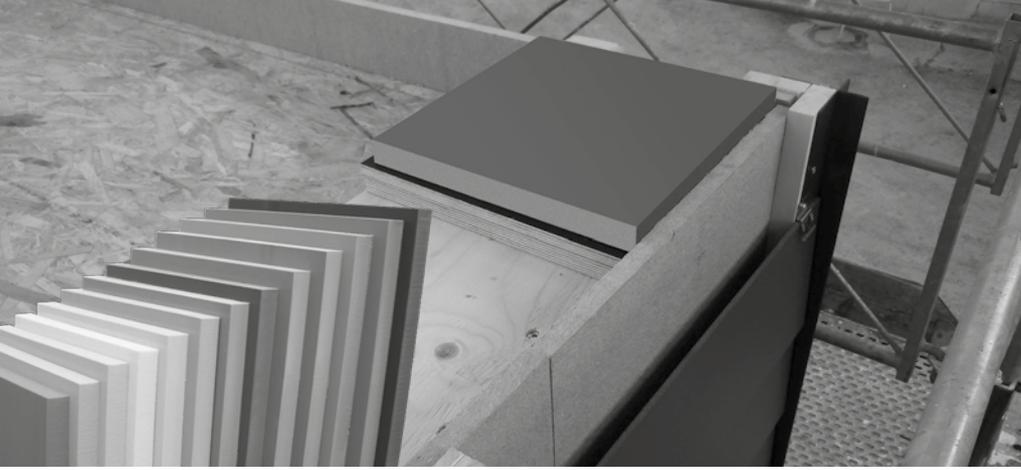
**Digitale Daten von Egger –
in wenigen Schritten zu einer
höheren Planungsqualität.**

www.egger.com/digitaleplanung

Anwendungsbereich auswählen, Filter setzen und Konstruktionen schnell und einfach herunterladen. Mit dem großen Datenupdate stehen Ihnen nun um die 100 Konstruktionen zur Verfügung, die Sie problemlos in Ihr BIM- und CAD-System integrieren können. Jetzt auf myEGGER registrieren und loslegen!

MEHR AUS HOLZ.

E EGGER



Schall- und Schwingungsisolierung im Holzbau mit PURASYS vibrafoam/vibradyn

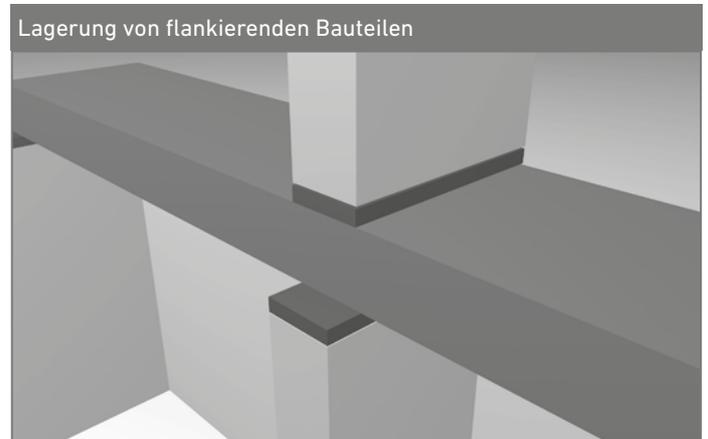
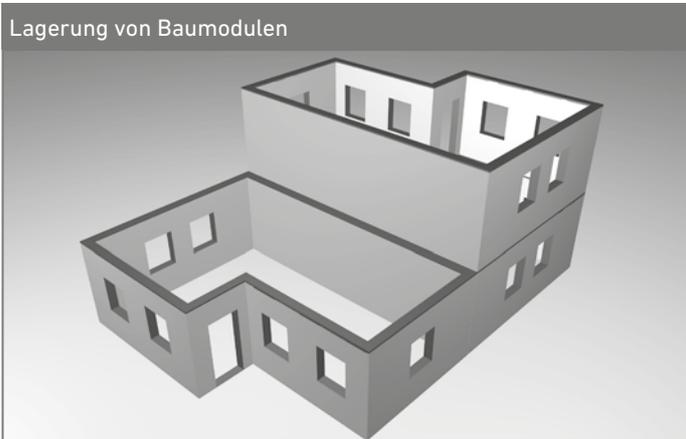
ISOCELL GmbH & Co KG
Gewerbestraße 9
5202 Neumarkt am Wallersee | Österreich
Tel.: +43 6216 4108 | Fax: +43 6216 7979
office@isocell.at

Im modernen Holzbau ist hoher Wohnkomfort problemlos umsetzbar. Ob Ziegelmassiv oder Holzbau – alle Bauweisen unterliegen gleichen Anforderungen. Als Beispiel wird hier der Schallschutz genannt. Statt auf pure Masse setzt der Holzbau auf eine intelligente Konstruktion. Hierzu tragen auch High-Tech Materialien wie **vibrafoam/vibradyn** Lager aus hochwertigem Polyurethan bei und sind ein wirksamer Schutz vor Schwingungen und Erschütterungen.

Diese High-Tech PUR Elastomere können als flächige Matte zur Entkoppelung zwischen den Bauteilen eingesetzt werden, als Zuschnitt entsprechend der jeweiligen Bauteilgeometrie oder auch als individuell gefertigtes Formteil.

PURASYS **vibradyn** ist aufgrund seiner hervorragenden dynamischen Eigenschaften auch für höchst anspruchsvolle Anwendungen geeignet. Dank seiner Struktur nimmt dieser Werkstoff nahezu keine Flüssigkeiten auf und kann somit auch im drückenden Grundwasser eingesetzt werden.

Verwendung von **vibrafoam/vibradyn** im Holzbau



Wirkung von **vibrafoam/vibradyn**

Die physikalischen Eigenschaften von Holz, insbesondere dessen Schallleitfähigkeit erfordern allerdings auch geeignete Maßnahmen um Schwingungs- und Schallübertragung zu minimieren.

Gerade an Knotenpunkten, an denen unterschiedliche Materialien aufeinander treffen, kann eine erhöhte Übertragung von Schall beobachtet werden. Mit **vibrafoam/vibradyn** ist es ohne größeren Aufwand möglich einen hohen Schallschutz zu erreichen.

Hierzu werden die einzelnen Wohneinheiten dadurch getrennt, indem man Streifen aus **vibrafoam/vibradyn** zunächst auf der Holzdecke platziert und anschließend die Wände auf die Lagerhölzer stellt.

In zahlreichen Projekten konnte so gezeigt werden, dass durch die Lagerung der Systemkomponenten mit **vibrafoam/vibradyn** nicht nur der Eindruck einer geringeren Schallübertragung entsteht, sondern die Verbesserung auch physikalisch messbar ist.





Starke Marken für hochwertigen Holzbau

- **fermacell® Produkte**

Wirtschaftliche Lösungen für den ein- und mehrgeschossigen Holzbau mit fermacell® Gipsfaserplatten für Decke, Wand und Boden

- **JamesHardie® Fassadenlösungen**

Zeitlose und wirtschaftliche Fassadenbekleidung mit HardiePlank® und HardiePanel® Paneelen

© 2020 James Hardie Europe GmbH.

™ und ® bezeichnen registrierte und eingetragene Marken der James Hardie Technology Limited und James Hardie Europe GmbH.

**HASSLACHER
NORICA TIMBER**

From **wood** to **wonders**.

Qualität & Innovation

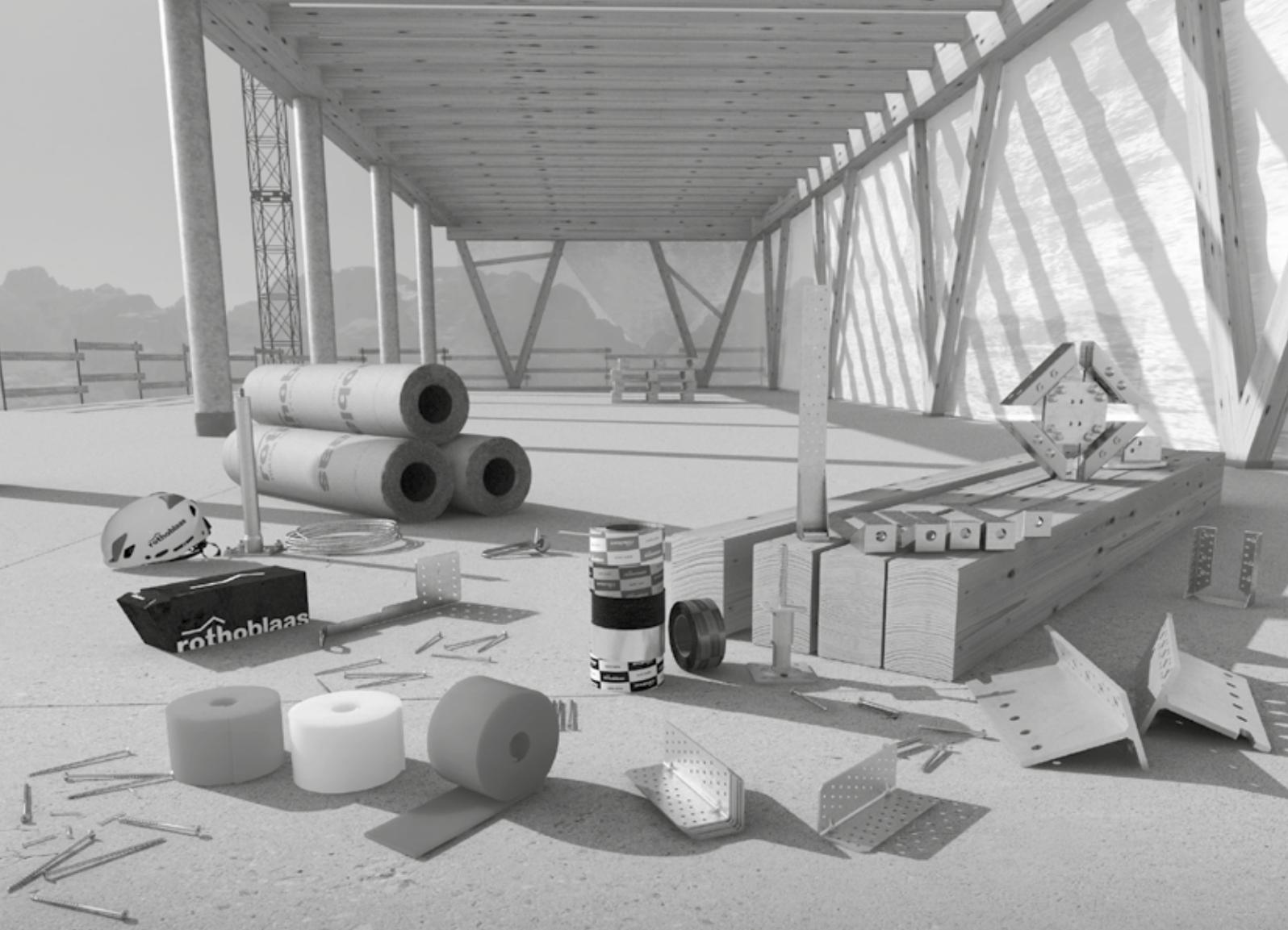
KONTAKT:

HASSLACHER NORICA TIMBER

T +43 4769 22 49-0

info@hasslacher.com

hasslacher.com



FÜR JEDE ANFORDERUNG DIE PASSENDE LÖSUNG

- VERBINDUNGSTECHNIK
- LUFTDICHTHEIT UND BAUABDICHTUNG
- SCHALLDÄMMUNG
- ABSTURZSICHERUNG
- WERKZEUGE UND MASCHINEN

Rothoblaas hat sich als multinationales Unternehmen der technologischen Innovation verpflichtet und entwickelte sich innerhalb weniger Jahre zum weltweiten Bezugspunkt im Bereich Holzbau und Sicherheitssysteme. Dank unserem umfassenden Sortiment und einem engmaschigen und technisch kompetenten Vertriebsnetz sind wir in der Lage, unseren Kunden unser Know-how im Bereich Holzbau zur Verfügung zu stellen und Ihnen als starker Partner zur Seite zu stehen.

Für weitere Informationen besuchen
Sie unsere Website:
www.rothoblaas.de

**rothoblaas**

Solutions for Building Technology

STEICO *GLVL R* Furnierschichtholz

Hochbelastbare Schwelle/Rähm ab sofort als Lagerware

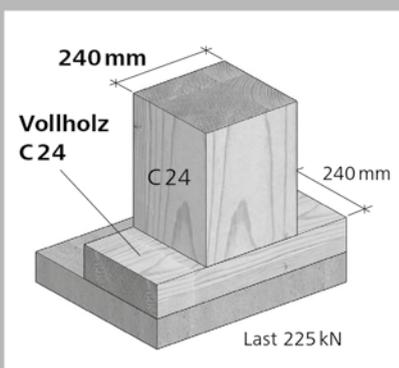
NEU: STEICO *GLVL R* Schwelle/Rähm mit stehenden Furnierlagen

Dimensionsstabil, hoch belastbar, wirtschaftlich und sicher

Bis zu **2,88-fach**
höhere Last als
Vollholz C24 bei gleichen
Stützenquerschnitten

Moderne Architektur mit großen Wandöffnungen, z.B. für Fenster, führt zu Lastkonzentrationen auf einzelne Stützen. Vor allem der mehrgeschossige Holzbau stellt höchste Anforderungen an Schwelle/Rähm. In den meisten Fällen wird die vertikale Tragfähigkeit einer Holzrahmenbauwand durch die Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faser von Schwelle und Rähm bestimmt. „Weichere“ Schwellen aus Vollholz erfordern größere Stützenquerschnitte, um Quetschungen von Schwelle/Rähm zu vermeiden.

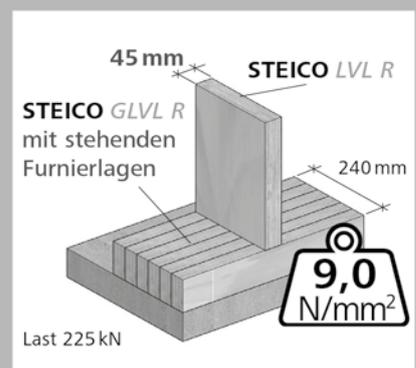
Hochfestes STEICO *GLVL R* in Schwelle und Rähm ermöglicht daher den Einsatz von schlankeren oder weniger Stützen.



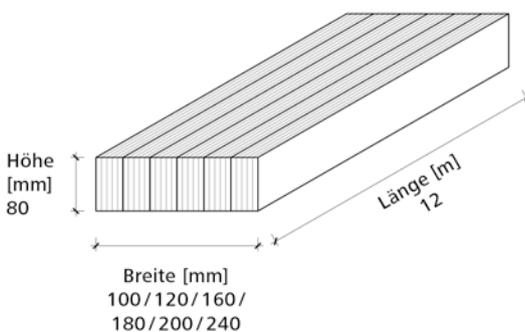
Hochfeste Schwelle – schlankere Stütze. Bis zu

81% Materialersparnis

STEICO *GLVL R* als Schwelle/Rähm ermöglicht bis zu 81 % Materialersparnis in der Stütze bei gleicher Belastbarkeit



STEICO *GLVL R* als Schwelle/Rähm ist in folgenden Querschnitten als Lagerware verfügbar



Das STEICO *LVL* Komplettsortiment für den Holzbau – lieferbar ab Lager

NEU
Erweitertes
Sortiment

STEICO *LVL* Furnierschichtholz ist in gängigen Holzbau-Dimensionen ab Lager verfügbar. Ob hoch belastbare Balken, schubsteife Platten oder verklebte Querschnitte für Unterzüge oder Dach- und Deckenelemente – vielfach auch als Einzelstangen. Weitere Infos unter www.steico.com



Klebstoff-Verbindungen mit Holz

Wo immer Holz am Bau seine Rolle nachhaltig spielt, ist Collano die verbindende Kraft. Mit exakt jenen Fähigkeiten, die es dafür braucht. Zukunftsfähige Klebelösungen sind unsere Kernkompetenz.

www.collano.com

Collano AG
Neulandstrasse 3
CH-6203 Sempach Station
Switzerland

T +41 41 469 92 75
info@collano.com
www.collano.com

ALLES
GUTE
für Ihr Haus!

DACH SCHORNSTEIN LÜFTUNG

www.erlus.com



schützt
wärmt
atmet

Forum Holzbau:
Wir sind Partner!

ERLUS 

Qualität aus Deutschland

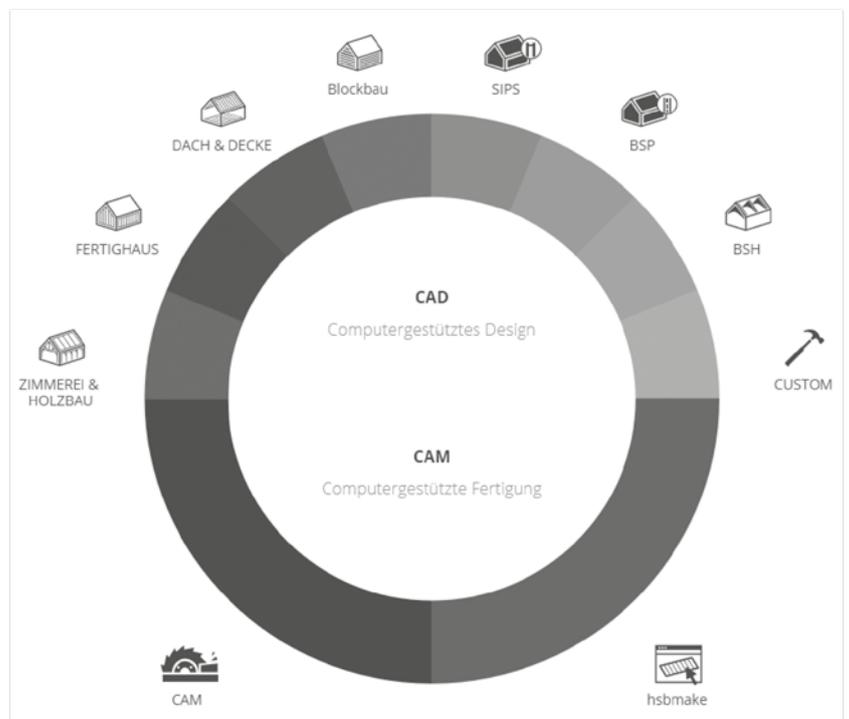
Einfach CAD

hsbdesign – CAD/CAM für den
Holzbau auf der Basis von
AutoCAD Architecture ©
und Autodesk Revit ©

hsbdesign ist die intelligente 3D-CAD-Lösung für alle Bereiche des Holzbaus. hsbdesign basiert auf AutoCAD Architecture® oder Autodesk Revit® - den weltweit führenden CAD-Plattformen. Auf dieser Grundlage vereint **hsbdesign** den **gesamten Planungsprozess** im Holzbau und HolzFertighausbau **in einer Lösung** und in einem einzigen dynamischen und durchgängigen Konzept: BIM (Building Information Modeling). BIM unterstützt Sie dabei, Ihr 3D-Modell intelligent, konsequent und produktiv zu nutzen, zum Beispiel mit **hsbmake** für den digitalen Produktionsprozess oder **hsbshare** für die cloud-basierte Kommunikation auf der Basis eines digitalen Modells. hsbdesign bietet Datenfluss von der Architektur über den Verkauf bis hin zur Arbeitsvorbereitung und CNC-Fertigung – **eine Lösung für alles!**

1 Lösung für alle Bereiche

hsbdesign bietet innerhalb einer
Oberfläche für alle Bereiche des
Holzbaus eine einheitliche Lösung

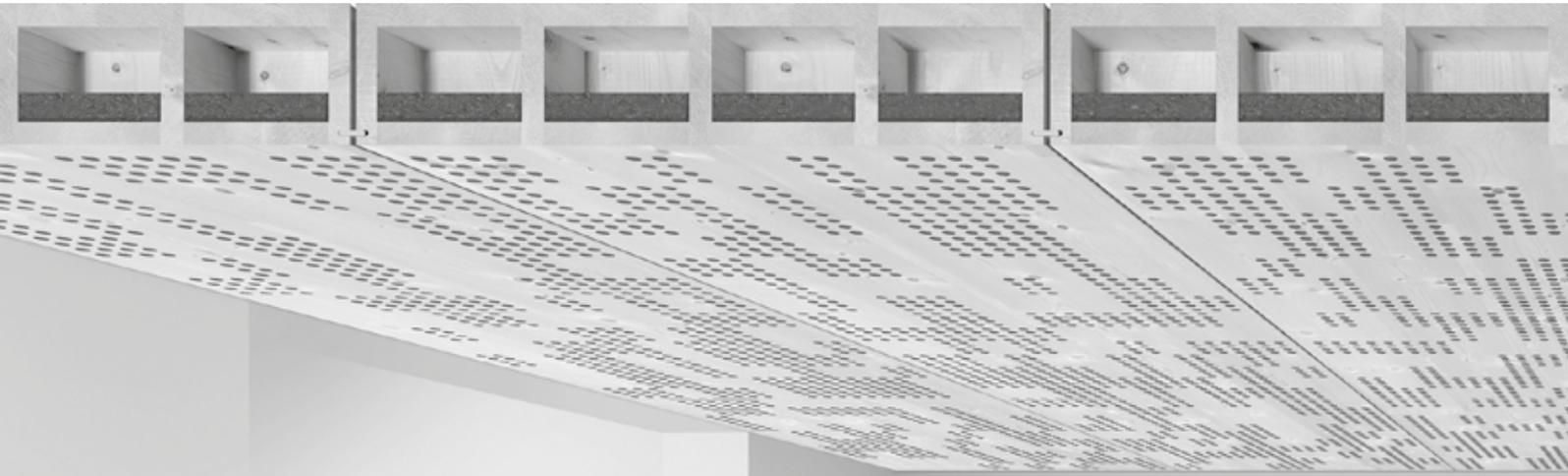


wir sind wieder für SIE da

1. Holzbau Kongress
in Berlin (DHK)

Besuchen Sie unseren Stand in der Ausstellung.
Wir freuen uns auf ein Gespräch mit Ihnen!





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
info@lignatur.ch



Erfahren Sie mehr unter:

www.lignatur.ch

HOLZLEIDENSCHAFT SEIT 1926

In vierter Generation den Werten der Familie verpflichtet decken wir mit den Geschäftsfeldern Holzindustrie, Ingenieurholzbau, Objektbau, Holzhausbau und Holztüren vom Rohmaterial aus dem eigenen Wald bis zum fertigen Objekt alle Prozesse und Arbeitsschritte einer europaweit einzigartigen und lückenlosen vertikalen Wertschöpfungskette ab.

Vom Sägewerk für Leimbinderlamellen über Dreischichtplatten, Brettschichtholz, Fenster- und Türenproduktionen, Ein- und Mehrfamilienhäuser, bis hin zu Hoch- und Industriebauten sowie schlüsselfertigen Großprojekten in Holzbauweise.



Mactan Cebu International Airport, Philippinen



Wohnhaus, Kiens



Kindergarten Guastalla



Sechsgeschossiger Holzbau, Wohnanlage Walden 48, Berlin



Wohnanlage Max-Bill-Strasse, München

The VELUX logo is displayed in a bold, white, sans-serif font within a black rectangular box. The registered trademark symbol (®) is positioned at the top right of the text.

Dachfenster

Tageslicht und frische Luft unter dem Dach.

Egal ob Neubau, nachträglicher Dachgeschoßausbau, Modernisierung eines bestehenden Dachraums oder Fenstertausch: VELUX Dachfenster sorgen mit Tageslicht und Frischluft für bessere Wohnbedingungen. Die neue Smart-Home-Lösung **VELUX ACTIVE with NETATMO** misst mit Sensoren CO₂-Gehalt, Luftfeuchtigkeit und Temperatur des Raumes, und sorgt mit automatischer Steuerung von VELUX INTEGRA® Dachfenstern und Rollläden für besseres Raumklima. Zudem können VELUX INTEGRA® Produkte jederzeit bequem mittels VELUX ACTIVE Smartphone-App bedient werden – egal, wo Sie sich gerade befinden!

www.velux.at/active





KLH®

**HOLEN
SIE SICH DIE
ERSTE AUSGABE
VON „TIMBER ARCH“
AM STAND
EG 34**



- PIONIER IN DER HERSTELLUNG VON BRETTSPERRHOLZ
- DAS ORIGINAL MIT MEHR ALS 30 000 PROJEKTEN WELTWEIT
- INTERNATIONALES PROJEKTMANAGEMENT
- LÖSUNGSORIENTIERTER PROJEKTPARTNER
- VON STATISCHER VORBEMESSUNG BIS ZUR WERKPLANUNG

Unser Ansprechpartner für Deutschland:

ABA HOLZ
van Kempen GmbH

ABA HOLZ VAN KEMPEN GMBH | Streitheimer Straße 22 | 86477 Adelsried
info@aba-holz.de | www.aba-holz.de | www.klh.at

KLH MASSIVHOLZ GMBH | 8842 Teufenbach-Katsch | Gewerbestraße 4
Tel +43 (0)3588 8835 | office@klh.at | www.klh.at

Alessandra Chemollo, www.orsenigochemollo.com | KLH UK, www.klhuk.com | Emma Cross Photograph | www.emmacross.com.au
Dirk Wilhelm, www.wilhelm-fotografie.de | Pedro Pegenaute, www.pedropegenaute.es | (c) Jaap
Peter Wessnig, www.wessnig.de | T u S Modulhaus, Arch. Oliver Seindl, www.modulhaus.at | Alex Filz |
Takharu Takematsu & E.P.A
(c) J. Konstantinow | KLH, www.klh.at | Rendering, ©LSI architects, www.lsiarchitects.com

Holzbau

Geschoss-
wohnungsbau
Objektbau

—
XXL-Fenster
Schiebetüren

WIR
realisieren
IHRE Projekte.
Sprechen Sie
uns an.

BECKER 360
Holzbau Becker & Sohn GmbH
Kolpingstraße 4
59964 Medebach
T +49 2982 9214 0
info@becker360.de
www.becker360.de

BECKER
360

Erfahrung, die Werte schafft.
Seit 1926.

INNOVATION IM HOLZVERBUND

Erhöhung der Tragfähigkeit mit Polymerverguss

Alte und geschädigte Holzbalkendecken unter fast vollständigem Erhalt der Originalsubstanz sanieren mit modifiziertem Polymerverguss in Kombination mit der Gipsfaserplatte „GIFAfloor PRESTO“

ZIELE

- Statische Ertüchtigung mit dem Polymervergussystem „Comono®“
- Schallschutz und Brandschutz mit den Gipsfaserdeckenplatten „GIFAfloor PRESTO“

VORTEILE

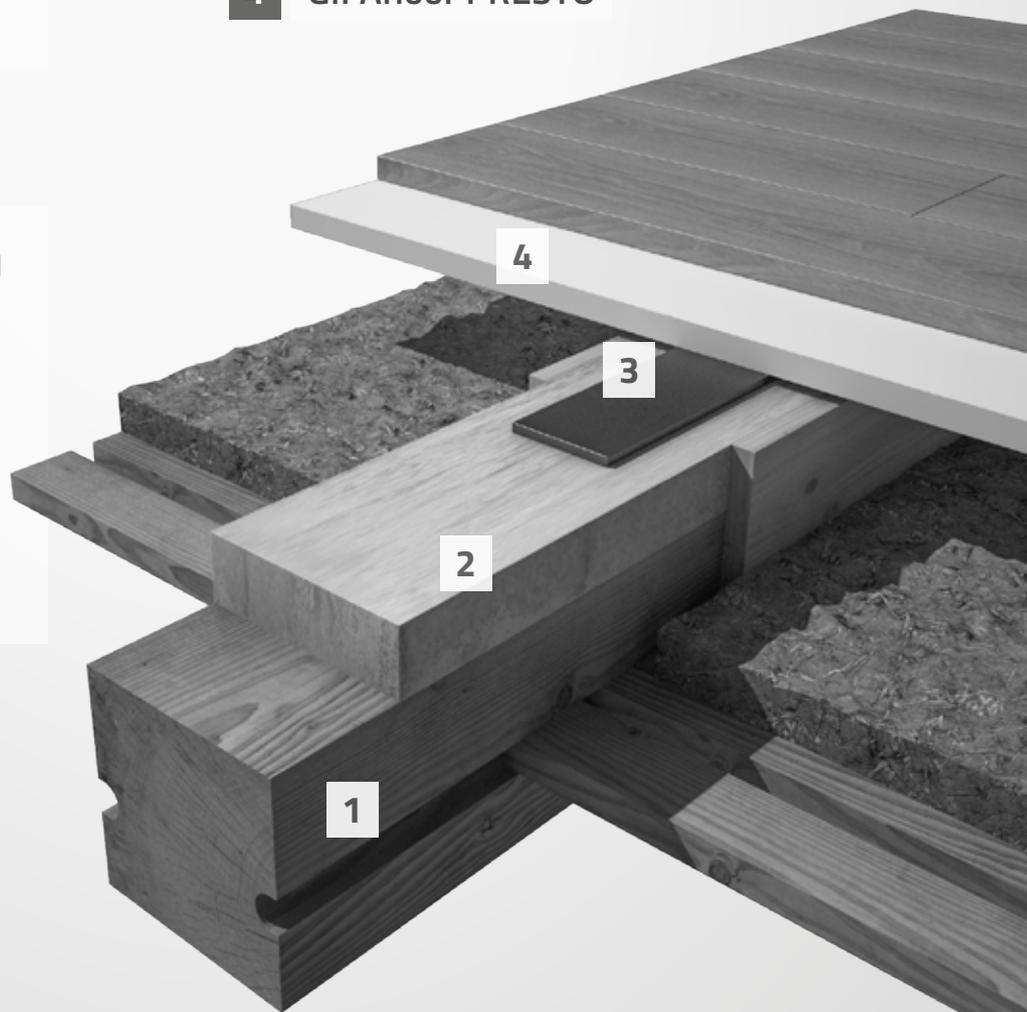
- Geringer Eingriff in den Bestand
- Erhalt der historischen Deckenbalkenuntersicht
- Geringe Aufbauhöhe
- Einfache Verarbeitung
- Querstöße ohne Hinterfüterung
- Höhenausgleich
- Kleine Baustelleneinrichtung

1 Holzbalken

2 COMONO®

3 schwimmendes Auflager

4 GIFAfloor PRESTO



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.

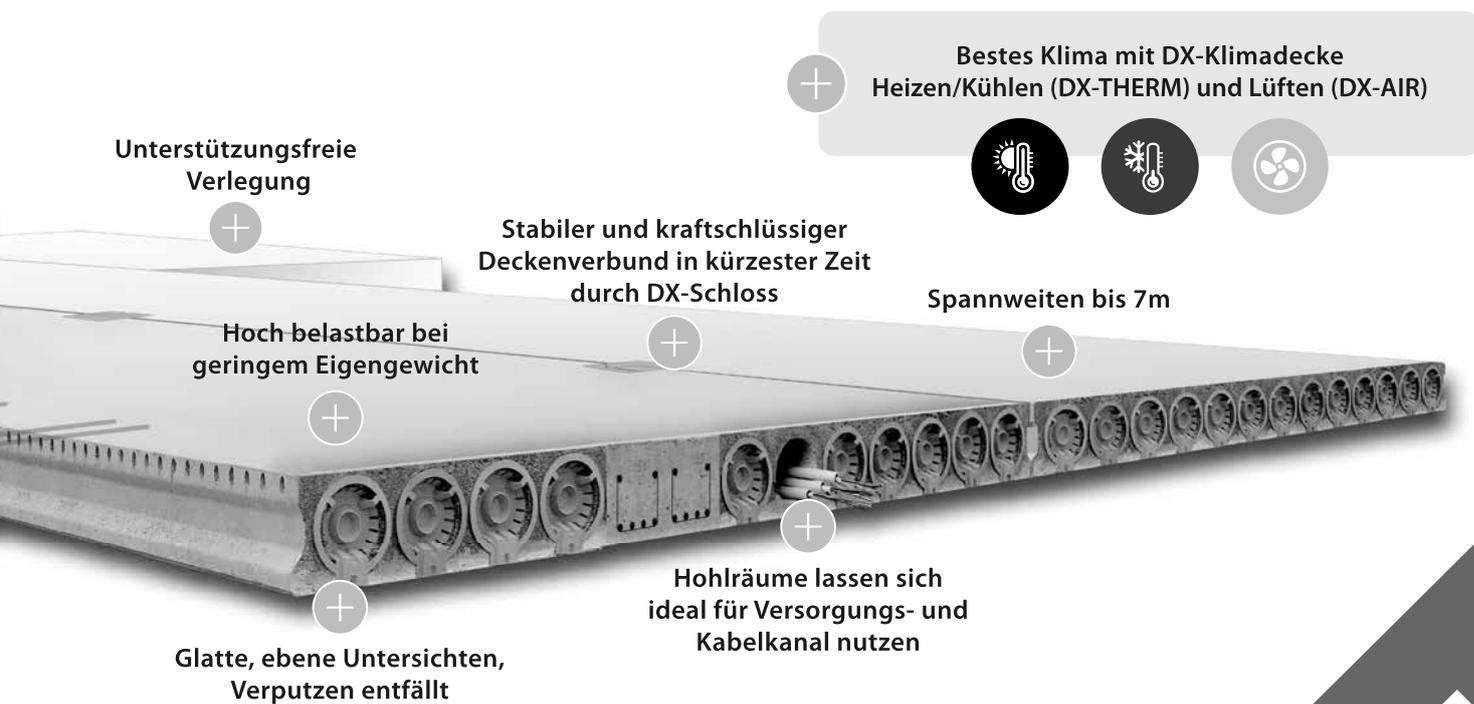
So entsteht in kürzester Zeit ein extrem stabiler und kraftschlüssiger Deckenverbund. Die Decke ist sofort belastbar und begebar. Zudem erfüllt die innovative DX-Decke alle Anforderungen an Feuerschutz, Belastbarkeit und Luft- und Trittschalldämmung mit Bestwerten.

Multifunktionales Deckenkonzept

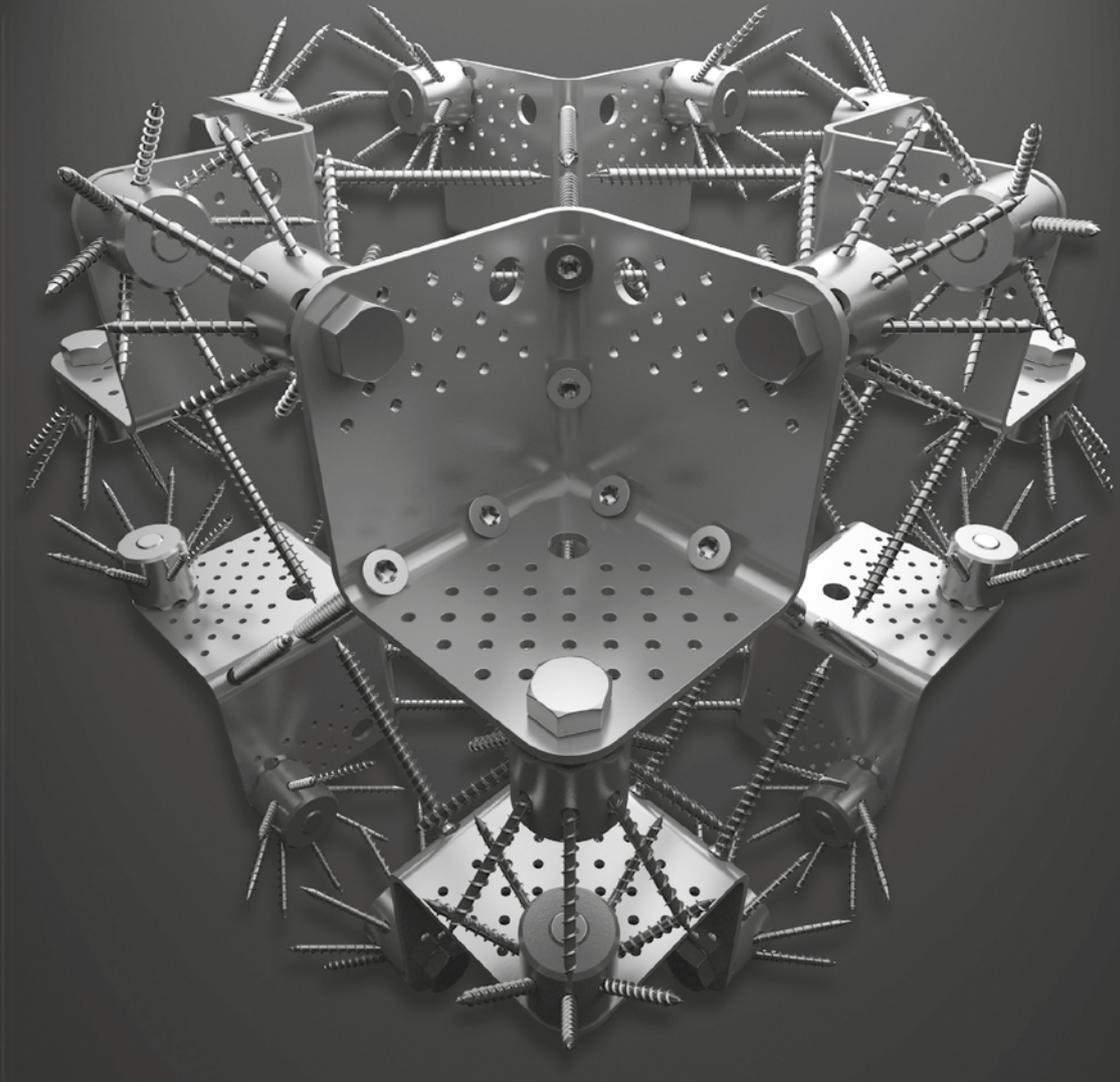
Die DX-Decken gibt es auch als energieeffiziente, behagliche Raumklimadecken mit integrierter Flächenheizung bzw. -kühlung (DX-THERM). Die wohlige Wärme wird in Form von Wärmestrahlungswellen gleichmäßig in jeden Winkel des Raumes geführt. Die Heizschlangen werden bereits im Werk in den Deckenspiegel 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).



Eurotec®



Eine neue Ära der **Modulverbinder**

www.eurotec.team/modular

Unsere Statik ist nicht nur sicher, sondern auch wirtschaftlich!

Holzbauten und ergänzende Holzbauelemente im Stahl- und Massivbau sind **seit über 25 Jahren** unsere Profession. Der lebendige Baustoff Holz, die Vielzahl möglicher Verbindungen, das besondere Wärmebrückenverhalten und die gebäudespezifischen Verteilungen der Lasten erfordern eine hohe Spezialisierung auf die Tragwerksplanung im Holzbau.

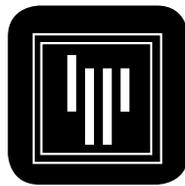
Unsere Leistungen



Tragwerksplanung/
Statik



Konstruktionsplanung bis
zur Arbeitsvorbereitung



Schal- und
Bewehrungspläne



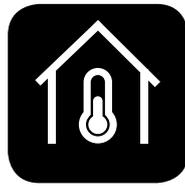
Aufstockungen &
Machbarkeitsstudien



Resttragfähigkeits-
gutachten



Schallschutz



Wärmeschutz



Brandschutz

Die **FH Holzbaustatik GmbH & Co. KG** ist Ihr **verlässlicher Partner für Ingenieurholzbau- und Holzbaustatiken**. Wir sind Dienstleister für Holzbauunternehmen, Architekten und Planer, Berufskollegen, Bauunternehmen und private Bauherren. Bei uns arbeiten Theoretiker und Praktiker zusammen. Der Statiker prüft seine Pläne mit dem Zimmermann. So sichern wir die Möglichkeit, gute Ideen realistisch umzusetzen. Genaue Planbarkeit des Baumaterials, beste Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten und zeitsparende Montagefreundlichkeit sind die Ergebnisse.

FH Finnholz - Ihr Spezialist für Holzkonstruktionen und Kerto-Furnierschichtholz

FH Finnholz ist Ihr Spezialist für Holzhallenbau und überzeugt mit mehr als 25 Jahren Erfahrung in der Beratung, Planung und Konstruktion von Holzbauprojekten. Als Deutschlands absatzstärkster Leithändler für Kerto-Furnierschichtholz bietet FH Finnholz neben einer hohen Lieferfähigkeit auch die professionelle Holzveredelung und -verarbeitung durch das hauseigene CNC Plattenbearbeitungszentrum. Im Verbund mit der Schwestergesellschaft FH Holzbaustatik GmbH & Co. KG, liefert FH Finnholz Fachkompetenz rund um den Holzbau aus einer Hand.





► Architektur: Birk Heilmeyer und Frenzel Gesellschaft von Architekten mbH, Stuttgart



► Architektur: Sabine Güdner Architektin, Finning



► Architektur: Lanz-Schwager Architekten BDA, Konstanz



► Architektur: GMS Isny/Martin Rudau

Gibt es eine *pflegefreie* Holzfassade, die aus *heimischen Hölzern* ist und eine *dauerhafte* sowie *einheitliche Oberfläche* hat?

JA, DIE GIBT ES!

Bei uns wird die natürliche Vergrauung **durch Oxidation** erzeugt. Übergänge von verwitterten zu nicht verwitterten Zonen bleiben gleichmäßig. Unschöne Wasserränder werden durch die Hydrophobierung, eine stark wasserabweisende Imprägnierung, verhindert.

Das von **Dura Sidings** entwickelte Floatbrushverfahren ist ein weiteres Geheimnis dieses pflegefreien Produktes. Hierbei werden die einzelnen Profile allseitig mehrfach geflутet und das Beschichtungsmaterial intensiv in die Struktur eingearbeitet. Auf Basis natürlicher Öle (Leinöl und Sonnenblumenöl).

**KEINE ANDERE VORVERGRAUTE HOLZFASADE VERFÜGT ÜBER SO LANGJÄHRIGE ERFAHRUNG!
ÜBER 2.000.000 m² GEBEN UNS RECHT - ÜBERZEUGEN SIE SICH www.dura-sidings.de.**



**OFT KOPIERT
NIE ERREICHT!**

ERLEBE DEN GUTEX EFFEKT

*Ökologische Dämmstoffe aus
Schwarzwaldholz.*

Erfahren Sie mehr über Holzfaserdämmung
unter www.gutex.de



DER
**GUTEX
EFFEKT**

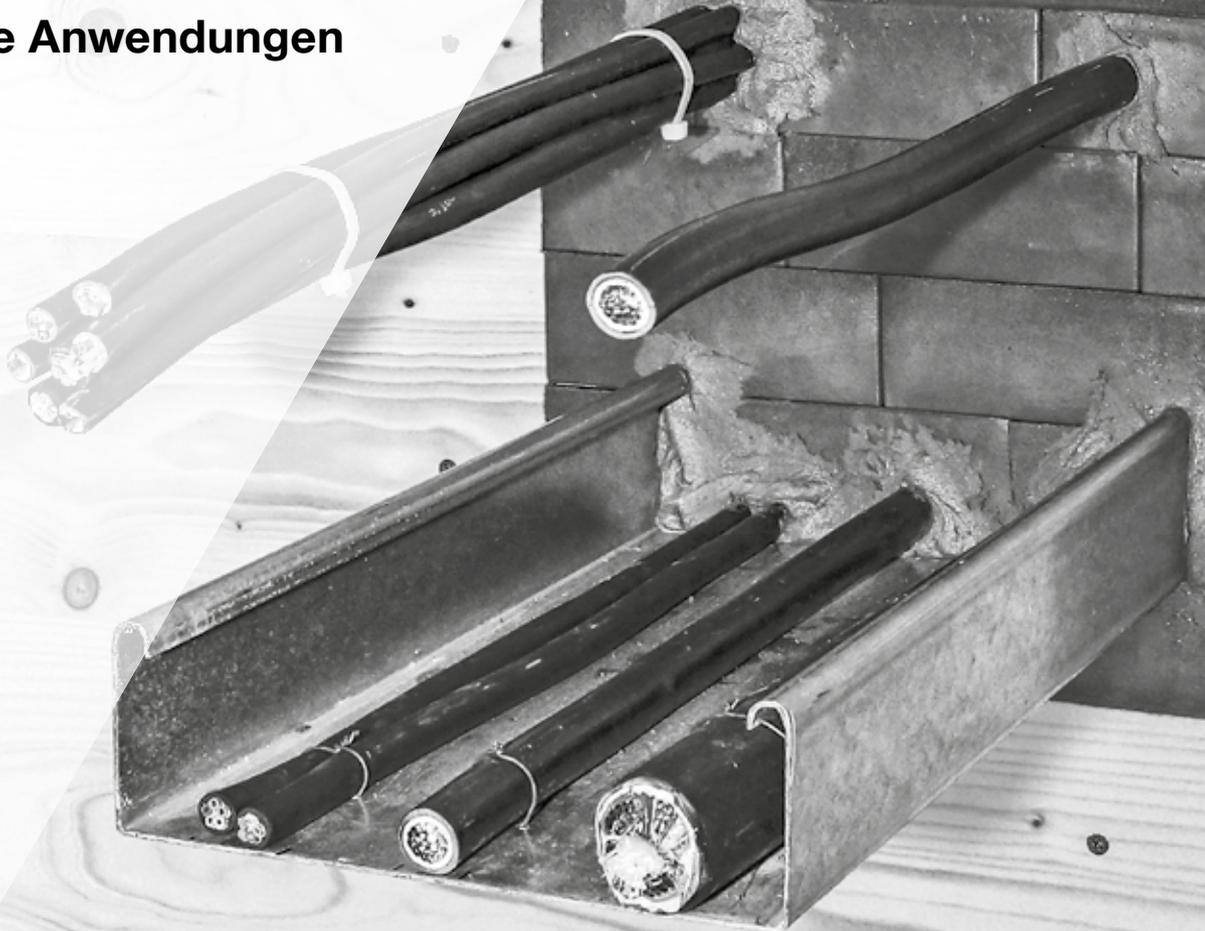
 **GUTEX**®

DÄMMPLATTEN AUS SCHWARZWALDHOLZ



BRANDSCHUTZ IM HOLZBAU

Geprüfte Anwendungen
mit Hilti



FORUM
HOLZBAU
DEUTSCHLAND

10./11. März 2020

Erhöhte Produktivität in der Planung und Vorfertigung.

Hilti bringt seine 30 Jahre Brandschutzerfahrung in den Holzbau. Europaweit zugelassene Brandschutzprodukte für Holzanwendungen vereinfachen die Planungs- und Genehmigungsschritte in jedem Holzbauprojekt.

Ob mehrgeschossiger Wohnbau, Hotelbauten oder Bürogebäude, Hilti bietet Lösungen für die Abschottung der Gebäudetechnik. Die trockenen Brandschutzlösungen ermöglichen einen schnelleren Einbau auf der Baustelle. Kein Warten auf Mörtelaushärten. Kein Einbringen von Baufeuchte. Vorgefertigte Brandschutzlösungen unterstützen den Holzbauer bei der industriellen Vorfertigung und eröffnen Möglichkeiten zur Steigerung seiner Wertschöpfung.

Kommunikation für das Bauen mit Holz

Der INFORMATIONSDIENST HOLZ ist seit vielen Jahren eine verlässliche Größe, wenn es um die fachgerechte Planung und Anwendung des Baustoffes Holz geht. Seine technische Kompetenz und Neutralität macht ihn bei Bauherren, Architekten, Bauingenieuren sowie Handwerkern und Studierenden hochgeschätzt. Drei Serviceleistungen ergänzen sich und entfalten in dieser Kombination ihre erfolgreiche Wirkung.

> Die Website

www.informationsdienst-holz.de
Aktuelles zum Holzbau. Veranstaltungen, Newsletter, Downloads aller Publikationen, Dokumentationen beispielhafter Holzbauten.

> Die Fachberatung Holzbau

Individuelle Hilfestellung beim Planen und Bauen mit Holz, neutral und kostenfrei.
Werktags von 9 bis 16 Uhr
Tel. 030 577 019 95
fachberatung@informationsdienst-holz.de

> Die Publikationen

Mehr als 70 Schriften zu Entwurf und Konstruktion, Tragwerksplanung, Baustoffen und Bauphysik oder über preisgekrönte Holzbau-Architektur.



Bestimmen Sie mit!

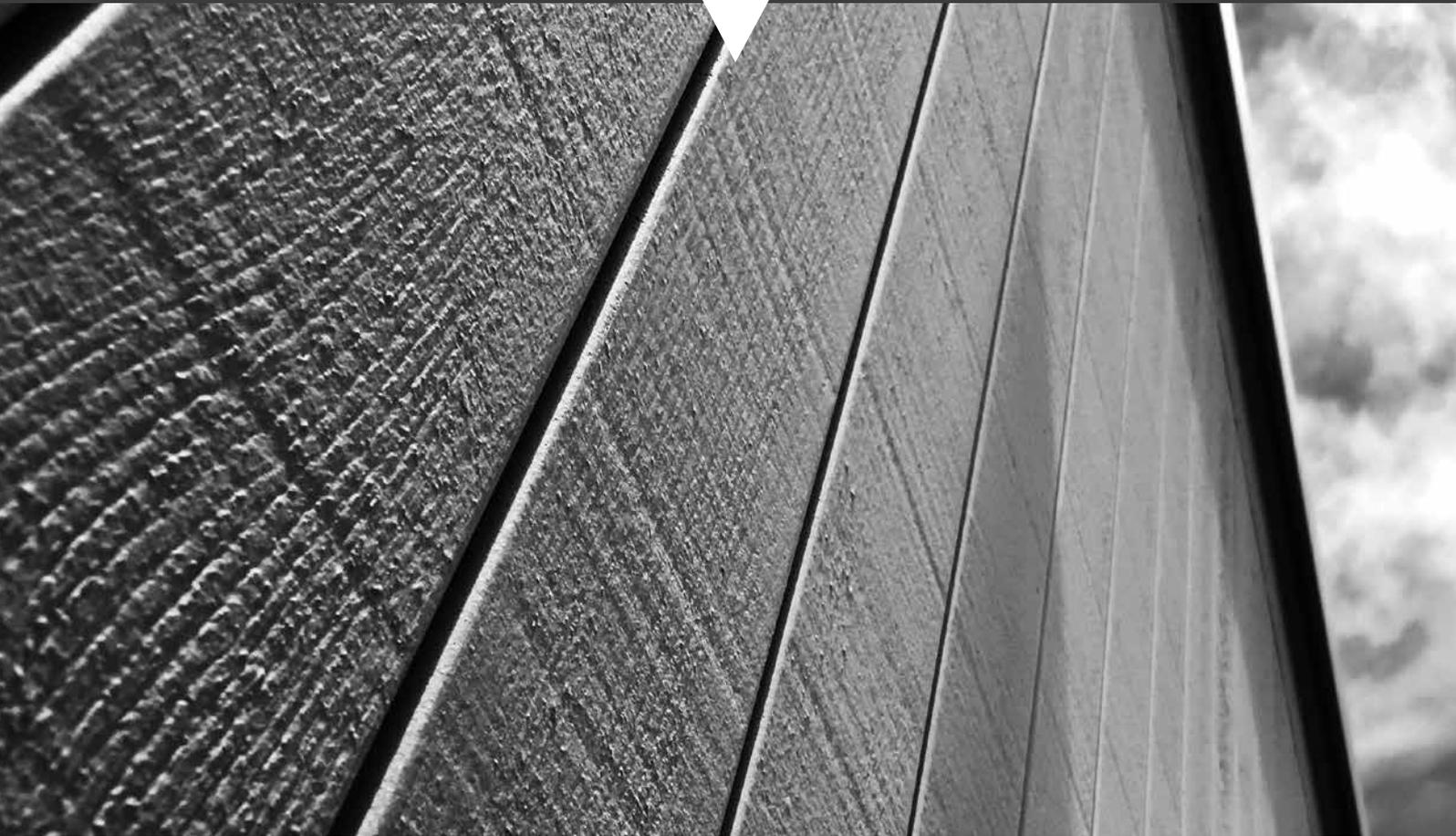
Der INFORMATIONSDIENST HOLZ wird vom Informationsverein Holz getragen. Als Mitglied kann man sich hier inhaltlich einbringen. Und erhält alle neuen Veröffentlichungen in gedruckter Form per Post zugestellt.

Sie sind interessiert?

Hier gibt es nähere Auskunft:

Informationsverein Holz e.V.
Tel. 0211 966 55 80
info@informationsvereinholz.de

Holzbau Deutschland Institut e.V.
Tel. 030 203 14-533
info@institut-holzbau.de



KEIM LIGNOSIL[®] DIE MINERALFARBE FÜR HOLZ

**ÖKOLOGISCH NACHHALTIG.
ÄSTHETISCH SCHÖN.
EINZIGARTIG INNOVATIV.**

- Hervorragender Feuchteschutz
- UV-stabil und absolut lichtecht
- Extrem witterungsbeständig
- Unerreicht langlebig
- Tuchmatte Oberflächenoptik
- Einfach zu renovieren

KEIM. FARBEN FÜR IMMER.

www.keim.com

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 umfassend zu neuen und bewährten Systemlösungen aus dem Hause Knauf. 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

www.knauf.de

www.knaufinsulation.de

KNAUF



LIGNO® Brettsperrholz.

Konfigurierbar,
für qualitätsvolle
Holzbau-Architektur
made of LIGNO®.



Linke Spalte, von oben nach unten:
Stadthäuser in Lauchringen (obere 3 Bilder) – LIGNO Decken, Wände –
Architektur: Jörg Kaiser, Lauchringen // Festhalle in Kressbronn – LIGNO Akustikpaneele /
Architektur: Spreen Architekten, München

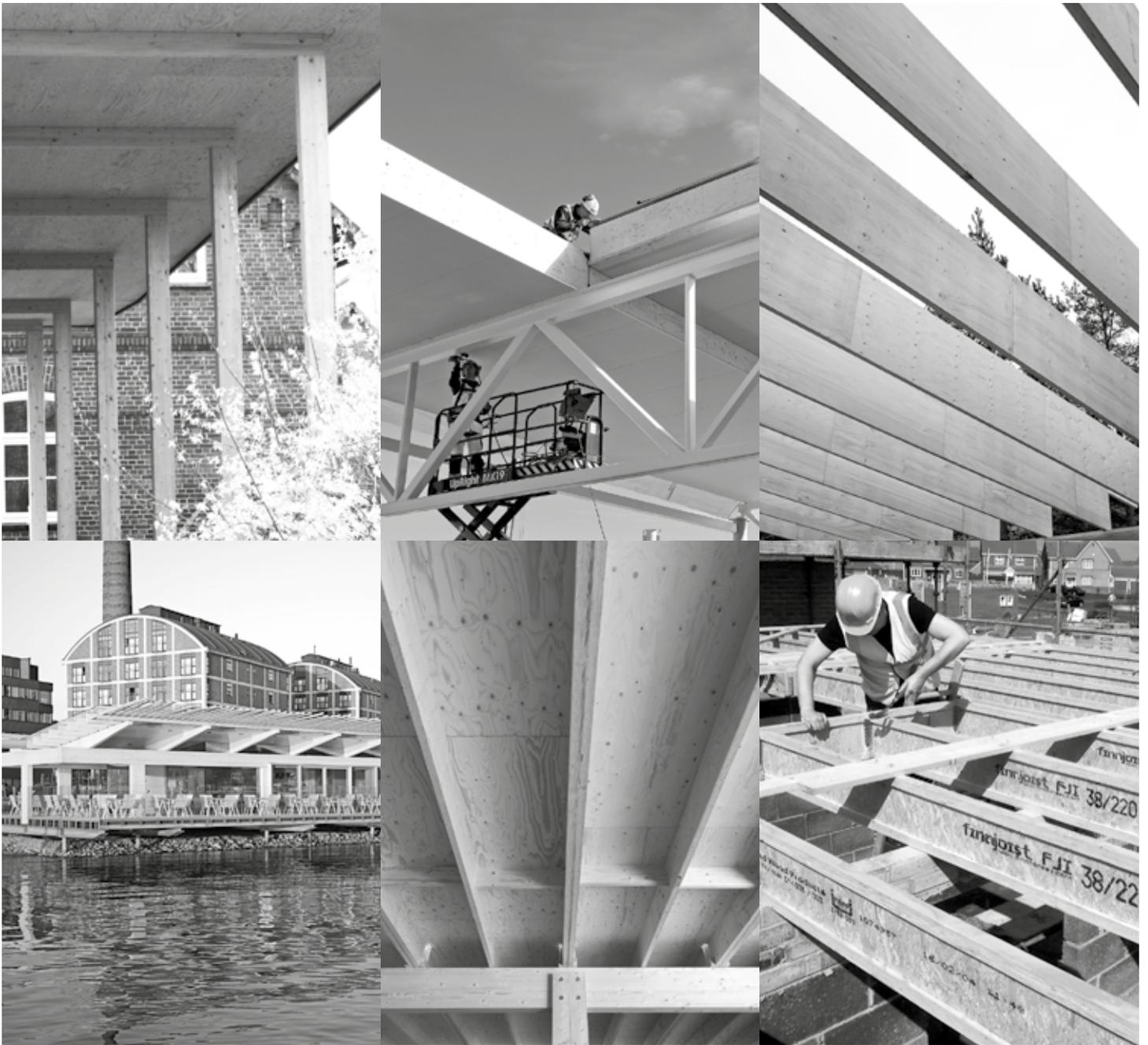
Mittlere Spalte:
Schwimmhalle in Euskirchen – LIGNO Dachbauteile – Architektur: 3pass, Köln /
Foto: Jens Kirchner, Düsseldorf

Rechte Spalte:
Stadthäuser in Lauchringen (im Bau) – LIGNO Decken, Wände – Architektur: Jörg Kaiser, Lauchringen

LIGNOTREND Produktions GmbH
Landstrasse 25 D-79809 Weilheim
Tel.: +49 (0)7755 9200-0
www.lignotrend.com

LIGNO ■ TREND®

Für eine nachhaltige Holz-Baukultur.



KERTO® FURNIER-SCHICHTHOLZ

- extrem fest und formstabil
- bis zu 23 m Länge
- bis zu 90 mm Stärke
- mit mehr als 3 Mio cbm Erfahrung

KERTO-RIPA® – DECKEN-UND DACHELEMENTE

- bis zu 23 m Spannweite ohne tragende Zwischenwände oder Stützen
- vorgefertigte Elemente mit und ohne Dämmung

FINNJOIST – I-TRÄGER

- Reduzierung von Wärmebrücken
- geringes Gewicht
- kein Verdrehen oder Verziehen

NEUE ANWENDUNGSZULASSUNG VON KERTO AUF WWW.METSAWOOD.DE ➔

METSÄ WOOD DEUTSCHLAND GMBH

Louis-Krages-Straße 30
D-28237 Bremen
Telefon +49(0) 421-69 11-0
Telefax +49 (0) 421-69 11-300
metsawood.de@metsagroup.com



Nachhaltige
Forstwirtschaft



Erneuerbarer
Rohstoff



Zusammenarbeit
Werte



Produktion
Technologie



Forschung für
neue Ideen



Kontinuierliche
Entwicklung



Das Holz-Beton-Verbundelement

Die Kombination von Brettsperrholz mit anderen Materialien wie Beton, wird immer bedeutender. Darum hat die Mayr-Melnhof Holz Holding AG gemeinsam mit der Kirchdorfer Fertigteileholding die XC®-Decke aus vorgefertigten Holz-Beton-Verbundelementen entwickelt. Im Interview beantworten Dipl.-Ing. Sebastian Knoflach und Dipl.-Ing. Dieter Uhrig, beide Project Consultants der MMK, die wichtigsten Fragen zum Einsatz der XC®-Decke im HoHo Wien:

Welche Besonderheit (im Vergleich zu anderen Baustoffen) machte den Einsatz von XC®-Deckenteilen im Speziellen für das HoHo Wien so attraktiv?

Sebastian Knoflach: „Holz-Beton-Verbund-Decken wurden bislang ganz überwiegend in Ortbetonbauweise hergestellt. Ein wesentlicher Planungsansatz beim HoHo war aber die Verwendung von möglichst weitgehend vorgefertigten Bauteilen, die auf der Baustelle nur mehr montiert werden sollten.“

Welche Vorteile ergeben sich beim Einsatz von XC® im Vergleich zu anderen konventionellen Baustoffen im Allgemeinen?

Dieter Uhrig: „Die üblichen gewerkeübergreifenden Schnittstellen entfallen, alle vorgefertigten Bauteile – BSH-Stützen, StB-Fertigteilträger, HBV-Decken und BSP-Wandelemente – können vom Holzbauunternehmer unabhängig und ungestört vom Betonbau montiert werden. Daraus resultiert eine wesentlich kürzere Bauzeit und unmittelbar nach Montage eine zu 100% tragfähige Decke, welche ohne Unterstellungen und weitere Aushärtezeiten das Auslangen findet.“

Wie schätzen Sie das Potenzial der Hybridbauweise in die Zukunft gesehen ein?

Sebastian Knoflach: „Der Holzbau ist im urbanen Bereich angekommen und wird immer öfter bei mehrgeschoßigen Bauten eingesetzt. Dadurch wird Bauland, welches nur bedingt verfügbar ist, am effektivsten genutzt. Holz als Baumaterial mit der höchsten Zugfestigkeit im Verhältnis zu seinem Eigengewicht und Beton mit einer sehr hohen Druckfestigkeit, erfährt in der Kombination als Hybridelement (Anm. XC®-Elemente) eine Renaissance.“

Welchen Stellenwert hat das Projekt HoHo Wien für Sie?

Dieter Uhrig: „Das HoHo zeigt was bei sorgfältiger Planung (im Holzbau) alles möglich ist. Es ist damit im besten Sinne auch ein Showcase für unser Unternehmen (und XC®), das sich ja die Verbindung von Holz und Beton auf die Fahnen geschrieben hat.“



HOLZ UND BETON IN VERBINDUNG STÄRKER!

- Kurze Bauzeit
- Einfache Montage
- Große Spannweiten
- Hohe Schalldämmung
- Industrielle Vorfertigung
- Universelle Einsetzbarkeit
- Ökologische Bauelemente



Holz und Beton verbinden.

MMK Holz-Beton-Fertigteile GmbH
Kirchdorfer Platz 1, 2752 Wöllersdorf, Österreich
T +43 5 7715 430 597, office@mmk.co.at

www.holzbetonverbund.at



WHERE
IDEAS
CAN
GROW.

Mayr-Melnhof Holz Holding AG
Turmgasse 67 · 8700 Leoben · Österreich
T +43 3842 300 0
holding@mm-holz.com
www.mm-holz.com

Bester Schutz vor Bauschäden und Schimmel

Luftdichtungs-
und Witterungsschutz

SOLITEX® ADHERO

Hält Ihre Konstruktion trocken.

Diffusionsfähiges und maximal schlagregendichtes System.
Extrem alterungs- und hitzebeständig.

Haftet sofort auf tragfähigen Untergründen.



Intelligente Luftdichtung

INTELLO®

Macht Ihre Bauteile besonders sicher.

Hydrosafe Hochleistungs-Dampfbrems-System.
100-fach feuchtevariabel s_d 0,25 bis >25 m

Alterungsprüfung (ETA-18/1146)
für normgerechtes Bauen



European Technical Approval
ETA-18/1146



Passivhaus Institut



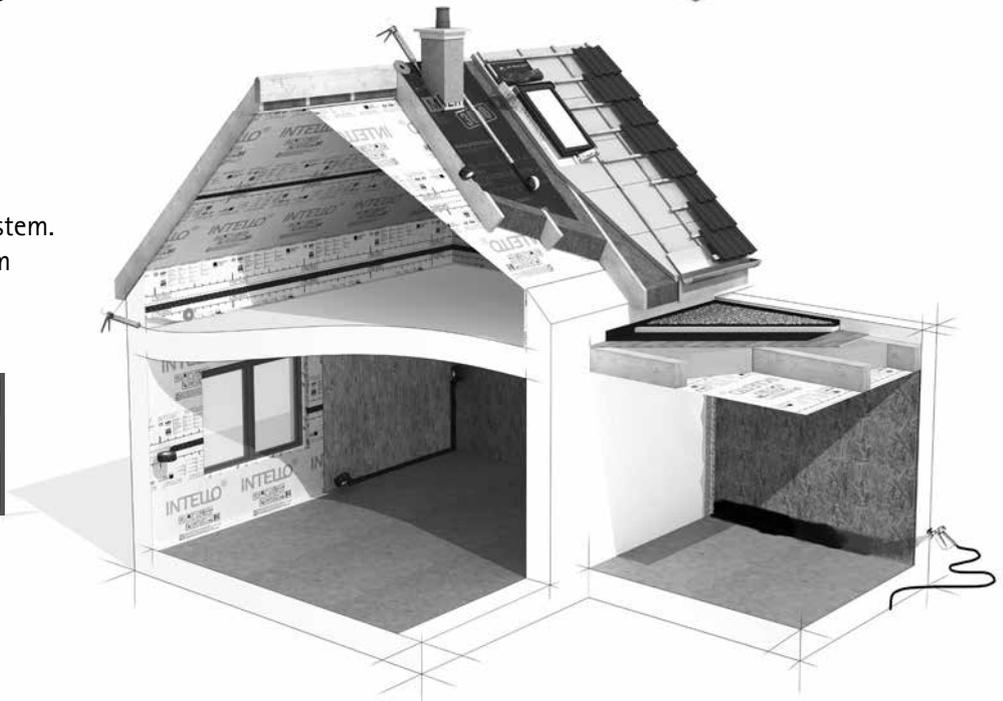
TESCON VANIA | TESCON No.1 | UME TAPE
www.proclima.de/100jahre



Schadstoffgeprüft nach

AgBB

Nach den Kriterien des Ausschusses
zur gesundheitlichen Bewertung von
Bauprodukten beim Umweltbundesamt



pro clima – und die Dämmung ist perfekt

Das komplette Profi-System für die sichere Gebäudedichtung. Über 30 Jahre Erfahrung in Forschung und Entwicklung, Produktion, Vertrieb und Service. Für besten Schutz gegen Bauschäden und Schimmel.



NEU

pro clima WISSEN

Planungshandbuch zeigt genau wie es geht
Über 400 Seiten Details, Konstruktionen, Bauphysik,
Systeme u. v. m.

Kostenfrei anfordern

0 62 02 - 27 82.0, info@proclima.de,
proclima.de/wissen

proclima.de



TRANSPARENT BY NATURE

Choose Nordic quality for sustainable
fire protection of urban wood construction.

Meet us at

DHK Berlin 2020

Between 10th and 11th of March

NT[®]
NORD
TREAT



www.nordtreat.com

 **PFEIFER**
PASSION FOR TIMBER



Schnittholz



Brettschichtholz



Massivholzplatten



CLT Brettsperrholz



Schalungsplatten



Schalungsträger



Pellets

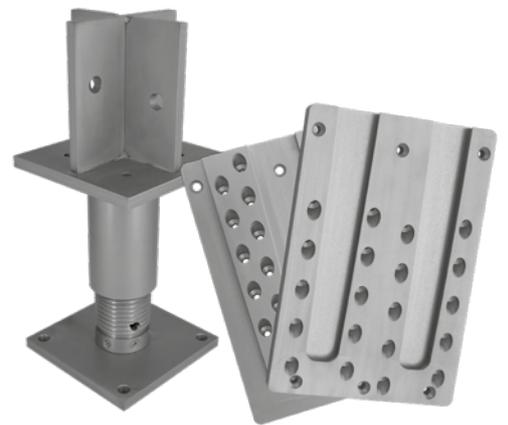
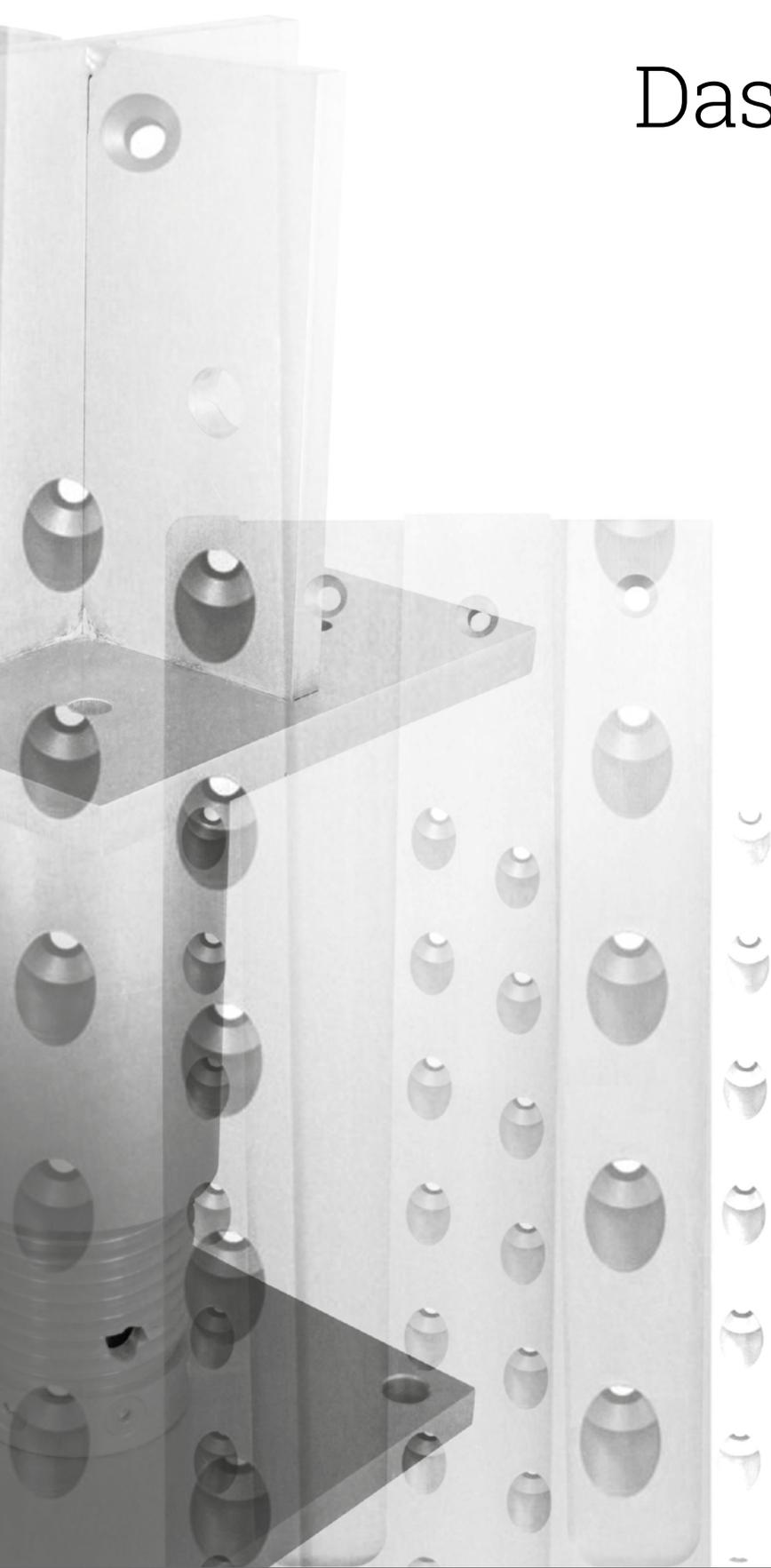


Briketts



Palettenklötze &
Verpackungsholz

Das Holzverbinder Programm mit dem Extra an Genauigkeit und Qualität



Innovative Holzverbindungssysteme für höchste Ansprüche.

Pfostenträger | Verbinder | Balkensäulen | Zaunsäulen | Werkzeuge | Schallschutz

Pitzl Metallbau GmbH & Co. KG
Siemensstraße 26, 84051 Altheim
Telefon: +49 8703 93460
www.pitzl-connectors.com



Mehrgeschosser aus BauBuche

Das Suurstoffi 22
von Burkard Meyer
Architekten BSA

Vorteile der BauBuche

- _ Schlanke Konstruktionen aufgrund der hohen Materialfestigkeit
- _ Kleinere Querschnitte der Stützen dank hoher Druckfestigkeit
- _ Gewinn wertvoller Grundfläche
- _ Flexible Raumeinteilung durch Lastabtragung ausschließlich in den Stützen
- _ Schlanke Unterzüge schaffen Platz für Installationen und Leitungen
- _ Moderne und hochwertige Laubholzoberfläche
- _ Verkürzte Montagezeit
- _ CO₂ und ressourcenschonend im Vergleich zu Stahl
- _ Leichtere Struktur im Vergleich mit Stahl und Beton

Daten und Details zum Projekt erhalten Sie auf my.pollmeier.com/suurstoffi22



Bauherr: Zug Estates AG, www.zugestates.ch
Architekt: Burkard Meyer Architekten BSA, www.burkardmeyer.ch
Holzbau: Erne AG Holzbau, www.erne.net
Fotografie: Bernhard Strauss, www.bernhardstrauss.com

smartex®

MONITORINGSYSTEME

Feuchteschäden intelligent verhindern...

für Flachdächer, Gründächer, Solardächer,
Balkone, Parkdecks, Tiefgaragen,
Nassräume, Küchen, Doppelböden,
Holzkonstruktionen,
Leitungstrassen...



LECKAGEN UND NÄSSE IN ECHTZEIT DETEKTIEREN

smartex® Monitoringssysteme überwachen Ihr Gebäude in Echtzeit auf Leckagen und Nässe, auch dort, wo Sie nicht hinschauen können. Rund um die Uhr, Tag für Tag. So werden Schäden frühzeitig erkannt, bevor Langzeitschäden entstehen können.

**PROGEO MONITORING
SYSTEME UND SERVICES
GMBH & CO. KG**



SCHÄDEN AUTOMATISCH LOKALISIEREN

Kommt es zu einem Schaden, erhalten Sie mit smartex® nicht nur einen Alarm, sondern auch eine Information, wo der Schaden aufgetreten ist. So bleiben viele Schäden eine kleine Bagetelle, denn Sie müssen nicht lange suchen, um sie zu finden.

**HAUPTSTRASSE 2
DE-14979 GROSSBEEREN
PHONE: +49-33701-22-0**



REPARATUREN GEZIELT AUSFÜHREN

Gerade bei Feuchteschäden gilt: Je früher man repariert, desto geringer sind die Folgeschäden. Mit smartex® können Sie schnell reparieren, das spart Ärger und Kosten. Und was nicht kaputt geht, muss nicht repariert werden. Das ist auch noch nachhaltig.

PROGEO.COM



© Zimmermann Haus GmbH

WIE REALISIEREN WIR NACHHALTIGES BAUEN? GEMEINSAM.

Zur Einhaltung von gesetzlich vorgeschriebenen oder vertraglich geschuldeten schalltechnischen Anforderungen im Holzbau wurde die **REGUPOL comfort range** entwickelt, die durch ein fein abgestimmtes Portfolio aus Trittschalldämmung und massenerhöhender Ausgleichsschüttung vielseitige Lösungen ermöglicht.

Ergänzend können mit den Abhängesystemen **REGUFOAM hangers** tieffrequente Unterdecken realisiert werden, die zu einer deutlichen Verbesserung im tieffrequenten Bereich führen oder kritische Flankenübertragungen im Bereich der Stoßstellen durch den Einsatz von **REGUFOAM vibration** Lagerstreifen gemindert werden.

Fragen Sie die Experten.

akustik@regupol.de
www.regupol.com

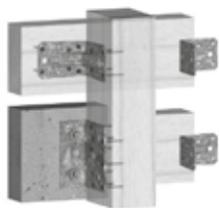
 **REGUPOL**

GET CONNECTED

Besuchen Sie
uns an unserem
Stand EG35

GEPRÜFTE SICHERHEIT, HÖCHSTE QUALITÄT

WINKELVERBINDER



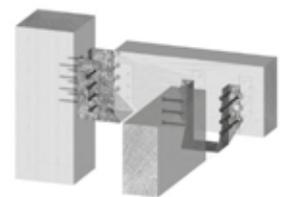
STÜTZENFÜSSE



ZUGANKER



BALKENSCHUHE



Simpson Strong-Tie® Holzverbinder

Wir liefern Verbinder für tragende Holzkonstruktionen.
Das können Sie von uns erwarten:

- Die meisten CE Kennzeichnungen im Markt
- Qualität auf höchstem Niveau
- Höchster Anspruch an Sicherheit
- Wegweisende Innovationen
- Die anerkannt beste technische Dokumentation
- ISO-9001-zertifizierte Produktionsstätten
- Zertifizierte Labore für Produkttests

SIMPSON
Strong-Tie



You have big visions. So do we.

Als Teil der Bioökonomie zählt Stora Enso weltweit zu den führenden Anbietern nachhaltiger Lösungen für die Bereiche Verpackung, Biomaterialien, Holzbau und Papier. Wir sind der festen Überzeugung, dass alles, was heute noch aus Materialien auf fossiler Basis produziert wird, morgen aus Holz hergestellt werden kann. Das Unternehmen beschäftigt rund 26 000 MitarbeiterInnen in mehr als 30 Ländern. Im Jahr 2018 erwirtschaftete Stora Enso einen Umsatz von 10,5 Milliarden Euro und ein operatives Betriebsergebnis (EBIT) von 1,3 Milliarden Euro. Die Stora Enso-Aktien werden an den Börsen von Helsinki und Stockholm gehandelt.

Der Bereich Wood Products bietet vielseitige Lösungen auf Holzbasis für Bauen und Wohnen. Unsere Produktpalette deckt alle Bereiche des Bauwesens ab, inklusive Massivholzelemente, Holzbauteile und Schnittholz. Für nachhaltiges Heizen bieten wir auch Pellets an. Unsere Kunden sind vor allem Groß- und Einzelhändler, Tischlerei- und Bauunternehmen.

Wir haben es uns zur Aufgabe gemacht, unsere Vision gemeinsam mit Ihnen zu realisieren.

Alles, was heute aus fossilen Materialien produziert wird, kann morgen aus Holz hergestellt werden.



Foto: MHD Arkitekter

Kontaktieren Sie uns für mehr Informationen:

Stora Enso
Division Wood Products
Email: buildingsolutions@storaenso.com

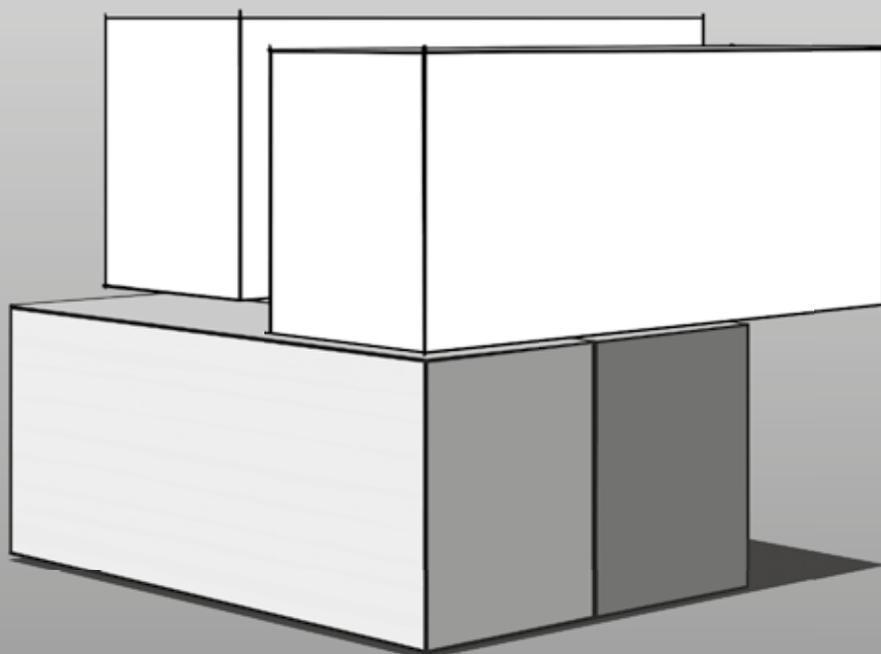
www.storaenso.com/woodproducts

THE RENEWABLE MATERIALS COMPANY





ZUKUNFT IN HOLZ



ARCHITEKTEN- VERANSTALTUNG

28. April 2020 in Berlin
im Spreespeicher

Jetzt anmelden

swisskrono.de/Veranstaltungen



SWISS KRONO BAUTEIL-PLANER

Produktpräsentation im
MAGNUMBOARD® Pavillon
und Fachvorträge

Teilnehmende erhalten Fortbildungspunkte

timberplanner.com

300 MITARBEITER - EIN ZIEL - EIN TEAM FÜR SIE IM EINSATZ

Wir bieten unseren Kunden den umfassenden Komplettservice. Unsere Produkte und Dienstleistungen werden ständig erweitert und optimiert zum Nutzen unserer Kunden. Flexibilität, Termintreue und Schnelligkeit zeichnen unsere Arbeit aus.



Schlüsselfertiges Bauen

Genießen Sie den Fullservice - von Ihrer Idee bis zum Einzug, alles aus einer Hand

Ein- und Mehrfamilienhäuser
An- und Umbauten
Aufstockungen
Kindertagesstätten
Schulen
Gewerbeobjekte



Holzbau, Zimmerei & Dachdeckerei mit modernster Technik

Dachkonstruktionen
Holzrahmenbau
Ingenieur Holzbau
Sanierung / Restauration
Dachdeckerarbeiten



Innenausbau - Individuell bis ins Detail

Treppen
Möbel
Wohn- und Objekttüren
Objekt- und Ladeneinrichtungen
Schranksysteme
Bodenbeläge



Fenster & Haustüren - beeindrucken durch die Vielfalt an Details und Materialien

Holzfenster
Holz-Aluminiumfenster
Aluminiumfenster
Kunststofffenster
Haustüren
Pfosten- / Riegelkonstruktionen
Wintergärten



Wohlfühlfenster mit hohem Designanspruch

Zeitlos schöne Gebäude mit mehr Tageslicht, verbessertem Raumklima und effektiverer Ausnutzung der natürlichen passiven Wärme der Sonnenenergie, sind Ansporn und Anspruch von VELFAC.

VELFAC entwickelt, produziert und vertreibt Fassadenfenster und Fassadensysteme in einer einzigartigen Konstruktion aus Holz und Aluminium. Das Unternehmen ist Teil der VKR Holding A/S, in deren Besitz sich unter anderem auch VELUX befindet.

➤ **Lassen Sie sich persönlich beraten!**
VELFAC GmbH
Kundenberatung
info@VELFAC.de
Tel.: 040 299 962 610



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

JOWAT „Haus der Technik“, Detmold,
© Stefan Müller



Ihr Spezialist im Holzbau

ZÜBLIN Timber steht für anspruchsvolle und zukunftsweisende Lösungen im **Holzingenieurbau**. Aus einer Hand bieten wir die Entwicklung, Produktion, Lieferung und Ausführung hochwertiger Holzbausysteme – von einfachen Tragwerken über den komplexen Ingenieurholzbau bis hin zur schlüsselfertigen Bauausführung. Gemeinsam mit unseren Kundinnen und Kunden gestalten wir effiziente Lösungen und nachhaltige Lebensqualität.

www.zueblin-timber.com



SKAIO Heilbronn,
© Häfela, Nagold

ZÜBLIN
TEAMS WORK.