

Holz Forum | Bau | Urban Köln 17

10. Europäischer Kongress (EBH 2017)

Bauen mit Holz im urbanen Raum

Architektur | Stadtplanung | Bürobau |

Sozialbau | Flachdach | Akustik | Urbanität

Gürzenich Köln (DE)

18./19. Oktober 2017

The bottom half of the page features an abstract graphic design. It consists of various geometric shapes in shades of green and yellow, including a large semi-circle on the left, several vertical rectangles, and various triangles and polygons scattered across the space. The shapes are layered and semi-transparent, creating a modern, architectural feel.

Herausgeber: forum-holzbau
Bahnhofplatz 1
CH-2502 Biel/Bienne
Tel.: +41 32 327 20 00

Bearbeitung und Satz: forum-holzbau, Katja Rossel | Claudia Stucki

Druck: FLIRIDRUCK
Neuwiesenweg 23
IT-39020 Marling
Tel. +39 0473 442501

Auflage: 600 Ex.

© 2017 by forum-holzbau, CH-Biel/Bienne
ISBN 978-3-906226-16-3

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

Inhalt

Mittwoch, 18. Oktober 2017

Wie PLANEN und BAUEN wir in Zukunft

- Stadt wollen – Dichte und Urbanität** 13
Michael Arns, Vizepräsident der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf (DE)
- Gartenstadt21 grün – urban – vernetzt** 19
Ein neues Leitbild für die Stadtentwicklung in verdichteten Ballungsräumen?
Bastian Wahler-Žak, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Bonn (DE)
- Zukunft Wohnen – die Stadt von morgen** 33
Christiane Varga, Zukunftsinstitut, Wien (AT)
- Energie – Intelligent verschwenden** 39
Prof. Timo Leukefeld, Timo Leukefeld – Energie verbindet, Freiberg (DE)

BLOCK A1

ARCHITEKTUR im urbanen Kontext

- Qualität und Vielfalt durch vorelementierten Holzbau** 51
Michael Müller, Architektur-Contor Müller Schlüter, Wuppertal (DE)
- Holz neu gedacht**
Akademie für Internationale Zusammenarbeit der GIZ GmbH in Bonn 61
Prof. Felix Waechter, Waechter + Waechter Architekten BDA, Darmstadt (DE)
- Interimsgebäude in Holztafelbauweise «mobi-sku:l – Trier»** 75
Erhard Botta, werk.um-architekten, Darmstadt (DE)

BLOCK A2

Bezahlbarer WOHNRAUM – kostengünstig, sozial und städtisch

- Modularer Wohnungsbau – Individualität in Serie** 87
Nina Bendler, Koschany + Zimmer Architekten KZA, Essen (DE)
- Kostengünstiger, nachhaltig nutzbarer Wohnungsbau für Flüchtlinge am Beispiel Klosterstrasse, Frechen** 95
Achim Leirich und Stawros Chatzoudis, GWG Rhein-Erft, Hürth (DE)
- Nachverdichtung einmal anders – Parkplatzüberbauung am Dantebad in München** 103
Josef Huber, Huber & Sohn, Bachmehring (DE)

BLOCK B1

AKUSTIK: Planen und Konstruieren

- Bauteilkatalog Leichtbau nach DIN 4109** 113
Andreas Mayr, Hochschule Rosenheim, Rosenheim (DE)
- Schwingungsnachweise von Holzdecken auf Unterzügen** 133
Patricia Hamm, Hochschule Biberach, Institut für Holzbau, Biberach (DE)
- Optimierung von Holzdecken in Bezug auf die DIN 4109** 147
Andreas Rabold, Hochschule Rosenheim und ift Rosenheim, Rosenheim (DE)

BLOCK B2**PROZESSE: Optimieren und Produzieren**

- Planungskultur für den Holzbau – leanWOOD** 165
Manfred Stieglmeier, Technische Universität München, München (DE)
- Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen** 175
Jörg Koppelhuber, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Graz, Graz (AT)
- BIM in der Praxis «Holzbau» aus der Perspektive der Bauwirtschaft in der Anwendung** 189
Frank Steffens, Brüninghoff Unternehmensgruppe, Heiden (DE)

STÄDTE im Wandel und die Rolle des Holzbaus

- Die Rolle des Holz(haus)baus in München** 197
Wolf Opitsch, Referat für Stadtplanung und Bauordnung, München (DE)
- City of Helsinki as a Platform for Wood Construction Development** 205
Kimmo Kuisma, City Executive Office, Urban Development, Helsinki (FIN)
- Mehr Raum für Holzbauten in Wien** 213
Andreas Meinhold, Stadtbaudirektion Wien, Kompetenzzentrum für soziale und kulturelle Infrastruktur, Wien (AT)

Donnerstag, 19. Oktober 2017**BLOCK C1****BÜRO- und GEWERBEBAUTEN im urbanen Raum**

- Flexible Arbeitsatmosphäre schaffen – offene Büroarchitektur in der Stadt** 221
Markus Reimann, NR Ingenieurgesellschaft holztragwerke, Mönchengladbach (DE)
- Wohnen Planen Produzieren: Neubau FachWerk Beer Holzbau** 235
Heinz Beer, Beer Holzbau, Ostermundigen (CH)
- Kreative Ideen planvoll umsetzen – Die Werkstattplanung an Beispielen aus dem Büro- und Gewerbebau** 247
Gerd Prause, Prause Holzbauplanung, Lindlar (DE)
- Weitgespannte Industrie- & Gewerbe-hallen in Holzbauweise** 257
Burkhard Walter, B. Walter Ingenieurgesellschaft, Aachen (DE)

BLOCK C2**NOVELLIERUNG der BauO NRW**

- Ausblick – Brandschutzforschung für erweiterte Anwendungsmöglichkeiten des Holzbaus** 275
Björn Kampmeier, Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg (DE)

Das FLACHDACH richtig ausgeführt

Die neue Flachdachrichtlinie

293

Christian Anders, Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e.V., Köln (DE)

Unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise richtig ausgeführt

303

Martin Teibinger, HTL Wien 3, Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger, Wien (AT)

Brandschutztechnische Lösungen für grossflächige Dachelemente im Industriebau

315

Stefan Winter, Norman Werther, Veronika Hofmann, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Technische Universität München, München (DE)

HOLZARCHITEKTUR IM URBANEN RAUM

Urbaner Holzbau

327

Univ. Prof. Tom Kaden, TU Graz, Graz (AT), Kaden + Lager, Berlin (DE)

From Murray Grove to Dalston Lane

333

Raimondo Da Col, Waugh Thistleton Architects, London (UK)

Langhäuser aus Holz

341

Rolf Mühlethaler, Architekt BSA SIA, Bern (CH)

Moderatoren

Bartlomé Olin

LIGNUM – Holzwirtschaft Schweiz
Mühlebachstrasse 8
CH - 8008 Zürich

Tel.: +41 44 267 47 77
E-Mail: olin.bartlome@lignum.ch

Prof. Birk Stephan

Birk Heilmeyer und Frenzel Gesellschaft von
Architekten mbH
Adlerstrasse 31
DE - 70199 Stuttgart

Tel.: +49 711 6648220
E-Mail: S.Birk@bhundf.com

Frühwald Katja

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Liebigstrasse 87
DE - 32657 Lemgo

Tel.: +49 5261 7025827
E-Mail: katja.fruehwald@hs-owl.de

Heemann Christoph

Ingenieurkammer-Bau NRW
Zollhof 2
DE - 40221 Düsseldorf

Tel.: +49 211 13067117
E-Mail: heemann@ikbaunrw.de

Kruska Frederik R.

Verband der Wohnungs- und
Immobilienwirtschaft Rheinland Westfalen e.V.
Goltsteinstrasse 29
DE - 40211 Düsseldorf

Tel.: +49 211 16998 14
E-Mail: f.kruska@vdw-rw.de

Schiermeyer Volker

Fachhochschule Bielefeld
Artilleriestrasse 9
DE - 32427 Minden

Tel.: +49 5731 9827070
E-Mail: volker.schiermeyer@fh-bielefeld.de

Prof. Dr. Becker Jörg

Fachhochschule Dortmund
Emil-Figge-Strasse 40
DE - 44227 Dortmund

Tel.: +49 231 7554426
E-Mail: joerg.becker@fh-dortmund.de

Prof. Damm Hannelore

Technische Hochschule Köln
Betzdorfer Strasse 2
DE - 50679 Köln

Tel.: +49 151 20034263
E-Mail: hannelore.damm@th-koeln.de

Prof. Germerott Uwe

Berner Fachhochschule AHB
Solothurnstrasse 102
CH - 2504 Biel

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

Prof. Dr. hc. Köster Heinrich

Hochschule Rosenheim
Hochschulstrasse 1
DE - 83024 Rosenheim

Tel.: +49 8031 805 120
E-Mail: Heinrich.Koester@fh-rosenheim.de

Rose Christof

Architektenkammer Nordrhein-Westfalen
Zollhof 1
DE - 40221 Düsseldorf

Tel.: +49 211 496734
E-Mail: rose@aknw.de

Begrüssung

Rychter Alexander

Verband der Wohnungs- und
Immobilienwirtschaft Rheinland Westfalen e.V.
Goltsteinstrasse 29
DE - 40211 Düsseldorf

Tel.: +49 211 16998 21
E-Mail: a.rychter@vdw-rw.de

Wiebe Andreas

Landesbetrieb Wald und Holz
Nordrhein-Westfalen
Albrecht-Thaer-Strasse 22
DE - 48147 Münster

E-Mail: andreas.wiebe@wald-und-holz-nrw.de

Abschlusswort

Eisfeld Matthias

Landesbeirat Holz NRW e.V.
Carlsauestrasse 91a
DE - 59939 Olsberg

Tel.: +49 2962 974980
E-Mail: eisfeld@landesbeiratholz-nrw.de

Referenten

Anders Christian

Zentralverband des Deutschen
Dachdeckerhandwerks e. V.
Fritz-Reuter-Strasse 1
DE - 50968 Köln

Tel.: +49 221 3980380
E-Mail: canders@dachdecker.de

Beer Heinz

Beer Holzbau AG
Obere Zollgasse 76
CH - 3072 Ostermundigen

Tel.: +41 31 934 22 88
E-Mail: heinz.beer@beer-holzbau.ch

Bökamp Henning

Architekten Bökamp
Goethestrasse 45
DE - 32584 Löhne

Tel.: +49 5731 78850
E-Mail: hboekamp@architekten-boekamp.de

Dr. Bottermann Heinrich

Umweltministerium NRW
Schwannstrasse 3
DE - 40476 Düsseldorf

Clauß Annette

I.D. HOLZ e.V.
Carls-Aue-Strasse 91a
DE - 59939 Olsberg

Tel.: +49 2962 8029963
E-Mail: clauss@maas-ingenieure.de

Prof. Dr. Hamm Patricia

Hochschule Biberach
Karlstrasse 11
DE - 88400 Biberach

Tel.: +49 7351 582524
E-Mail: hamm@hochschule-bc.de

Arns Michael

Architektenkammer Nordrhein-Westfalen
Zollhof 1
DE - 40221 Düsseldorf

Tel.: +49 2734 3368
E-Mail: m.arns@arns-architekten.de

Bendler Nina

Koschany + Zimmer Architekten KZA
Rüttenscheiderstrasse 144
DE - 45131 Essen

Tel.: +49 201 896 4570
E-Mail: nina.bendler@kza.de

Botta Erhard

werk.um architekten GbR
Rheinstrasse 99.4
DE - 64295 Darmstadt

Tel.: +49 6151 8129714
E-Mail: e.botta@werkum.de

Chatzoudis Stawros

GWG Wohnungsgesellschaft mbH Rhein-Erft
Kölnstrasse 16
DE - 50354 Hürth

Tel.: +49 2233 7195520
E-Mail: chatzoudis@gwg-rhein-erft.de

Da Col Raimondo

Waugh Thistleton Architects Ltd.
77 Leonard Street
GB - EC2A 4QS London

Tel.: +44 20 7613 5727
E-Mail: raimondo@waughthistleton.com

Horx-Strathern Oona

Zukunftsinstitut GmbH
Kaiserstrasse 53
DE - 60329 Frankfurt am Main

Tel.: +49 69 26484890
E-Mail: o.strathern@zukunftsinstitut.de

Huber Josef

Huber & Sohn GmbH & Co. KG
Wasserburger Strasse 4
DE - 83549 Bachmehring

Tel.: +49 8071 919101
E-Mail: jhuber@huber-sohn.de

Prof. Dr. Kampmeier Björn

Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstrasse 2
DE - 39114 Magdeburg

Tel.: +49 391 8864967
E-Mail: bjoern.kampmeier@hs-magdeburg.de

Dr. Kruse Dirk

Dehne, Kruse Brandschutzingenieure
GmbH & Co. KG
Gustav-Schwannecke-Strasse 13
DE - 38518 Gifhorn

Tel.: +49 5371 6875028
E-Mail: kruse@kd-brandschutz.de

Leirich Achim

GWG Wohnungsgesellschaft mbH Rhein-Erft
Kölnstrasse 16
DE - 50354 Hürth

Tel.: +49 2233 71950
E-Mail: leirich@gwg-rhein-erft.de

Dr. Mayr Andreas

Hochschule Rosenheim
Hochschulstrasse 1
DE - 83024 Rosenheim

Tel.: +49 8031 8052532
E-Mail: andreas.mayr@fh-rosenheim.de

Mühlethaler Rolf

rolf mühlethaler architekt bsa sia
Altenbergstrasse 42a
CH - 3013 Bern

Tel.: +41 31 330 42 20
E-Mail: architekt@rolf-muehlethaler.ch

Bauberrat Opitsch Wolf

Referat für Stadtplanung und Bauordnung
Blumenstrasse 31
DE - 80331 München

Tel.: +49 89 23328173
E-Mail: wolf.opitsch@muenchen.de

Prof. Dr. Rabold Andreas

Hochschule Rosenheim
Hochschulstrasse 1
DE - 83024 Rosenheim

Tel.: +49 8031 8052533
E-Mail: andreas.rabold@fh-rosenheim.de

Prof. Kaden Tom

Kaden + Lager GmbH
Alexanderstrasse 7
DE - 10178 Berlin

Tel.: +49 30 48624662
E-Mail: kaden@kadenundpartner.de

Koppelhuber Jörg

TU Graz, Institut für Baubetrieb
und Bauwirtschaft
Lessingstrasse 25/II
AT - 8010 Graz

Tel.: +43 316 8734252
E-Mail: joerg.koppelhuber@tugraz.at

Kuisma Kimmo

Helsinki City Executive Office
PL 20
FIN - 00099 Helsinki

Tel.: +358 9 31025808
E-Mail: kimmo.kuisma@hel.fi

Prof. Dipl.-Ing. Leukefeld Timo

Timo Leukefeld - Energie verbindet
Franz-Mehring-Platz 12 D
DE - 09599 Universitätsstadt Freiberg

Tel.: +49 3731 4193860
E-Mail: benedix@timo-leukefeld.de

Meinhold Andreas

Magistratsdirektion-Stadtbaudirektion, KSI
Rathausstrasse 8
AT - 1010 Wien

Tel.: +43 676 811882613
E-Mail: andreas.meinhold@wien.gv.at

Müller Michael

Architektur Contor Müller Schlüter ACMS
Architekten GmbH
Friedrich-Ebert-Strasse 55
DE - 42103 Wuppertal

Tel.: +49 202 4457144
E-Mail: m.mueller@acms-architekten.de

Prause Gerd

Prause Holzbauplanung GmbH + Co. KG
Sülztalstrasse 84
DE - 51789 Lindlar

Tel.: +49 2266 9018901
E-Mail: g.prause@holzbauplanung.de

Reimann Markus

NR Ingenieurgesellschaft holztragwerke mbH
An der Eickesmühle 40
DE - 41238 Mönchengladbach

Tel.: +49 2166 990710
E-Mail: m.reimann@holztragwerke.de

Steffens Frank

Brüninghoff GmbH & Co. KG
Industriestrasse 14
DE - 46359 Heiden

Tel.: +49 2867 9739114
E-Mail: steffens@brueninghoff.de

Dr. Teibinger Martin

der:Teibinger
Tomaschekstrasse 24
AT - 1210 Wien

E-Mail: Office@derTeibinger.at

Wahler-Žak Bastian

Bundesinstitut für Bau-,
Stadt- und Raumforschung
Deichmanns Aue 31 - 37
DE - 53179 Bonn

Tel.: +49 228 99401 1326
E-Mail: Bastian.Wahler@BBR.Bund.de

Prof. Dr. Winter Stefan

TU München
Arcisstrasse 21
DE - 80333 München

Tel.: +49 89 28922416
E-Mail: winter@tum.de

Stieglmeier Manfred

TU München
Arcisstrasse 21
DE - 80799 München

Tel.: +49 89 28925492
E-Mail: manfred.stieglmeier@tum.de

Prof. Waechter Felix

Waechter + Waechter Architekten BDA
Rheinstrasse 40 - 42
DE - 64283 Darmstadt

Tel.: +49 6151 4295020
E-Mail: felixwaechter@waechter-architekten.de

Walter Burkhard

B. Walter Ingenieurgesellschaft mbH
Schurzelter Strasse 27
DE - 52074 Aachen

Tel.: +49 241 9490914
E-Mail: walter@ing-walter.de

Mittwoch, 18. Oktober 2017

Wie PLANEN und BAUEN wir in Zukunft

Stadt wollen – Dichte und Urbanität

Michael Arns
Vizepräsident der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen
Düsseldorf, Nordrhein-Westfalen, Deutschland



Stadt wollen – Dichte und Urbanität

Wir leben im Jahrhundert der Städte. Weltweit lebte 2004 schon die Hälfte der Bevölkerung in Städten, 2050 sollen es zwei Drittel sein. Auch in Deutschland liegt das Wohnen in der Stadt im Trend. Zwei Drittel von uns leben im städtischen Raum, in den letzten Jahren sind die Großstädte sehr viel schneller gewachsen als ihr Umfeld.

Im Wesentlichen beobachten wir also eine Reurbanisierung, die allerdings nicht automatisch das Ende der Suburbanisierung bedeutet. Denn die Wanderung gerade junger Familien in das Umland findet nach wie vor statt. Gerade in den dynamischen Großstädten zeigen sich bereits Überlastungs- und Verdrängungsprozesse. Über die Landesplanung will daher die neue NRW-Landesregierung ländlichen Regionen und Ballungsräumen gleichwertige Entwicklungschancen einräumen. Auch kleinere Kommunen sollen wieder neue Wohngebiete und Wirtschaftsflächen ausweisen können, wenn der Bedarf nachgewiesen wird.

Die Stadt im Wandel

Städte sind Orte des Wohnens und des Arbeitens. Sie sind Zentren der Kultur, der Freizeit sowie des Konsums. Städte sind aufgeladene und bedeutungsvolle Orte des Lebens, der Stadtgesellschaft. Alle Funktionen, die die Stadt erfüllen muss, verändern sich rasant. Städte sind einem hohen Veränderungsdruck ausgesetzt. Kontinuität und Wandel sind Merkmale der Städte. Die Auswirkungen auf das Leben und das Antlitz der Stadt sind allgegenwärtig. Nicht immer verlaufen Wandel und Erneuerung erwartungsgemäß.

Städte werden dichter

Städtebauliche Konsequenz der ökonomischen Entwicklung ist allerorts der Trend zur Verdichtung, vertikal und horizontal. Dichte ist nicht nur für den Einzelnen ökonomisch vorteilhaft, sondern auch für die Gemeinschaft. Insofern steht die Option der Dichte nicht zur Debatte, weil sie auch funktional, ökonomisch, ökologisch, gesellschaftlich und kulturpolitisch unvermeidlich ist; ihre Umsetzung hingegen wohl. Städte arbeiten daran, trotz Verdichtung das zu bleiben, was sie ausmacht: Orte der Vielfalt, der Unterschiedlichkeit und der Überraschung.

Urbanität an den Merkmalen der Europäischen Stadt ausrichten

Urbanität steht für kulturelles Leben, Mischung, demokratische Strukturen sowie soziale Offenheit für unterschiedliche Schichten. Urbanität ist somit das Ergebnis sozialer Prozesse. Sie braucht Zeit, um sich zu entfalten. Walter Siebel nennt in seiner Publikation „Die Europäische Stadt« sinngemäß folgende fünf Elemente, die zur Urbanität gehören, sie möglich machen: Geschichtsbewusstsein, Zukunftsgewandtheit, private und öffentliche Räume, Gestaltung sowie Regulation.

Urbanität kann nicht begriffen werden als bloße Addition dieser Voraussetzungen. Selbst wenn es gelänge, in einer neugebauten Stadt alle Elemente der Urbanität zu realisieren, so hätte eine solche neue Stadt noch keine urbane Qualität. Sie braucht den Humus der fünf Merkmale, um gedeihen zu können.

Leitlinie der Siedlungsentwicklung ist die in der «Leipzig Charta» beschriebene europäische Stadt, die sich durch eine kompakte Struktur, ein Mit- und Nebeneinander unterschiedlicher Nutzungen sowie klare Grenzen zum unbesiedeltem Raum auszeichnet.

Erneuerung von Stadtteilen als kontinuierlichen Prozess begreifen

Der Umbau unserer Städte ist eine drängende Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Man spricht vom «Urban Age». Die Konversion industrieller, militärischer, infrastruktureller Anlagen ist zum Alltagsgeschäft der Städte geworden. Der Umbau des Bestandes ist gleichzeitig eine ökologische Herausforderung. Effizienz, cradle to cradle, Ressourceneinsparung sind die Stichworte. Zudem ist die Transformation eine stadtkulturelle und eine soziale Herausforderung.

Funktionen, Vielfalt und Räume

Stadträumliche Qualitäten sind Folge guten Städtebaus. Städtische Qualitäten werden oft mit dem Begriff der Urbanität umschrieben. Der Begriff grenzt das Städtische vom Ländlichen, das Großstädtische vom Kleinstädtischen oder das Innerstädtische vom Suburbanen ab. Städtischer Raum ist gebunden an eine Ablesbarkeit von Strukturen, eine bauliche und funktionale Dichte, Straßen und Plätze sowie eine Unterscheidung öffentlicher und privater Räume. Städtische Erscheinungsformen kontextbezogener Architektur und die Mischung von Funktionen sind wiederum Grundbedingungen der Urbanität. In Anlehnung an Camillo Sitte bleibt zu fordern, dass Städtebau nicht als «technisches Problem», sondern der «Stadtbau als Kunstwerk» verstanden werden muss.

Normierte Dichte und Funktionstrennung

Die städtebauliche Normgebung setzte auf eine Begrenzung der baulichen Dichte, was 1962 zu der gesetzlichen Festlegung der Geschossflächenzahl in der Baunutzungsverordnung führte. Nach Baugebietstypen werden differenzierte Obergrenzen der baulichen Dichte bestimmt. Bis heute folgt die Baunutzungsverordnung (BauNVO) dem Leitbild der Charta von Athen mit einer gegliederten und aufgelockerten Stadt bei einer Entflechtung städtischer Funktionsbereiche. Die BauNVO bildet die geänderten Wohn- und Arbeitsverhältnisse in unserer Gesellschaft aber nicht mehr hinreichend ab.

Eine Lösung kann die neue Nutzungskategorie «Urbanes Gebiet» sein. Um weiteres Bauland, insbesondere im Innenbereich, für den Wohnungsbau zu mobilisieren, fehlte eine Nutzungskategorie für Wohnnutzung in Nachbarschaft von Gewerbe mit höheren Lärmbelastungen. Der neue Gebietstyp kann die Lücke zwischen Wohnnutzungen im Mischgebiet MI (gleichrangig sind Wohnen und nicht störendes Gewerbe zulässig) und dem Gewerbegebiet GE (Wohnen ist ausnahmsweise zulässig, wenn es dem Betrieb zugeordnet und untergeordnet ist) schließen.

Bauland durch geringere Abstände schaffen

Das Abstandsflächenregime der Bauordnung NRW erschwert dichtes Bauen. Eine Änderung im nordrhein-westfälischen Abstandflächenrecht böte die Chance, Bauen in verdichteter Bauweise zu ermöglichen. Eine generelle Tiefe der Abstandfläche von 0,4 H würde ein deutliches Potential darstellen, neuen Wohnungsbau in unseren Städten zu ermöglichen und durch diese Bauweise weitere Grundstücksflächen für die Innenentwicklung zu aktivieren.

Baulücken: vorhandenes Bauland erschließen

In den vorhandenen Quartieren bieten die vorhandenen Siedlungsstrukturen vielfach Optionen der Nachverdichtung an und stellen ein erhebliches Stadtentwicklungspotential dar. Nachverdichtung bietet Chancen für Wohnumfeldverbesserungen oder Quartiersverbesserungen in innerstädtischen Lagen. Die Stadtgestaltung kann sich verbessern, weil sich mit dem Eingreifen in innerstädtischen Strukturen ungestaltete Brachflächen gestalterisch aufarbeiten lassen und die Gestaltqualität ganzer Stadtviertel gesteigert wird.

Ein Kostenvergleich der Siedlungsentwicklung im Innen- und Außenbereich zeigt, dass die Entwicklungskosten für Bauland im Außenbereich je nach Vergleichsgröße bis zum 25-fachen der Innenentwicklung kosten. Baulücken und untergenutzte Grundstücke sind wichtiges Potential für die Nachverdichtung der Städte.

Mehr Dichte erfordert Qualität der öffentlichen Räume

Bei dichter Bebauung müssen der öffentliche Raum und die Gemeinschaftsbereiche überdurchschnittliche Qualitäten aufweisen. Dichtes Bauen heißt zugleich, städtebaulich begründete und notwendige Freiflächen in den Innenstädten zu erhalten und neu zu schaffen. Die Bedeutung der halböffentlichen und öffentlichen Räume als Flächen für Freizeit und Erholung mit hoher Aufenthaltsqualität wird zunehmen, auch als Qualitätsmerkmal für die Beurteilung einer Wohnung.

Öffentliche Räume sind aber auch Orte demokratischer Meinungsäußerung und damit Hort der Civitas. Die Privatisierung öffentlicher Räume ist verbreitetes Phänomen und Gefahr für die Stadt. Es wird also für die Lebendigkeit von Stadt wichtig sein, die Differenzierung von Privat und Öffentlichkeit zu stützen; mit Qualität und Fürsorge für öffentliche Räume.

Holzbau im urbanen Kontext

Nach den bestehenden baurechtlichen Regelungen in NRW können Gebäude in Holzbauweise mit mehr als zwei Geschossen nur in Ausnahmefällen errichtet werden. Damit wurden lange dem Holzbau in unserem Bundesland urbane Bauweisen verwehrt, obwohl er in NRW vielerorts Tradition hat.

Auch wenn das angekündigte Moratorium der Landesbauordnung die längst überfällige Entwicklung verzögert, in Zukunft werden in Nordrhein-Westfalen die Gebäudeklassen und Brandschutzbestimmungen der Musterbauordnung eingeführt. Damit werden mehrgeschossige, urbane Holzbauten möglich und das Bauen mit Holz als Alternative zum konventionellen Massivbau konkurrenzfähig. Ich hoffe, dass dann auch größere Projekte des Geschosswohnungsbaus und öffentliche Gebäude in Holz entstehen, wie es in anderen Bundesländern oder im europäischen Ausland bereits geschieht.

Denn der Holzbau hat eine unverwechselbare Atmosphäre, die von Fachleuten, aber auch von Mietern und Eigentümern überaus geschätzt wird, bringt er doch die Natur in unsere Wohnungen und Häuser. Moderne Holzbauten fügen sich harmonisch in vorhandene städtische Ensembles ein. Das geringe Gewicht von Holzkonstruktionen und die Möglichkeit eines hohen Vorfertigungsgrades prädestinieren Holz als Baumaterial für innerstädtische Nachverdichtungs- und Aufstockungsmaßnahmen. Beim Weiterbau unserer Städte muss dieses baukulturelle Erbe weiterentwickelt werden.

Gartenstadt21 grün – urban – vernetzt

Ein neues Leitbild für die Stadtentwicklung in verdichteten Ballungsräumen?

Bastian Wahler-Žak
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Bonn, Deutschland



Gartenstadt21 grün – urban – vernetzt

Ein neues Leitbild für die Stadtentwicklung in verdichteten Ballungsräumen?

Die über einhundert Jahre alte Idee der Gartenstadt von Ebenezer Howard findet immer wieder aufs Neue Beachtung in der Fachwelt. Ihr Gegenentwurf zur damaligen verdichteten, überlasteten und lebensfeindlichen Stadt wird immer dann, wenn der Zuzug in die Ballungsräume so stark ansteigt, dass in kurzer Zeit viele neue Wohnungen gebaut werden müssen, für viele wieder erstrebenswert. Doch was ist eine Gartenstadt überhaupt, welche Aspekte sind heute – rund 120 Jahre nach der ersten Veröffentlichung Howards – noch aktuell und übertragbar? Was können wir noch heute aus dieser alten Idee lernen? Und wie könnte eine solche Gartenstadt des 21. Jahrhunderts aussehen?

Diese Fragen sind Gegenstand der aktuellen Studie «Gartenstadt21 – ein neues Leitbild für die Stadtentwicklung in verdichteten Ballungsräumen – Vision oder Utopie?» des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)¹. Neben der Auseinandersetzung mit dem historischen Gartenstadtgedanken und dessen Umsetzung bis heute soll dabei im Rahmen eines Zukunftslabors Visionen für eine Gartenstadt21 entwickelt werden. Der Schwerpunkt liegt hierbei insbesondere in der Diskussion neuer Bilder einer Gartenstadt des 21. Jahrhunderts.

1. Die Gartenstadt – ein reformistisches Stadtmodell

Die Gartenstadt kann allgemein als ein Modell einer planmäßigen Stadtentwicklung bezeichnet werden. Dieses Modell wurde Ende des 19. Jahrhunderts maßgeblich durch den Briten Ebenezer Howard entwickelt und geprägt. Die Gartenstadt ist insbesondere vor dem Hintergrund der damaligen Lebensverhältnisse in den Großstädten Europas vielmehr als sozialreformistischer Ansatz und nicht – wie häufig angenommen – als rein städtebauliches Leitmotiv zu verstehen.

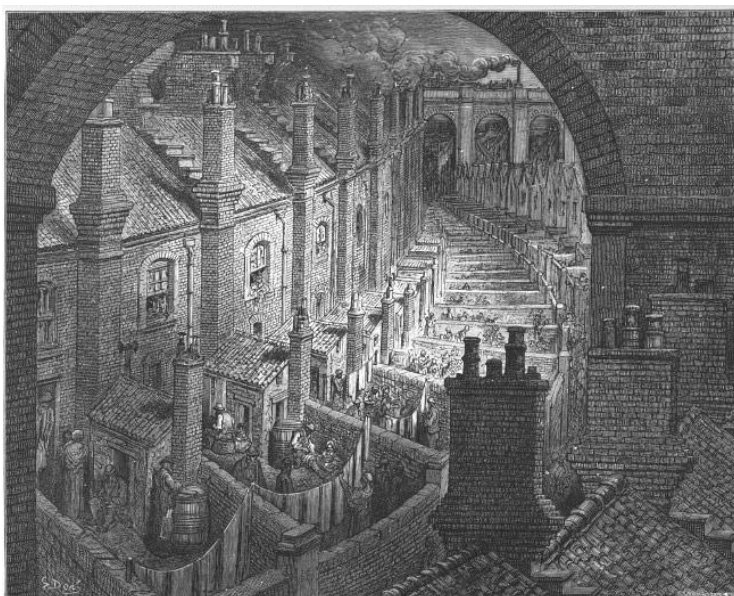


Abbildung 1: «Over London by Rail» von Gustave Doré von 1870
(Quelle: Over London by Rail, Gustave Doré, 1870)

¹ Das BBSR wird durch den Auftragnehmer, das Büro bpw baumgart+partner aus Bremen als Forschungsassistenz unterstützt.

Die zunehmende Konkurrenz des Binnenmarktes insbesondere bei landwirtschaftlichen Gütern durch den steigenden Welthandel und Warenimport aus den USA sowie die einsetzende Industrialisierung verstärkten die damalige Landflucht. Dies führte, in Verbindung mit nur begrenzten rechtlichen Vorschriften für den Wohnungsbau, die sich meist rein auf den Brandschutz bezogen, zu Bodenspekulation und stetig steigenden Mietpreisen. Aufgrund fehlender oder in Teilen, den Anforderungen nicht genügenden Infrastruktur, verschlechterten sich die Lebensbedingungen in den Großstädten Europas. Krankheiten wie Cholera wurden zum Wesensmerkmal der Armenviertel. Die lebensunwürdigen Verhältnisse und der hiermit verbundene Wohlstand der Bodenspekulanten wurde zunehmend Gegenstand sozialreformistischer Bewegungen.

Ebenezer Howard, seines Zeichens Stenotypist verkehrte in seiner Freizeit vorwiegend in reforminteressierten Gruppen, die insbesondere die Bodenreform diskutierten. Insbesondere die sozialreformerischen Diskussionen seiner Zeit sowie die Teilhabe an Parlamentsdebatten die er als Stenograph begleitete, bildeten die Grundlage für Howard's Ansatz und Konzept der Gartenstadt als bodenreformistischer Gegenentwurf zur damaligen liberalen Bodenpolitik und ungesteuerten Stadtentwicklung.

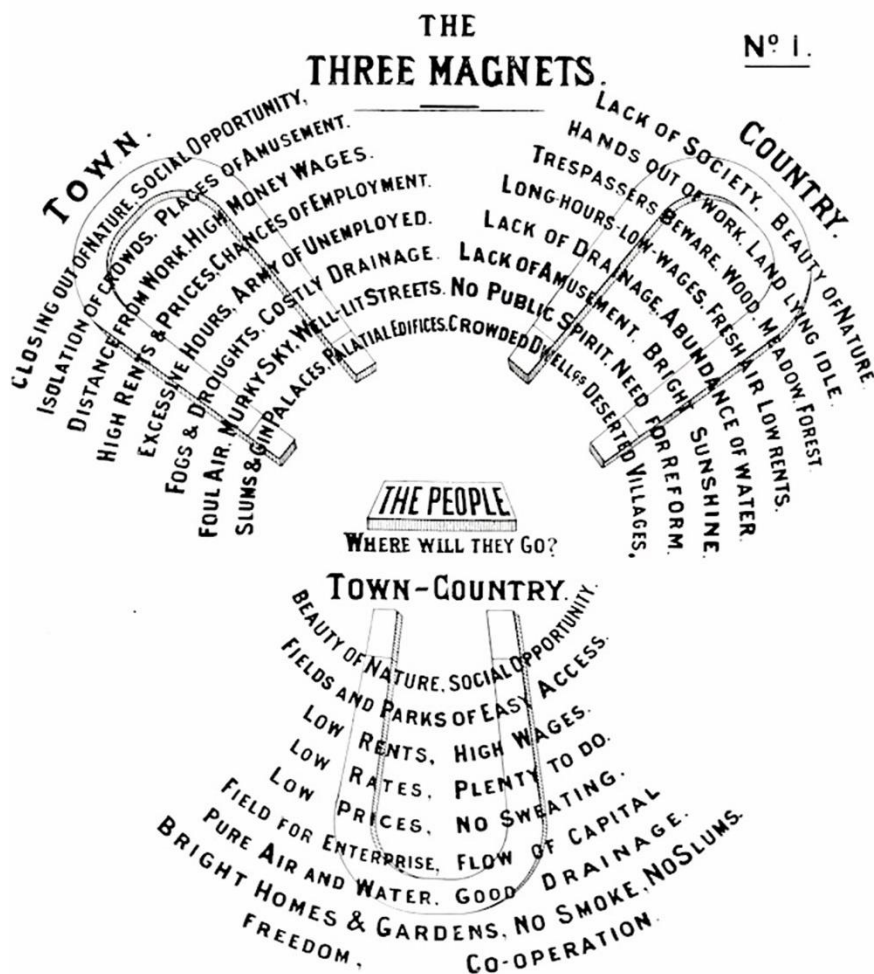


Abbildung 2: Die drei Magnete nach Howard
(Quelle: Plate No. 1 «The Three Magnets.» Plate No., Ebenezer Howard, 1902)

Der Begriff der Gartenstadt wurde von Howard selbst erst im Laufe der weiteren Konkretisierung seines ursprünglichen Konzepts verwendet. Sein 1898 erschienenes Werk «To-Morrow, a Peaceful Path to Real Reforms» verwendete erst in der zweiten Auflage im Jahr 1902 den Begriff der Gartenstadt («Garden Cities of To-Morrow»).

Die Grundlage des Modells der Gartenstadt von Howard differenziert zwischen der Stadt (town) sowie dem Land (country) als Magnete, welche mit ihren positiven wie negativen Eigenschaften Menschen anziehen. Die Gartenstadt (town-country) als neuer und dritter

Magnet soll hingegen die jeweils positiven Eigenschaften der Stadt mit ihren sozialen Möglichkeiten, Stätten der Unterhaltung und infrastrukturellen Ausstattung mit den Vorzügen des Landes der frischen Luft, klarem Wasser und Schönheit der Natur verbinden. Dieser neue Magnet ist als eigenständiger Stadttypus zu verstehen mit dessen Hilfe die überfüllten Städte entlastet werden damit sich diese wieder regenerieren können. Dabei liegt die Besonderheit dieses Modells nicht in den stadtstrukturellen und städtebaulichen Prinzipien, sondern insbesondere in den sozioökonomischen Ideen bzw. ihren finanziellen und organisatorischen Aspekten (Howard nach Posener, 1968). Howard hat in «seiner» Gartenstadt die wesentlichen ökonomischen, sozialen und politischen Fragen jener Zeit, die die Stadtentwicklung betrafen, sowie die Antworten einer Vielzahl von Fachleuten und Autoren reflektiert und zusammen mit eigenen Ideen zu einem neuen Siedlungsmodell verknüpft. Bei diesem handelt es sich nicht um eine monofunktionale Siedlung mit vielen privaten Gärten, sondern um eine Kleinstadt mit einer durchaus städtischen Dichte und funktionalen Überlagerung des Arbeitens und des Wohnens. Die Gartenstadt liegt inmitten eines «Gartens», das heißt einem landwirtschaftlichen Grüngürtel, der als Teil der Stadt sowohl ihrer Versorgung als auch der Entsorgung dient.

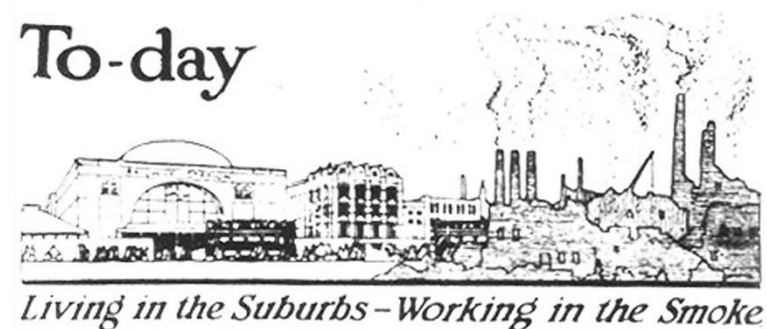


Abbildung 3: Leben und Arbeiten in der Sonne, Werbung für die Gartenstadt Welwyn
(Quelle: Ebenezer Howard's Advertisement for Welwyn Garden City, Ebenezer Howard, o.J.)

Eine solche Gartenstadt hat Howard (am Beispiel der Neugründungen von Letchworth und Welwyn) in der Praxis erprobt und weiterentwickelt. Dabei verstand der Gründer sich selbst als Erfinder und die Gartenstadt als einen Prozess, in den viele verschiedene Fachleute und Akteure vor Ort einbezogen werden müssen.

2. Gartenstädte – damals bis heute

Im Rahmen der Forschungsstudie des BBSR wurden 12 Städtebauprojekte, welche seinerzeit und heute als vorbildlich im engeren sowie im weiteren Sinne dem Leitbild der Gartenstadt zugeordnet werden können, hinsichtlich dem Aspekt der Vielfalt der umgesetzten Ideen und der (ausdrücklichen oder unbeabsichtigten) Bezugnahme auf die Originalschrift Howards analysiert. Des Weiteren wurden vier Grüngürtel- bzw. Regionalparkkonzepte hinsichtlich des von Howard genannten Systems der Grüngürtel im Rahmen der Entwicklung von überschaubaren Siedlungseinheiten untersucht.

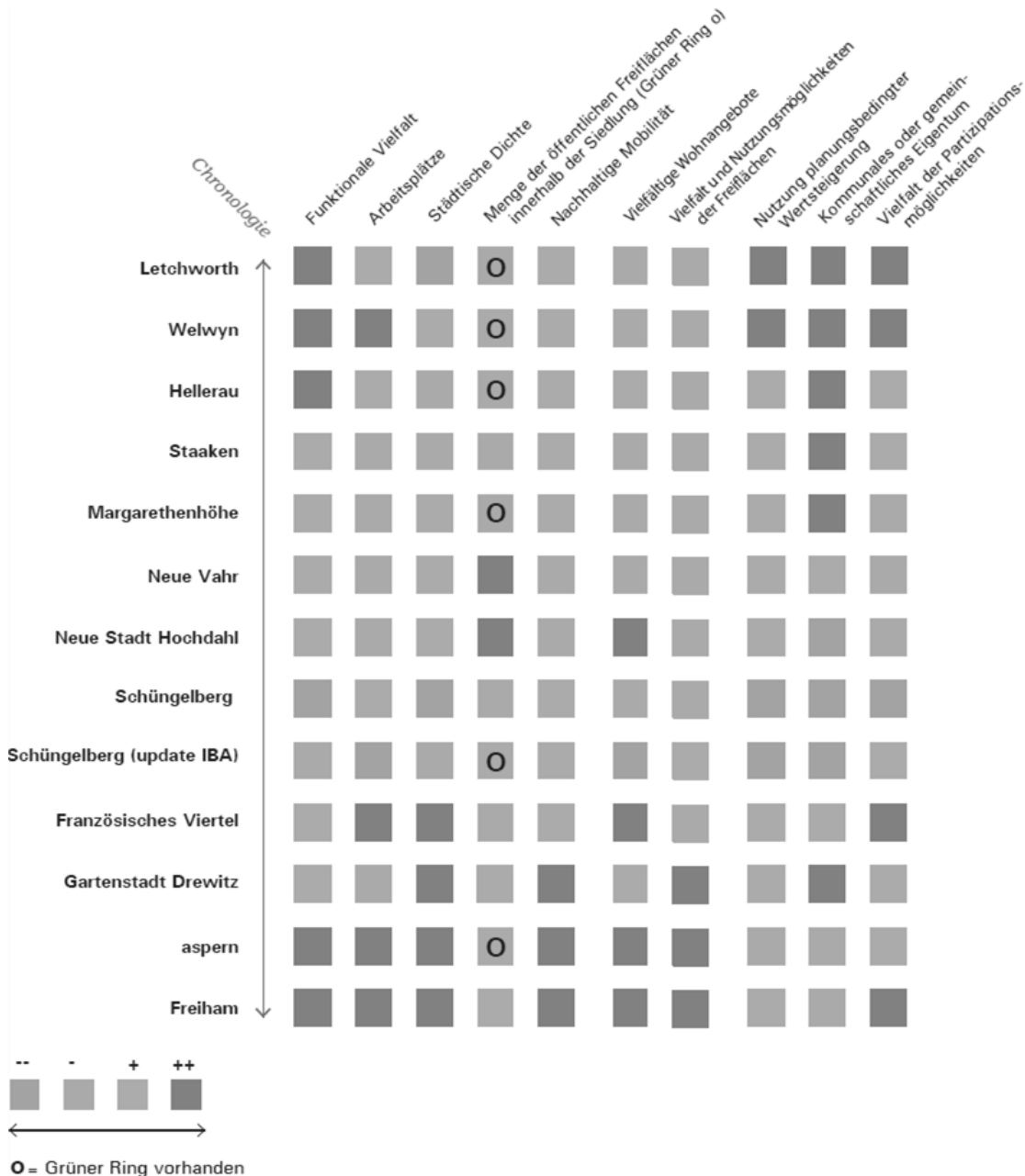


Abbildung 4: Auswertung der Untersuchung von Fallbeispielen hinsichtlich der Prinzipien einer Gartenstadt nach Howard (Quelle: BBSR 2016)

In Deutschland entstanden zwischen 1900 und 1930, in der Regel getragen durch genossenschaftliche Unternehmen oder im Ruhrgebiet häufig auch in der Tradition der Werkssiedlungen (Fallbeispiel: Margarethenhöhe), gartenstädtische Siedlungen. Diese setzten sich überwiegend aus Reihenhäusern mit relativ homogener und ansprechender Architektur zusammen. Arbeitsplätze waren jedoch nicht immer fußläufig erreichbar oder wurden nur von einem Arbeitgeber bereitgestellt. Eine Gartenstadt, die den englischen Vorbildern folgte, entstand zu jener Zeit nicht.

Auch in der Nachkriegszeit entstanden vor dem Hintergrund des enormen Wohnungsbedarfs unter dem Begriff der Gartenstadt grüne Trabantenstädte mit stark verdichteter Bauweise in einer parkartigen Landschaft (Fallbeispiel: Neu Vahr), jedoch ohne dabei die Prinzipien von eindeutig definierten öffentlichen, halböffentlichen und privaten Räumen oder der sozialen Teilhabe mit zu denken.

Insbesondere jüngere Projekte wie das Stadterweiterungsprojekt Freiham bei München zeigen hingegen eine Entwicklung, die viele der von Howard beschriebenen stadtstrukturellen, finanziellen und organisatorischen Prinzipien neu interpretieren, ohne dass sie explizit den Begriff der Gartenstadt verwendet. In Freiham werden hierbei innovative Grundstücksvergaben erproben, bei denen das Konzept im Vordergrund steht. Auch das Fallbeispiel der Seestadt Aspern in Wien legt den Fokus der Entwicklung insbesondere auf funktionale und stadtstrukturelle Mischung und infrastrukturelle Vernetzung. Bei diesen Beispielen ist die neue Stadtstruktur durch eine hohe Dichte, eine Vielfalt der Funktionen und die Einbeziehung von neuen Arbeitsplätzen geprägt. Finanziell und organisatorisch spielt dabei der Umgang mit Grundstückspreisen, Folgekosten und bezahlbaren Wohnraum eine immer größere Rolle.

Gleichzeitig kann jedoch auch beobachtet werden, dass der Begriff Gartenstadt als Vermarktungsstrategie für neue Vorstadtsiedlungen mit meist aufgelockerter Bebauung und einem hohen privaten Grünflächenanteil verwendet wird. Die hierbei aufgerufenen Kauf- bzw. Mietpreise der neuen sogenannten Gartenstädte machen deutlich, dass diese vorwiegend für einkommensstarke Bevölkerungsschichten entwickelt werden. Bezahlbarer Wohnraum für unterschiedliche Einkommensschichten, eine angemessene Funktionsmischung oder die Möglichkeit einer Teilhabe der neuen Bewohner an der Entwicklung des neuen Quartiers entstehen aufgrund der stark renditeorientierter Vermarktung meist nicht.

3. Aktuelle Herausforderungen

Im Gegensatz zur Entstehungszeit der Gartenstadtbewegung Ende des 19. Jahrhunderts stehen Städte heute nicht nur vor der Herausforderung des Wachstums. Heutige Stadtentwicklung ist aufgrund der unterschiedlichen Ansprüche, Anforderungen und Rahmenbedingungen zunehmend komplexer und vielschichtiger als zu Howards Zeit. Gegenüber der Vergangenheit hat besonders die Vielfalt zugenommen. Darunter ist nicht nur die Vielfalt der Bewohner bezogen auf ihre Herkunft und ihre Lebensstile zu verstehen, sondern auch die Mannigfaltigkeit der Arbeits- und Mobilitäts-, Freizeit- und Versorgungsmöglichkeiten, verknüpft mit einer Fülle an Werthaltungen und der angestrebten Nutzungen öffentlicher Räume.

Hinzu kommen ökologische Herausforderungen, die zum Beispiel durch die anhaltend hohe Flächeninanspruchnahme für die Siedlungsentwicklung oder durch den Klimawandel bedingt sind. Freiflächen wecken Begehrlichkeiten für die Innenentwicklung, spielen für das Klima in der Stadt, beispielsweise als Frischluftschneisen oder Retentionsflächen eine wichtige Rolle, dienen Bewohnern als Begegnungs- und Spielorte, als Fläche für Naherholung und Freizeit. Mancherorts sind sie der Nahrungsmittelproduktion vorbehalten. Und nicht zuletzt bilden sie städtische Oasen für die Flora und Fauna.

Die Ansprüche an die Bezahlbarkeit und an neue Finanzierungsmodelle sind hingegen nahezu unverändert geblieben. Insbesondere die Ballungsräume verzeichnen bereits jetzt ein hohes Miet- und Baulandpreiseniveau welches sich vor dem Hintergrund der aktuellen Bevölkerungsentwicklung in diesen Räumen und anhaltend niedrigen Zinsen nicht weiter verringern wird. Somit sind auch heute der Erhalt und die Schaffung bezahlbaren Wohnraums ein wichtiges Ziel der Stadtentwicklung. Spekulationen müssen eingeschränkt und kommunale Kosten überschaubar und tragbar bleiben.

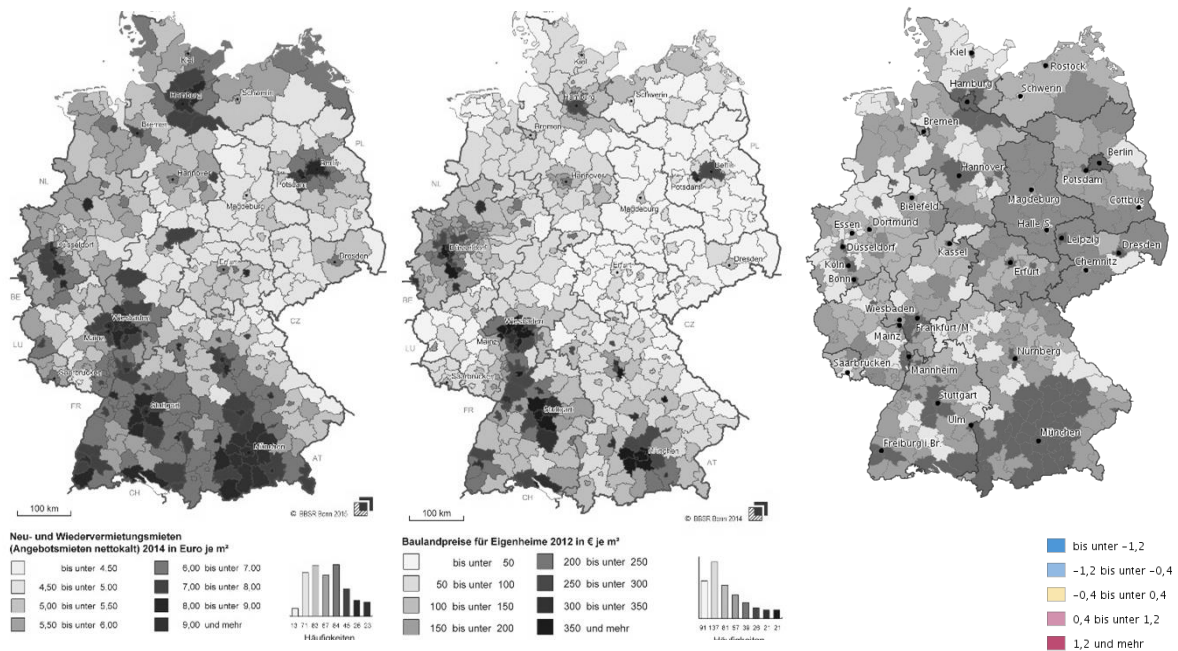


Abbildung 5-7: Neu- und Wiedervermietungsnettomieten Wohnungen 2014 | Baulandpreise 2012 | Bevölkerungsentwicklung 2011 – 2013 in % (Quelle: BBSR Raumberechnung 2016)

Gleichzeitig gibt es immer mehr Initiativen, die angesichts dieser Herausforderungen neue Lösungsansätze erproben und damit die Lebensqualität in den Städten erhöhen. Der herkömmlichen, Investoren getragenen Stadtentwicklung werden alternative Modelle gegenübergestellt. Neue und nicht gewinnorientierte Bauträger wie Baugemeinschaften oder Genossenschaften wie beispielsweise die GIMA München eG² oder Vereine zur Umsetzung urbaner Projekte und Revitalisierung von Flächen tragen zunehmend zur Entwicklung und Qualifizierung der Stadt bei. Viele dieser Initiativen werden mittlerweile von der Stadtpolitik aktiv aufgegriffen und unterstützt.

4. Zehn Thesen zu einer Gartenstadt21 grün-urban-vernetzt

Was lässt sich nun aus den Erkenntnissen zur Gartenstadt vor dem Hintergrund aktueller Herausforderungen für die Stadtentwicklung heute ableiten? Welche Prinzipien und Merkmale der Gartenstadtidee sind auch heute noch aktuell und wie lassen sie sich, vergleichbar dem Modell von Howard, zu einem schlüssigen Gesamtkonzept zusammenführen?

Auf der Grundlage der angeführten Analyse wurden im Rahmen der Forschungsstudie des BBSR folgende zehn Thesen zur Gartenstadt21 entwickelt. Diese beschreiben Qualitätsmerkmale einer nachhaltigen Stadtentwicklung im Sinne der Gartenstadt21 grün-urban-vernetzt.

Dabei spielen, wie auch bei Howard, grüne Strukturen eine wichtige Rolle. Vor dem Hintergrund zunehmend ökonomisch bedingter Flächenkonkurrenzen sind qualitätsvolle Freiräume auch heute grundlegend für die Gesundheit und Lebensqualität in Stadtregionen. Darüber hinaus leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Qualifizierung Grüner Infrastruktur. Allerdings ist die Gartenstadt21 dabei nicht nur «grün», sondern auch «urban». Dies meint nicht nur eine höhere Dichte, die auch der historischen Gartenstadtidee entspricht und vielfältige Funktionen erst wirtschaftlich macht, sondern auch eine kulturelle und ökonomische Vielfalt hinsichtlich ihrer Funktionen, Angebote und differenzierten Handlungsmuster. Darüber hinaus ist sie «vernetzt» im weitest möglichen Sinne des Begriffs, sowohl in technischer, infrastruktureller und funktionaler Hinsicht als auch bezogen auf kulturelle,

² Die GIMA München eG (Genossenschaftliche Immobilienagentur München eG) ist ein Zusammenschluss von aktuell 23 Wohnungsunternehmen in München. Die Mitgliedsunternehmen sind Genossenschaften oder haben ihre Wurzeln in der Gemeinnützigkeit. Die GIMA vermittelt Mehrfamilienhäuser oder ganze Wohnanlagen. (GIMA 18.10.2016)

ökologische und ökonomische Aspekte. Die gesamtstädtische bzw. regionale Betrachtungsebene ist hierbei, wie bereits bei Howard, im Hinblick auf eine Bezugnahme auf bestehende Stadt- und Freiraumstrukturen bei der Entwicklung stets zu beachten.

4.1. Die Gartenstadt21 ist durch gemeinschaftliche Organisations- und Finanzierungsmodelle geprägt, welche ihre Entwicklung und dauerhafte Pflege sicherstellen

Trotz der anhaltenden Bedeutung von Genossenschaften als Bauträger sowie der Möglichkeit städtebauliche Verträge für entstehende Folgekosten abzuschließen, steht die Stadtentwicklung heute wieder vor der Herausforderung, Spekulation mit Wohnraum zu verhindern und die Erlöse aus Bodenwertsteigerungen nachhaltig für die Allgemeinheit einzusetzen.

Gleichzeitig sind viele Städte und Gemeinden aufgrund enger finanzieller Spielräume kaum mehr in der Lage, langfristige Folgekosten bzw. Folgeverantwortung für kommunale Einrichtungen oder Liegenschaften zu übernehmen, die nicht zu ihren Pflichtaufgaben gehören.

Zentral für die Gartenstadt21 sind daher besondere Organisationseinheiten, beispielsweise in Form von gemeinnützigen oder öffentlichen Entwicklungsträgern, Stiftungen oder Genossenschaften, unter Nutzung privatrechtlicher oder öffentlich-rechtlicher Instrumente zur Qualitätssicherung. Einer Grundstücksvergabe, die nicht an Gewinnmaximierung orientiert ist, kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu. Nur differierende Preise erlauben auch unterschiedliche und vielfältige Nutzungen im Sinne einer urbanen Stadt. Wesentliche Elemente der Gartenstadt21 sind demnach eine anti-spekulative und proaktive Bodenpolitik.

4.2. Die Gartenstadt21 entwickelt und verstetigt anpassungs- und tragfähige Modelle der allgemeinen Mitwirkung und Teilhabe

Der Aspekt der Teilhabe wird in der historischen Gartenstadt häufig verkannt. Doch bereits Howard begreift die Entwicklung der Gartenstadt als einen partizipativen Prozess, an dem zunächst Fachleute verschiedener Disziplinen, später auch die Pächter der Stadt, das heißt ihre Bewohner und ihre Gewerbetreibenden, teilhaben. Diese bestimmen sowohl die ökonomische als auch die baulich-räumliche Entwicklung mit. Seine Gartenstadt lässt der individuellen Initiative den größtmöglichen Spielraum und ermöglicht somit eine stärkere Identifikation der Bewohner mit ihrem Quartier sowie ein höheres Verantwortungsbewusstsein.

Dieser Aspekt ist auch für die Gartenstadt21 von zentraler Bedeutung. Dabei sind heutige Möglichkeiten der Mitwirkung und Teilhabe – auch aufgrund neuer technischer Möglichkeiten – gleichzeitig vielfältiger aber auch spontaner. Nicht nur Entscheidungsmöglichkeiten sind daher Bestandteil der Gartenstadt21, sondern auch neue Formen des «Stadtmachens». Dazu bedarf es sowohl offener, multicodaler und unfertiger Räume, als auch einer stetigen kritischen Reflexion der Regularien und Handlungsmuster sowie einer gezielten Begleitung und Akzeptanz.

4.3. Die Gartenstadt21 bewirkt eine Qualifizierung und Vernetzung vorhandener Siedlungs- und Freiraumstrukturen in der Großstadtregion

Das Land aufzuwerten und ökonomisch und funktional stärker mit der Stadt zu verknüpfen ist ebenfalls bereits bei Howards Gartenstadtmodell entscheidend. Dieser Aspekt besitzt angesichts der zunehmenden Mobilität und der Notwendigkeit der Weiterentwicklung vorhandener Stadt- und Landschaftsräume in der Großstadtregion nach wie vor eine hohe Aktualität. So kann auch die Gartenstadt21 zu einer qualitativen Entwicklung von Räumen

und Flächen, beispielsweise durch neue Infrastruktur und Versorgungseinrichtungen beitragen. Auch die Entwicklung neuer Arbeitsplätze und Wohnangebote für die Bevölkerung der vorhandenen Gebiete, die Inwertsetzung vernachlässigter Freiräume oder die Aufwertung bestehender Stadtquartiere kann dabei eine Rolle spielen.

4.4. Die Gartenstadt21 verfügt über stadträumliche Qualitäten, bei denen eine hohe bauliche Dichte und öffentliche Freiräume in einem angemessenen Verhältnis zueinanderstehen

Die realisierten Gartenstädte Howards sowie die gartenstädtischen Siedlungen legen zunächst die Vermutung nahe, dass es sich bei der Gartenstadt um ein vorstädtisches Gebilde handelt, bei dem Haus und Garten namensgebend sind. Dabei wird kaum berücksichtigt, dass die historische Einwohnerdichte um ein vielfaches höher war als es die heutige Einwohnerdichte bei einer stetig steigenden Wohnfläche pro Kopf ist. So geht Howard noch von einer Dichte von rund 230 Einwohnern pro Hektar Nettowohnbauland aus. Eine Dichte, die in heutigen Reihenhaussiedlungen bei weitem nicht erreicht wird.

In der Gartenstadt21 spielt daher das Thema Dichte wieder eine wichtige Rolle. Sie verfügt über eine höhere bauliche Dichte, um dem Bedarf nach mehr Wohnraum pro Kopf Rechnung zu tragen, Flächen im Außenbereich zu schonen und eine hinsichtlich der Infrastruktur wirtschaftliche Stadtentwicklung zu ermöglichen. Dabei werden die Freiflächen von Anfang an mitgedacht, damit ein angemessenes Verhältnis von Bebauung und attraktiven privaten, halböffentlichen und öffentlichen Freiflächen und Plätzen entsteht.

4.5. Die Gartenstadt21 bietet eine attraktive «Grüne Infrastruktur», im Sinne von differenzierten öffentlichen Freiräumen mit unterschiedlichen Funktionen

Schon in der historischen Gartenstadt bildete der Freiraum das Grundgerüst der Gartenstadt. Möglichkeiten der Zwischen- und Mehrfachnutzung sowie einer künftigen Entwicklung wurden dabei von vornherein mit bedacht.

Bis heute sind Freiräume von entscheidender Bedeutung für die Lebensqualität in Städten. Im Rahmen der Gartenstadt21 geht es dabei nicht nur um Gestaltung oder Nutzungszuweisung, auch im Sinne von Mehrfachnutzungen, sondern auch um Grün- und Freiräume, die Entwicklungen durch unterschiedliche soziale Gruppen zulassen. Die Grün- und Freiräume in der Gartenstadt21 tragen langfristig zur sozialen Identität, zur Naherholung, zur Biodiversität und zum Klima in der Stadt bei. In der Gartenstadt21 sind diese unterschiedlichen Grün- und Freiräume in einem übergeordneten System miteinander vernetzt und bilden einen wichtigen Bestandteil der städtischen Grünen Infrastruktur. Mit Hilfe grüner Architektur kann dies zusätzlich qualifiziert werden.

4.6. Die Gartenstadt21 ist klimaangepasst und energieoptimiert

Der Umgang mit dem Klimawandel durch Klimaanpassung und Energiewende ist eine Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Trotzdem waren diese Themen auch schon vor einhundert Jahren relevant. Damals war es entscheidend, dass die Stadt mit technischer Infrastruktur zu ihrer Versorgung ausgestattet und eine funktionierende Entsorgung eingerichtet wurde. Die Gewährleistung von Gesundheit und Sicherheit waren wichtige Aufgaben jener Zeit.

Heute hingegen rückt die Qualität der Ver- und Entsorgung vor den Herausforderungen des Klimawandels und des technologischen Wandels in den Vordergrund. Stadträume unterliegen der Notwendigkeit der Anpassung an den Klimawandel (Hitze, Niederschlag, Sturm). Der Aspekt Gesundheit hat viele Facetten, wie den Schutz vor belastenden Luftschadstoffen, Lärm und Hitze.

Die Gartenstadt21 berücksichtigt diese Aspekte vor dem Hintergrund der neuen technischen Möglichkeiten in besonderem Maße und integriert sowohl die Maßnahmen der Klimaanpassung als auch die Möglichkeiten des Klimaschutzes. Damit erhält die Gartenstadt21 gegenüber klimatischen Veränderungen eine größtmögliche Resilienz.

4.7. Die Gartenstadt21 bietet vielfältige bezahlbare Wohnangebote für verschiedene soziale Gruppen

Der Aspekt eines vielfältigen Wohnungsangebots besitzt heute eine erheblich größere Relevanz als vor einhundert Jahren. Aufgrund der Pluralisierung der Lebensstile, der zunehmenden Vielfalt von Nachfragern aus unterschiedlichen Kulturkreisen sowie bedingt durch den demografischen Wandel ist die Nachfrage nach Wohnungen sowohl bezogen auf den Preis als auch auf Lage, Ausstattung und Größe von großer Heterogenität.

Dabei kommt insbesondere der Mischung von Wohnungstypen, Eigentumsformen und Preisen in der Gartenstadt21 eine große Bedeutung zu, um diese auch langfristig sozial und in ihrer Nachfrage stabil zu halten. Weniger an der Gewinnmaximierung orientierte Bauträger, wie Genossenschaften, öffentliche Wohnungsbaugesellschaften, Baugruppen oder einzelne private Bauherren spielen in der Gartenstadt21 daher eine wichtige Rolle.

4.8. Die Gartenstadt21 berücksichtigt neue Formen des Arbeitens sowie die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft gleichermaßen

Die Gartenstadt der Vergangenheit ist ein Kind der industriellen Revolution und deshalb eine Industriestadt. Die Gartenstadt21 dagegen ist eine Stadt der neuen urbanen Produktion, in der die Veränderung der Arbeitswelten durch die digitale Revolution sowie der Wandel von Produktionsbedingungen im Sinne von sauberen, urbanen Technologien (urbane Werkstätten, Industrie 4.0), als Chance begriffen werden. Diese Chance beinhaltet gleichzeitig die Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft, sowohl was die Ver- und Entsorgung der Stadt betrifft, als auch bei der Produktion von Gütern und Dienstleistungen.

4.9. Die Gartenstadt21 verfügt über verschiedene öffentliche und soziale Einrichtungen für Menschen unterschiedlichen Alters und Herkunft

In der Gartenstadt21 wird die Entwicklung der sozialen Infrastruktur als ein Prozess verstanden und analog zu ihrem historischen Vorläufer von Anfang an bedacht. Diese verändert sich mit den Bewohnern und geht auf deren Bedarfe ein. Die Integration verschiedener Angebote und die multifunktionale Nutzung von Räumen und Gebäuden spielen dabei eine zentrale Rolle.

4.10. Die Gartenstadt21 ist durch ein vernetztes Mobilitätsangebot geprägt und trägt hierdurch zu einer Reduzierung der Verkehrsbelastung bei

Die Nähe der verschiedenen Funktionen, das heißt auch die fußläufige Erreichbarkeit von Nahversorgungseinrichtungen sowie die Anbindung durch und die Verknüpfung mit modernen Mobilitätsangeboten bildet ein grundlegendes städtebauliches Element der historischen Gartenstadt.

Der Umweltverbund (ÖPNV, Rad(schnell)wege, Carsharing, kurzfristige Verleihsysteme, etc.) ist auch für die Erschließung der Gartenstadt21 entscheidend. Dabei kommt der Vernetzung der verschiedenen Angebote, auch durch moderne Technologien, eine zunehmende Bedeutung zu.

5. Die Gartenstadt21 – ein Modell der nachhaltigen Stadtentwicklung

Die Thesen der Gartenstadt21 grün-urban-ernetzt können als Handlungsprinzipien für die Entwicklung neuer und den Umbau bestehender Stadtquartiere im urbanen Kontext verstanden werden. Die Gartenstadt21 beschreibt dabei ein Modell der nachhaltigen Stadtentwicklung. Sie ist eine Konfiguration unterschiedlicher ökonomischer, ökologischer, sozialer wie auch städtebaulicher Parameter, welche in ihrem Zusammenspiel erprobt und weiterentwickelt werden sollen. Ihre zehn Thesen bilden dabei den Handlungsrahmen. Sie ist kein finaler Baukasten für den richtigen Stadtentwurf, sondern ein

umfassender, integrierter Ansatz der neben den funktionalen und stadtstrukturellen Qualitäten wie Dichte und das Verhältnis von privaten und öffentlichen Räumen auch prozessuale Aspekte der Organisation und Finanzierung von Stadt weiterdenkt und nach Möglichkeiten der nachhaltigen Umsetzung sucht.

Aktuell lassen sich erste Ansätze einer solchen Neuinterpretation des Gartenstadtgedankens bundesweit insbesondere bei Projekten der Stadterweiterung ausmachen, wie Beispiele aus Berlin (SenStadtUm 25. 07. 2016) oder München (Referat für Stadtplanung und Bauordnung 25. 07. 2016) zeigen. So soll das geplante neue Stadtentwicklungsprojekt «Elisabeth-Aue» in Berlin-Pankow beispielsweise dem Leitbild der "Gartenstadt des 21. Jahrhunderts" folgen, welches viele Aspekte der hier genannten Thesen aufgreift. Auch im Münchener Stadterweiterungsprojekt Freiham soll das Leitbild der Gartenstadt im Hinblick auf "Kompaktheit und Urbanität" neu definiert werden und durch eine breite Mischung an unterschiedlichen Wohnformen, Wohnbauarten und Nutzungen verstetigt werden (vgl. Landeshauptstadt München Referat für Stadtplanung und Bauordnung 2014: 18).

Das Modell der Gartenstadt21 grün-urban-vernetzt ist neben der Stadterweiterung auch im Rahmen von Stadtumbau denkbar. Insbesondere Abstands- oder Brachflächen in stark immissionsbelasteten Siedlungsbereichen (urbane Zwischenräume), gemischte Siedlungsstrukturen des Geschosswohnungsbaus oder aufgelockerte Einfamilienhausgebiete mit großzügigen Flächenreserven erfordern vor dem Hintergrund ihrer zunehmenden Bedeutung für den Stadtumbau insbesondere in Ballungsräumen eine ganzheitliche und nachhaltige Entwicklungsperspektive.

Erste Ansätze hierfür wurden im Rahmen der Forschungsstudie des BBSR gemeinsam mit drei interdisziplinären Teams erarbeitet. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden am 2. März 2017 in Berlin präsentiert.

6. Gartenstadt21 – ja aber wie?

Unabhängig von der jeweiligen stadträumlichen Verortung ist für die Erprobung des Modells der Gartenstadt21 die Ressource Fläche von entscheidender Bedeutung. Um die genannten Prinzipien der Gartenstadt21 anwenden zu können und hierbei insbesondere auch bezahlbaren Wohnraum zu schaffen, bedarf es einer kontrollierten und reglementierten Entwicklung durch die Kommunen im Rahmen ihrer hoheitlichen Aufgaben wie sie auch das Bündnis für bezahlbares Wohnen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) in seinen Handlungsempfehlungen fordert (vgl. BMUB 2015: 4 ff.). Die verstärkte Bereitstellung und preisreduzierte Abgabe von Grundstücken für bezahlbares Wohnen sowie die Verknüpfung von Auflagen, Anforderungen und Kriterien zur Vergabe öffentlicher Grundstücke sind wichtige Strategien für die Umsetzung der Gartenstadt21. Dabei sollten anstelle von Höchstpreisvergaben das Nutzungskonzept sowie soziale, ökologische und städtebauliche Kriterien, analog der in den zehn Thesen zur Gartenstadt21 formulierten Leitlinien bei der Vergabe im Vordergrund stehen.

Möglichkeiten der sozialen Teilhabe sind in diesem Zusammenhang bereits mitzudenken und in die weitere Entwicklung zu implementieren. Die Konzeptvergabe, wie sie beispielsweise bei der Vergabe städtischer Grundstücke in München oder Hamburg angewendet wird, sollte zum Regelfall für die Gebietsentwicklungen werden. Des Weiteren können Quoten für geförderten und preisgedämpften Wohnungsneubau, die Festlegung von Baulandmodellen sowie die marktgerechte Nutzung von Erbbaurechten zum Einsatz kommen. Das Instrument der städtebaulichen Verträge hat sich bereits in der kommunalen Praxis bewährt und sollte auch bei der Entwicklung der Gartenstadt21 weiterhin seine Anwendung finden (vgl. BMUB 2015: 4 ff.).

Darüber hinaus ist das Instrument der städtebaulichen Entwicklungsmaßnahme vor diesem Hintergrund sicherlich in seiner Bedeutung und Notwendigkeit für die kommunale Flächenpolitik ebenfalls positiv zu bewerten.

Parallel zur aktiven Bodenpolitik der Kommune sind bei der Entwicklung der Gartenstadt21 die verbreiteten, historischen Vorstellungen und Bilder einer Gartenstadt in Frage zu stellen. Das Bild der Gartenstadt wird meist auf durchgrünte und aufgelockerte Siedlungsgefüge reduziert. Dieses Bild muss insbesondere für die weitere Entwicklung in Ballungsräumen überdacht und neu definiert werden, um das Modell der Gartenstadt21 grün-urban-vernetzt auf die aktuellen Herausforderungen übertragen zu können.

Es bleibt festzuhalten, dass die Gartenstadtidee nichts an ihrer Aktualität verloren hat. Einzig bei der Frage, wie ganzheitlich der Gartenstadtgedanke verstanden wird und welche Konsequenzen dies für die funktionale sowie bauliche Umsetzung hat, lassen sich Unterschiede ausmachen. Gehört eine hohe Dichte zur Gartenstadt? Wie kann Urbanität auch in der Gartenstadt21 entstehen? In welchem Maß und Form wird soziale Teilhabe in der Gartenstadt21 ermöglicht? Und letztlich welche Rolle und Bedeutung hat die Natur, der Garten in der Gartenstadt21?

Hierzu braucht es neue Vorstellungen, Konzepte und Bilder die mit dem Begriff der Gartenstadt verbunden werden. Erste Beiträge zu diesem Diskurs werden aktuell im Rahmen der Forschungsstudie des BBSR zur Gartenstadt21 entwickelt. In wieweit die entwickelten Vorstellungen in der kommunalen Praxis umgesetzt werden können wird weiter zu untersuchen sein. Einige Ansatzpunkte hierfür sind bereits erkennbar.

Weitere Informationen finden Sie unter: www.gartenstadt21.de

7. Literaturverzeichnis

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2013: Ziele nachhaltiger Stadtquartiersentwicklung. BBSR-Analysen KOMPAKT 09/2013. Bonn

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015: Neues Zusammenleben in der Stadt. Zugriff <http://www.bmub.bund.de/N52439> [abgerufen am 25.07.2016]

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015: Bündnis für bezahlbares Wohnen – Handlungsempfehlungen der Arbeitsgruppen. Zugriff www.bmub.bund.de/N52610/ [abgerufen am 22.08.2016]

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2010: Leipzig Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt, in Informationen zur Raumentwicklung Heft 4.2010, Anhang 1. Bonn

GIMA München eG (Genossenschaftliche Immobilienagentur München eG), 18.10.2016: Willkommen! Zugriff: <http://www.gima-muenchen.de/index.php>

Landeshauptstadt München Referat für Stadtplanung und Bauordnung (Hrsg.), 2014: Freiam Imagebroschüre. – München. S. 18 Online unter: <https://www.muenchen.de/rathaus/dms/Home/Stadtverwaltung/>

Referat-fuer-Stadtplanung-und-Bauordnung/Projekte/Freiam/Broschueren/LHM _ Freiam _ Imagebroschuere.pdf. 10.02.2016

Posener, Julius, 1968: Gartenstädte von morgen. Das Buch und seine Geschichte. Berlin/Frankfurt/Wien

SenStadtUm – Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, 25. 07. 2016: Projekt Elisabeth-Aue in Berlin-Pankow. Zugriff: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de, Staedtebau, Projekte, Elisabeth-aue](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/Staedtebau, Projekte, Elisabeth-aue)

Zukunft Wohnen – die Stadt von morgen

Christiane Varga
Zukunftsinstitut
Wien, Österreich



Zukunft Wohnen – die Stadt von morgen

1. Future Mindset

1.1. Blick in die Zukunft – Warum wir Paradoxien zusammendenken müssen

Wie wird sich unser Leben in den nächsten Jahrzehnten entwickeln? Welche Neuerungen prägen unsere Sicht auf die Dinge und welche gesellschaftlichen Umwälzungen nehmen besonders großen Einfluss auf unseren Alltag? Welche Auswirkungen haben diese Veränderungen auf die Art wie wir leben, lieben, wohnen und arbeiten werden? Fragen, deren Antworten zu einem großen Teil schon heute, in unserer Gegenwart zu finden sind, wenn wir unseren Blick auf das richten, was um uns herum stattfindet.

Megatrends, die großen Treiber des Wandels, helfen uns dabei. Megatrends sind nie linear und eindimensional, sondern vielfältig, komplex, vernetzt - und branchenübergreifend.

MEGATREND-MAP 2.0

:zukunfts|institut

Die Megatrend-Map zeigt die 6 zentralen Megatrends unserer Zeit. Megatrends sind nie linear und eindimensional, sondern vielfältig, komplex und vernetzt. Die Form der Darstellung zeigt daher nicht nur die Trends an sich, sondern visualisiert auch die Überschneidungen und Pendelbewegungen zwischen den Megatrends. Die einzelnen Stationen einer Megatrend-Linie wiederum verdeutlichen die unterschiedlichen Dimensionen, Facetten und Trendsätze. Sie bilden die Vielschichtigkeit eines Megatrends und die diversen Einflussfaktoren ab, die im Umfeld eines Megatrends wirken.

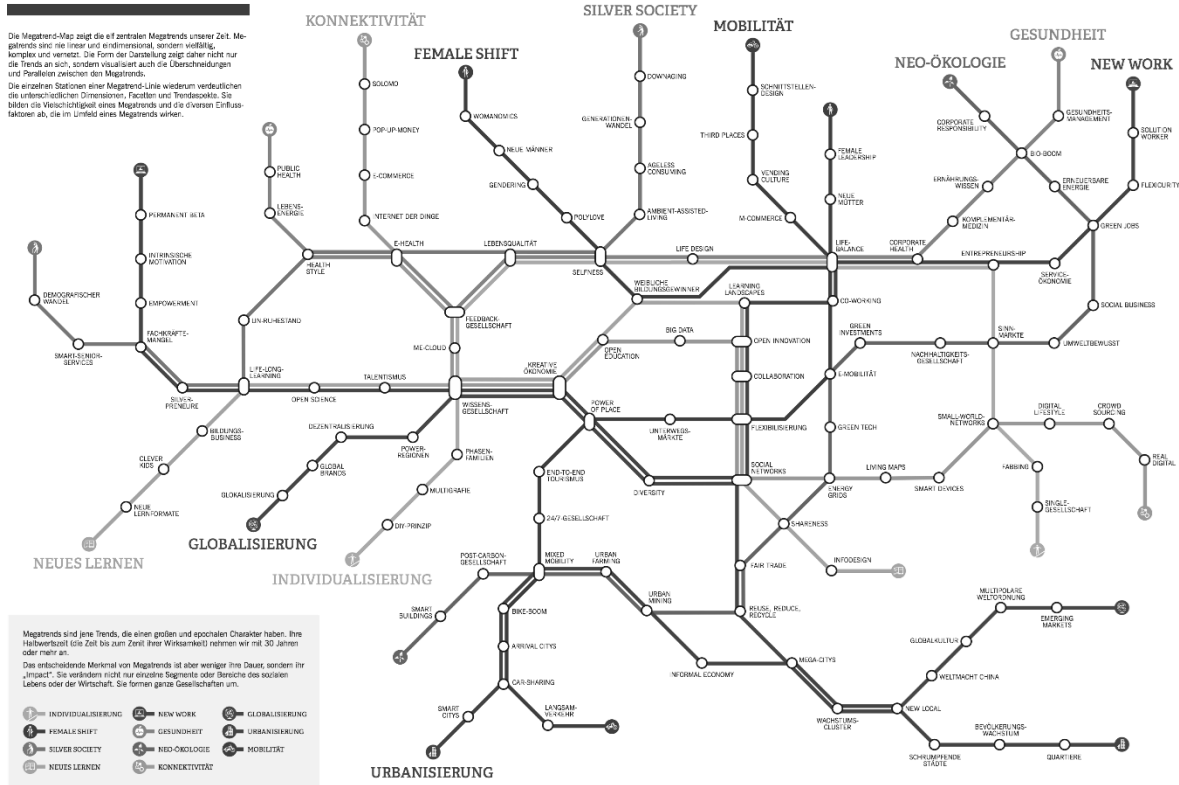


Abbildung 1: Megatrend-Map

1.2. Rekursion – Die Schleife zur Denkvollendung

Erst mit der Rekursion eines Megatrends wird die Denkleistung, die ein realistisches Zukunftsbild abgibt, vollendet. Wie bei der «letzten Meile» in der Logistik ist man am vorläufigen Denk-Ziel nicht vollends angekommen, wenn man die Schleife der Rekursion außer Acht lässt. Jeder Trend erzeugt einen Gegentrend, einen Widerstand im System, auf den er einwirkt.

- Die Zukunft von gestern
- Wie lineares Denken zu Fehlschlüssen führt
- Fortschritt und der Zwang zur Verbesserung

2. Pro Aging – die Stadt der Alten

2.1. Die Alten machen uns jung

Die Alterung der Gesellschaft ist ein weltweites Phänomen das immer sichtbarer wird und alle Bereiche unseres Lebens verändert – die städtische und ländliche Infrastruktur, die Produktangebote und Serviceleistungen von Unternehmen oder unsere Art zu Arbeiten. Die elementaren Umbrüche verlangen nach neuen Antworten, auch und gerade im Bereich Wohnen. Denn das Konzept der Altenheime passt einfach nicht mehr in die neue Alterskultur – so paradox das auf den ersten Blick klingen mag.

Die Ausgrenzung, Ghettoisierung und Loslösung der «Alten» führt ins Aus. Daher ist die Demographische Entwicklung, die immer als «Herausforderung» beschimpft wird, der eigentliche Schlüssel zur modernen, innovativen und interessanten Gesellschaft des 21. Jahrhunderts. Europa, und speziell die DACH-Region, kommt dabei durch das hohe Alter seiner Bevölkerung eine Verantwortung zu, die eine echte Chance ist.



Abbildung 2: Pro-Aging statt Anti-Aging

2.2. Barrierefreies Bauen, oder besser: Universal Design

Der Begriff «Barrierefreies Wohnen» mag inhaltlich korrekt sein, dennoch assoziiert man mit ihm etwas Klinisch-Sanatorisches, etwas ungefragt Helfendes, etwas für Menschen mit Handicap oder extremen Altersgebrechen. Tatsächlich geht es jedoch um eine neue Norm für durchschnittliche Nutzungsbedürfnisse. Davon sollte jeder profitieren, denn der Effekt ist für alle gleich: mehr Komfort.

- Multigrafische Lebensmodelle
- Vom Anti-Aging zum Pro-Aging
- Generationenkompatibel statt nur altengerecht

3. Digitale Erleuchtung – die Stadt als Fabrik

3.1. Vom Ich zum Wir – Wie durch das Prinzip des Netzwerks real und digital miteinander verschmelzen

«Die Strukturform der nächsten Gesellschaft ist nicht mehr die funktionale Differenzierung, sondern das Netzwerk», schreibt der Soziologe und Systemtheoretiker Dirk Baecker. Mit dieser Netzwerkgesellschaft entsteht ein neuer Typus, der sich «von der modernen Gesellschaft unterscheidet wie die Elektrizität von der Mechanik». Insbesondere die medialen und kommunikativen Möglichkeiten der digitalen Vernetzung sorgen heute – und künftig immer stärker – dafür, dass systemische Trennungen poröser und funktionale Zuschreibungen vielschichtiger werden.

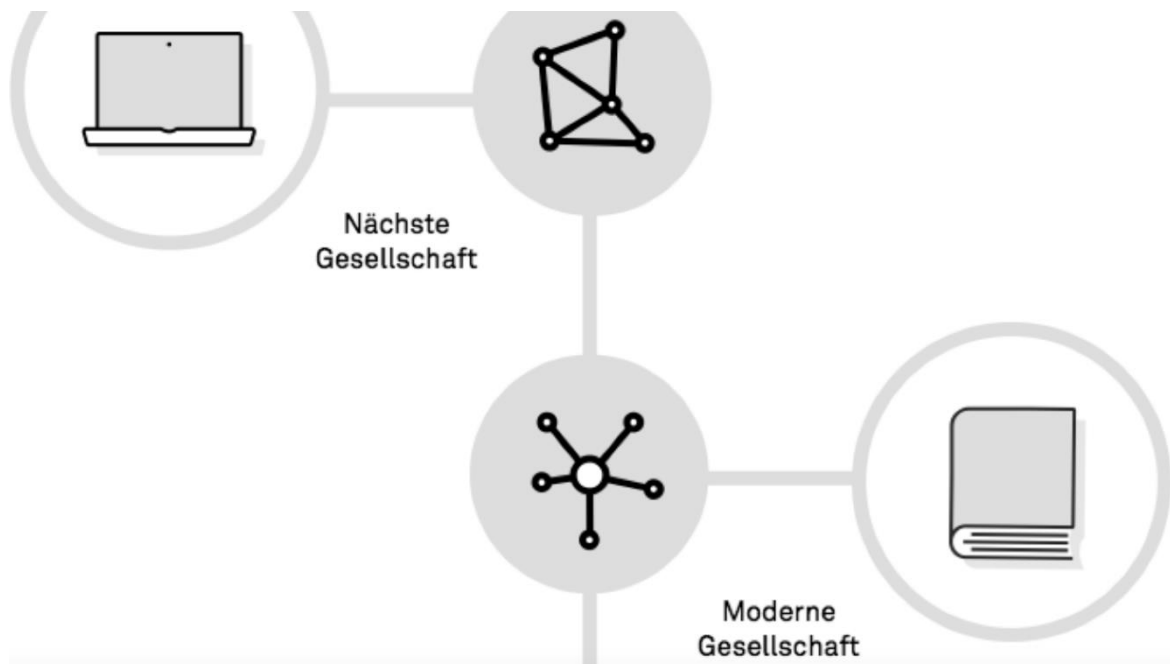


Abbildung 3: Netzwerke der nächsten Gesellschaft

3.2. Die Hyperindividualisierung und das neue Verlangen nach Gemeinschaft

Nicht nur im Beruf, auch in der Freizeit werden netzwerkartige Kooperationen und Selbstorganisation die Zukunft prägen. Denn individuelle Freiheit bedeutet auch, die freie Wahl einer Gruppenzugehörigkeit auf unbestimmte Dauer zu haben, und diese nur von ihrer jeweiligen Attraktivität und Authentizität abhängig zu machen – anstatt von bezahlter Mitgliedschaft, sozialem Druck oder verordneter Tradition.

- real-digitale Nachbarschaftsorganisation
- die Gleichzeitigkeit des Vielen
- Collaboration 4.0

4. Wie sieht sie aus, die Stadt von morgen?

4.1. Urbane Dynamik durch Entschleunigung

Jahrzehntelang war das Streben nach Fortschritt vom Glauben an Beschleunigung bestimmt. Entscheidung im Management, Innovationsprozesse, Immobilienprojekte, kreative Geistesblitze – wenn etwas zu lange dauerte, war es schlecht. Langsam wird jedoch klar: Zeitknappheit und Alltagsstress erlöst man nicht durch noch mehr Effizienz.

Immer mehr Orte verschreiben sich daher dem Leitbild der «Slowness», um ihren Bewohnern ein höchstes Maß an urbaner Lebensqualität zu bieten. Dabei verbinden sich vielfach lokale Tradition und kulturelles Erbe mit modernem Zeitgeist und Innovation. Es ist gerade diese Mischung, die zu einer zukunftsweisenden Stadtentwicklung beiträgt.

4.2. Sie wollen eine lebenswerte Zukunft? Dann fangen Sie an, Fragen zu stellen

Wir beim Zukunftsinstitut sagen gerne, dass es beim klugen Nachdenken über die Zukunft darum geht, die richtigen Fragen zu stellen. Besonders heute, da wir in einer Zeit zu leben scheinen, in der es immer nur um schnelle Antworten geht – ganz egal, wie valide diese sind.

Wir sind überzeugt, dass, wenn wir mit einer gut gestellten Frage zum Kern eines Problems durchdringen können, uns dies dabei hilft, neue Einblicke und Sichtweisen zu erlangen. Dies ist die Voraussetzung nicht nur dafür, um anders über die Zukunft nachzudenken, sondern auch um eine bessere Zukunft zu schaffen. Wie, warum und was wir fragen, kann unsere Antwort, unsere Erwartungen und unsere Bedürfnisse bestimmen. Wenn wir über neue Gedanken unsere Einstellung ändern, können wir interessantere Antworten finden.

Energie – Intelligent verschwenden

Prof. Dipl.-Ing. Timo Leukefeld
Timo Leukefeld – Energie verbindet
Freiberg, Deutschland



Energie – Intelligent verschwenden

Energiewirtschaft 4.0

Können wir das Heizen tatsächlich der Sonne überlassen? Woher nehmen wir die Energie, die wir zur Deckung unserer fundamentalen Grundbedürfnisse benötigen? Werden wir wieder am Lagerfeuer sitzen, um es warm zu haben - oder bei kühlen 17°C im Wohnzimmer? Einfamilienhäuser, die für uns arbeiten? Mehrfamilienhäuser mit Miet-Flatrate? Selbst Mobilität ist inklusive?

Wohnen – ein Menschenrecht! Zusammen mit Wärme, Strom und Mobilität ist es ein Thema, das brennende Fragen aufwirft und einen Nerv in uns trifft. Intelligente theoretische Konzepte gibt es genug. Es gilt, diese in die Praxis zu überführen. So wird Wandel zur Chance.

Im Hinblick auf das Wohnen und die Versorgung mit Energie ist der Markt geprägt von vielen verschiedenen Gebäudekonzepten und Ideen: vom Passivhaus, über Sonnen-, Solaraktiv-, Effizienz- und Nullenergiehäuser bis hin zu Energieüberschusshäusern. Bauherren, Investoren und Eigentümer wissen, was sie haben wollen. Aber wissen sie auch, was sie haben können?

1. Energieautarkie ist keine Utopie

Timo Leukefeld, Energiebotschafter der Bundesregierung, beantwortet in diesem Vortrag die Fragen: Ob und wie Gebäude vollständig ohne Anschlüsse an das öffentliche Energieversorgungssystem auskommen? Wie sinnvoll dies ist – und: Wie sie aussehen und konzipiert sein müssen, um sich energetisch selbst zu versorgen?

Mit seinen Konzepten für vernetzte energieautarke Gebäude baut Leukefeld auf den kostenfreien und krisensicheren «Rohstoff Sonne». Diese setzt er ein zur Eigenversorgung mit Strom, Wärme und Mobilität. War ein Gebäude gestern noch ausschließlich Energieverbraucher, mit der Konsequenz, dass es Wärme und Strom von außerhalb benötigte, so deckt es heute seinen Energiebedarf selbst. Es erzeugt Energie, beispielsweise aus Sonnenlicht, speichert sie und erwirtschaftet bisweilen sogar Überschüsse.

Ob Ein- oder Mehrfamilienhaus, ob Gewerbegebäude – es sind die Energiespeicher, die es ermöglichen, eigenproduzierte Wärme und Strom antizyklisch, das heißt auch dann, wenn die Sonne gerade nicht scheint, zu nutzen. So bleibt Energieautarkie keine Utopie.

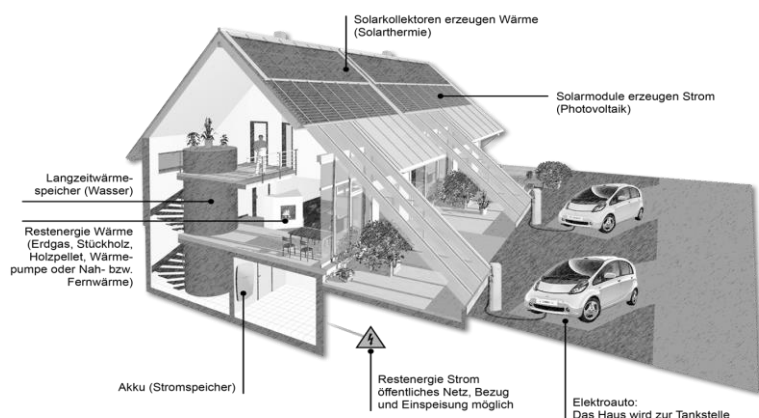


Abbildung 1: Prinzipdarstellung eines energieautarken Einfamilienhauses

2. Zum Nutzen der Allgemeinheit

Die Konzepte des Solarexperten gehen selbst über diesen Autarkiegedanken hinaus: Neue innovative Lösungen teilen langfristig den Nutzen der eigenen energetischen Unabhängigkeit mit der Allgemeinheit. Sämtliche Speicher dieser Gebäude (Elektrospeicher von Haus und Auto, sowie Langzeitwärmespeicher) können den regionalen Energieversorgern zur Lagerung von Energieüberschüssen zur Verfügung gestellt werden. Die Vorteile liegen auf der Hand: Antizyklisch auftretende Energieaufkommen und -verbräuche, haben derzeit die Folge, dass sie den Versorgungsunternehmen «doppelte» Kosten verursachen, ohne jeden Nutzen: Trotz abgeschalteter Anlagen (z.B. Windkraftanlagen) muss die Einspeisungsvergütung bezahlt werden. Kann die Energie dezentral in die Speicher dieser Gebäude als Strom oder auch Wärme eingelagert werden, entfallen diese Kosten, die Versorger können davon profitieren, dass die Hausbewohner diese Energie für sich nutzen.

Solche Häuser machen demnach nicht nur ihre Bewohner weitestgehend unabhängig, sie leisten darüber hinaus einen Beitrag zur Stabilisierung der Stromnetze und sind auf diese Weise der Allgemeinheit von Nutzen. Ein für beide Seiten profitables System.

3. Wohnmodell mit Zukunft und ökologischer Altersvorsorge

Die Bewohner dieser Gebäude können «intelligent-verschwenderisch» leben und arbeiten: Die Häuser bieten behagliche, komfortable Temperaturen; das Licht kann man auch mal brennen lassen und – elektrisch – viele Autokilometer fahren. All das ohne schlechtes Gewissen und ohne jede Belastung für Geldbeutel und Umwelt. Selbst bei einem Stromausfall bleiben die Lichter an und das Haus warm, die Lüftungsanlagen arbeiten weiter, Kommunikationsfähigkeit und Mobilität bleiben erhalten.

Als Mehrfamilienhaus bietet das energieautark-Konzept den Bewohnern langfristig stabile und damit kalkulierbare Pauschalraten mit Energie-Flatrate, die neben Wärme und Strom auch E-Mobilität umfassen. Darauf basierend entwickelte Leukefeld interessante und lukrative Geschäftsmodelle für Wohnungswirtschaft, Banken und Energieversorger.

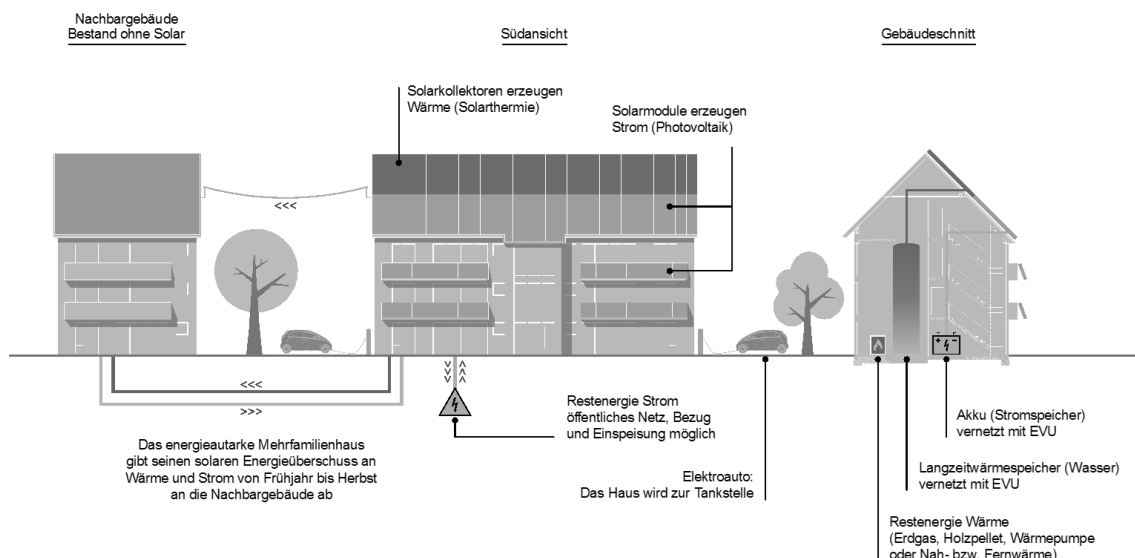


Abbildung 2: Prinzip der vernetzten Energieautarkie, das Solardach bestehend aus Solarthermie- und PV-Modulen sowie schräg montierte PV-Module an der Balkonbrüstung; Positionierung des Langzeitwärmespeichers im Gebäude über mehrere Etagen

Stabile, bezahlbare Energieversorgung ist letztlich auch für unsere Sicherheit relevant. Ist Energie nicht verfügbar oder zu teuer, zeigt sich die Abhängigkeit der Menschen und schränkt ihre Handlungsspielräume ein. Das Modell der Einnahmen verliert als Unterhaltssicherung und Altersvorsorge immer mehr an Bedeutung. Sparen die Menschen hingegen Kosten für Miete, Heizung, Strom und Mobilität können sie sich langfristig ein komfortables Leben sichern. Im Gegensatz zu Einnahmen sind Ersparnisse steuerfrei.

4. Energie ja! – Wende wohl eher nicht!

Der weltweite Energiebedarf steigt, parallel dazu schwanken die Energiepreise. Mit der in Deutschland euphorisch eingeläuteten «Energiewende» wurden einseitig bestimmte Bereiche gefördert. Der Fokus lag auf dem kleinsten Energieverbrauchsbereich: dem Strom. Richtigerweise sprechen wir von einer «Stromwende». Inzwischen ist sie ohnehin an einem toten Punkt angelangt. Die Konsequenz dieser Fokussierung sind steigende Kosten für die Verbraucher. Jährlich werden über 350.000 Haushalte von der Stromversorgung abgeklemmt, weil sie ihre Rechnung nicht mehr bezahlen können oder wollen. Die durchschnittliche Wohnraumtemperatur ist aus Sparsamkeit kontinuierlich gesunken.

Neben dem Stromaspekt beschränkt sich die Entwicklung in Deutschland zudem meist auf Effizienzüberlegungen: Wir verbessern den Wirkungsgrad von dem was wir tun. Dies hat häufig zur Folge, dass etwas Unnützes mit hoher Effizienz noch nutzloser gemacht wird. Es ist nachhaltiger, zuerst über Effektivität nachzudenken, also sich zu fragen: Ist das was wir tun sinnvoll und nützlich? und wie wirksam ist es? Was wollen wir daraus ableiten? Wie erreichen wir das Ziel? Anschließend können wir das als richtig Erkannte effizient verfolgen.

Eine echte «Energiewende» muss im Gesamtkomplex von Wärme, Strom und Mobilität gedacht werden. Sie kann nur als Energie-, Ressourcen- und Rohstoffwende in Verbindung mit der entsprechenden Speichertechnologie einhergehen. Grundsätzliches energetisches Umdenken ist nötig.

Die Lösungsformel für eine zukünftige, sichere und bezahlbare Energieversorgung könnte lauten: Effektivität vor Effizienz – plus erneuerbare Energien – mit gesundem Menschenverstand zum Quadrat.

5. Fazit

Wir benötigen ein umfassendes Energiekonzept, das die Themen Wärme, Strom, Mobilität, Speicherung und Rohstoffressourcen insgesamt berücksichtigt und aufeinander abstimmt. Schrittweise erreichen wir so eine intelligente Eigenversorgung aus Energiequellen, die jedem zugänglich sind – bis hin zur Autarkie. Aus dieser Unabhängigkeit erwächst mehr Handlungsfähigkeit für die Bewohner einzelner Gebäude, für ganze Siedlungsquartiere, Städte und Regionen. Dies würde uns Menschen des 21. Jahrhunderts gerecht und in besonderer Weise den Eintritt in ein Zeitalter des Verstehens von Gesamtkomplexität widerspiegeln.

6. Ausgewählte Beispiele weitgehend solar versorgter Gebäude



Abbildung 3: Erstes bezahlbares energieautarkes Eigenheim Europas als unbewohntes Musterhaus in Lehrte/Hannover von der HELMA Eigenheimbau AG Baujahr 2011. Es versorgt sich selbst durch Solarthermie + Langzeitwärmespeicher und Photovoltaik + Akku sowie etwas Biomasse mit Wärme, Strom und E-Mobilität. Primärenergiebedarf: 7 kWh/m²a.



Abbildung 4: Intelligente Eigenversorgung mit Wärme, Strom und Mobilität aus der Sonne. Das Haus wird zur Tankstelle. Es hat eine Wohnfläche von 161 m², Solarthermie 46 m² mit 9 m³ Langzeitwärmespeicher, 8,4 KWP Photovoltaik mit 58 kWh Akku. Die ersten beiden bewohnten energieautarken Einfamilienhäuser Europas in Freiberg/Sachsen, errichtet von der HELMA Eigenheimbau AG Baujahr 2013. Drei Jahre lang werden diese beiden Häuser durch die TU Bergakademie Freiberg messtechnisch untersucht. Primärenergiebedarf: 7 kWh/m²a, Stromverbrauch 2.100 kWh/a, Holzbedarf 2-3 rm/a.



Abbildung 5: VitalSonnenhausPro der Firma Bauhütte Leitl-Werke GmbH: Entwurf des ersten energieautarken Gebäudes Österreichs, derzeit in Schwertberg/Österreich im Bau, Fertigstellung Oktober 2016. Es ist barrierefrei. Wärme, Strom und Mobilität kommen von der Sonne. Zum Einsatz kommen Solarthermie mit Langzeitwärmespeicher, Photovoltaik und Akku sowie Pelletkessel mit Sterlingmotor. Quelle: Bauhütte Leitl-Werke



Abbildung 6: Als erste Bank Deutschlands baut die VR Bank Altenburger Land 2016 in Schmölln ein vernetztes energieautarkes Haus. Es soll eine neue Art der Altersvorsorge demonstrieren: die Investition in steuerfreie Einsparungen (Kosten für Wohnen, Wärme, Strom und E Mobilität entfallen im Alter nach Abzahlung des Hauses), Quelle: VR Bank Altenburger Land

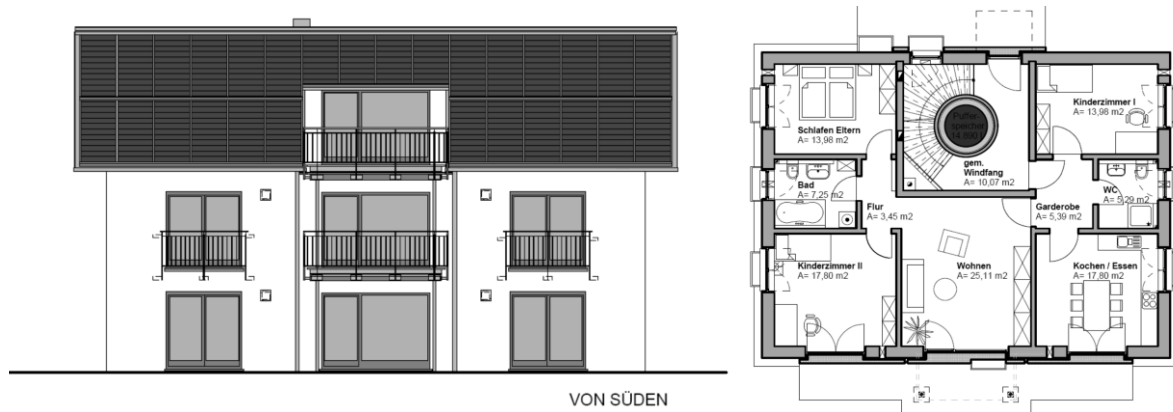


Abbildung 7: Dreifamilienhaus in München gebaut 2011 als Sonnenhaus mit einer Wohnfläche von 280 m², Kollektorfläche 67,5 m², Langzeitwärmespeicher 15 m³ im Treppenhaus. Spezifischer Primärenergieverbrauch 8 kWh/m²a, solare Deckung 2012 gemessen 79%, Zusatzheizung Stückholz, Verbrauch 2011: 2 fm trockende Buche. Quelle: Georg Dasch



Abbildung 8: Besucherzentrum im Bayerischen Wald, Baujahr 2001 mit einer Nutzfläche von 763 m² und einem Primärenergiebedarf von 7,5 kWh/m²a. Auch dieses gewerblich genutzte Gebäude beheizt sich seit 2001 mittels Solarthermie und Langzeitwärmespeicherung ganzjährig zu 100% nur mit der Sonne. Außerdem erzeugt es noch Solarstrom, hauptsächlich zur Eigennutzung. Es ist über ein kleines Nahwärmenetz mit den Nachbarhäusern verbunden und gibt vom Frühjahr bis Herbst Wärme ab. Quelle: Sonnenhaus Institut e.V.



Abbildung 9: Gewerbeobjekt in Österreich. Aromacampus Baujahr 2016. In Lechaschau Österreich Bj. 2016 mit 770 m² Nutzfläche, Niedrigstenergiestandard Hz rund 28.000 kWh/a, rund 30 kWh/m²a, Solarthermiefassade 140 m² mit 25 m³ Langzeitwärmespeicher, Photovoltaik 24 Kwp mit 40 kWh Akku LiIo, Restenergiebedarf wird gedeckt mit Rapsöl BHKW, Solare Deckung Wärme ca. 76 %, Solare Deckung Strom ca. 80 %, Bildquelle: Holzbau Saurer Fotograf Müller

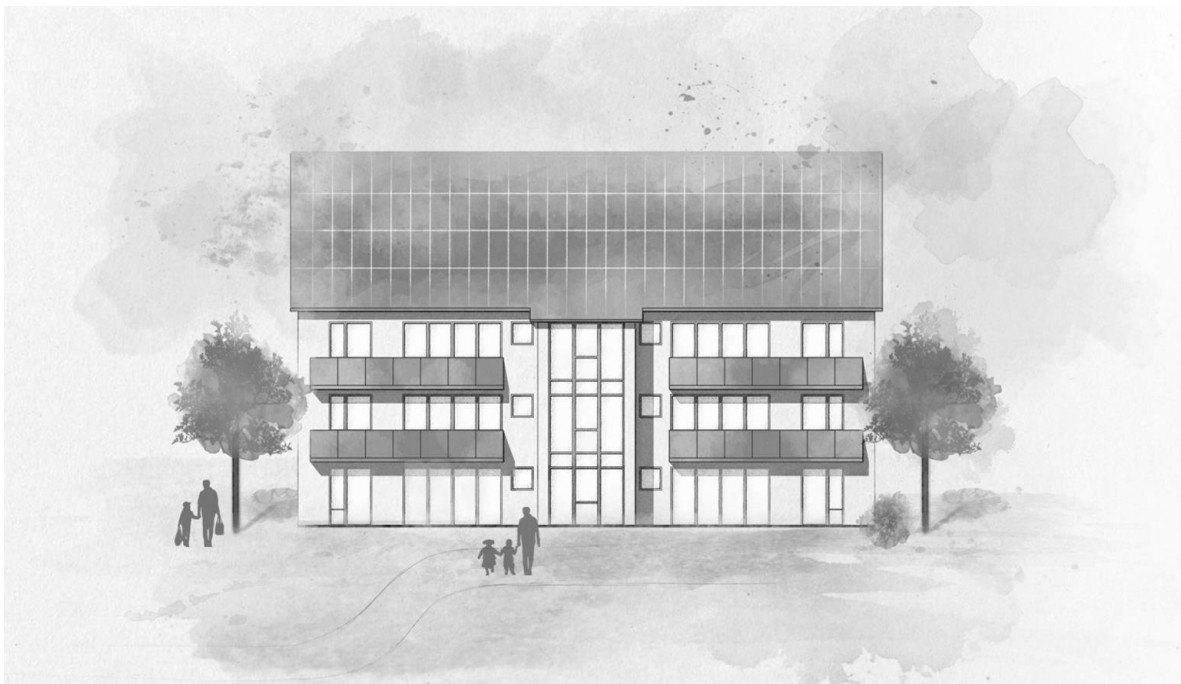


Abbildung 10: Miete mit Energieflat: Energieautarkes Mehrfamilienhaus mit 6 Wohneinheiten in Norddeutschland. 88 m² Solarthermie mit 18 m³ Langzeitwärmespeicher sowie 22 KWP Photovoltaik auf dem Dach und an den Balkonen mit 96 kWh Akku erreichen rund 70 % solare Deckung bei Strom und Wärme. Der Vermieter kann dem Mieter für mehrere Jahre eine Pauschalmitte anbieten, in der Wohnen, Wärme, Strom und E Mobilität als Flatrate bereits enthalten ist.

Block A1

ARCHITEKTUR im urbanen Kontext

Qualität und Vielfalt durch vorelementierten Holzbau

Dipl.-Ing. Michael Müller, Architekt BDA
Architektur-Contor Müller Schlüter
Wuppertal, Deutschland



Qualität und Vielfalt durch vorelementierten Holzbau

Vor einigen Jahren war für viele Planer als Entwerfer von architektonischen Unikaten standardisiertes Bauen in vorgefertigten Systemen uninteressant. Serielle Architekturproduktion wurde gleichgesetzt mit gleichförmigen, nicht oder nur äußerst beschränkt anpassbaren Grundelementen, welche zu unerträglichen Wiederholungen nahezu gleicher Megastrukturen führen.

Seither sind die gesellschaftlichen Anforderungen an unsere Planung jedoch immer umfangreicher und vernetzter geworden. Der Entwurf ist schon lange nicht mehr nur die gestalterische Umsetzung des Raumprogramms der Bauherren. Das Nutzerbedarfsprogramm wird zunehmend differenzierter. Ständig wächst die Anzahl der Fachdisziplinen. So beschäftigen wir uns in unserem Büroalltag heute mit den unterschiedlichsten Themenfeldern, welche nur mit Hilfe der verfügbaren digitalisierten Planungs- und Produktionswerkzeuge zu beherrschen sind.

Zunächst wurden digitale Einzelwerkzeuge entwickelt. Für diese wurden dann zunehmend Austauschformate ergänzt, mit Hilfe derer Daten weitergegeben werden konnten. Es wurden neue Vernetzungsmöglichkeiten von Planung und Produktion möglich. Die sich damit öffnenden Perspektiven serieller Architekturproduktionen wurden zunächst nur von Wenigen im Bauwesen erkannt und verfolgt. Tatsächlich ermöglichen heute computergestützte Planungs-, Simulations- und Produktionsverfahren ein neues Verständnis bezüglich des modularen Bauens:

Weg von stereotypen Wiederholungen hin zu optimierten Formen.

In diesem Zuge ist elementiertes Bauen für viele Planer zu einer interessanten Option geworden. Vorfertigung ist jedoch nicht das Zaubermittel, das auf alle Fragen eine Antwort findet. Sie ist ein Schritt auf dem Weg zum industriellen Bauen.

In den Tätigkeitsfeldern unseres Büros haben wir vor allem zwei positive Erfahrungen im Umgang mit vorelementierten Bauweisen gemacht:

- Die Vorfertigung bietet ein hohes Maß an Präzision und Qualitätssicherung.
- Die Vielfalt in der Architektur bleibt auch bei Vorfertigung erhalten, sie kann diese sogar unterstützen.

Darüber hinaus ist ein wesentlicher Beitrag zur integralen Planung geschaffen worden. In der Diskussion zu „Industrie 4.0“ und „BIM“ wird versucht, vorstellbare zusätzliche Potenziale auszuloten. Weitreichende Untersuchungen zu den Auswirkungen unserer gebauten Umwelt erfolgen beispielsweise in der Fraunhofer-Gesellschaft mit dem Forschungsvorhaben Morgenstadt, City of the Future.

Einen Einblick in den „ganz normalen“ Planungsalltag im Architektur-Contor Müller Schlüter bietet Michael Müller, Architekt BDA, einer der geschäftsführenden Gesellschafter der ACMS Architekten GmbH.



Studentenwohnheim BURSE, Wuppertal
2. BA, 323 Bewohnerplätze, Fertigstellung 2003



Foto: Sigurd Steinprinz



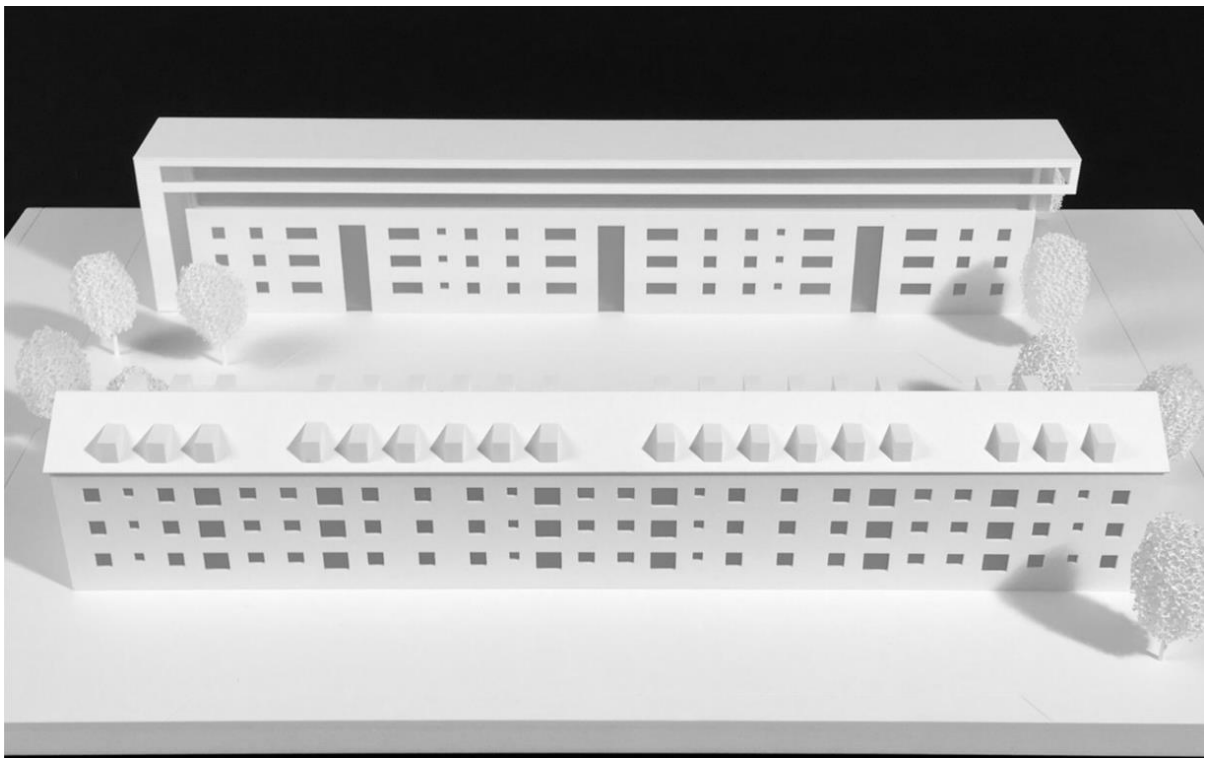
Experimentelles Wohnen, Wuppertal
Nutzbar als öffentlich geförderter Wohnungsbau oder als Studentenwohnheim, Fertigstellung 2012



Foto: Sigurd Steinprinz



Housing Area, Erlangen
Zweigeschossige Aufstockung einer Siedlung, zz. in Planung



Perspektivische Darstellung: Rendertaxi GbR
Modellbau: Modellwerkstatt Mijalski + Nasarian GmbH



Studentisches Wohnen Tiegelstrasse, Essen
Transformation eines Gemeindesaals, Fertigstellung 2015



Foto: Sigurd Steinprinz



Wohnbebauung Fuhlrottstrasse, Wuppertal
Gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Rahmen des Modellvorhabens zum nachhaltigen und bezahlbaren Bau von Variowohnungen



Perspektivische Darstellung: Rendertaxi GbR



Wohnbebauung Laerheide, Bochum
Gefördert durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Rahmen des Modellvorhabens zum nachhaltigen und bezahlbaren Bau von Variowohnungen



Perspektivische Darstellung: Rendertaxi GbR



Forschungsprojekt Energie PLUS Haus, Dortmund
 Entwicklung und Umsetzung eines kostengünstigen und hochflexiblen Wohngebäudes in Holzbauweise und Energie-Plus-Standard, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Perspektivische Darstellung: Rendertaxi GbR
 Modellbau: Modellwerkstatt Mijalski + Nasarian GmbH

Holz neu gedacht

Akademie für Internationale Zusammenarbeit
der GIZ GmbH in Bonn

Prof. Dipl. Ing. M.Arch. Felix Waechter
Waechter + Waechter Architekten BDA
Darmstadt, Deutschland



Holz neu gedacht

Akademie für Internationale Zusammenarbeit
der GIZ GmbH in Bonn

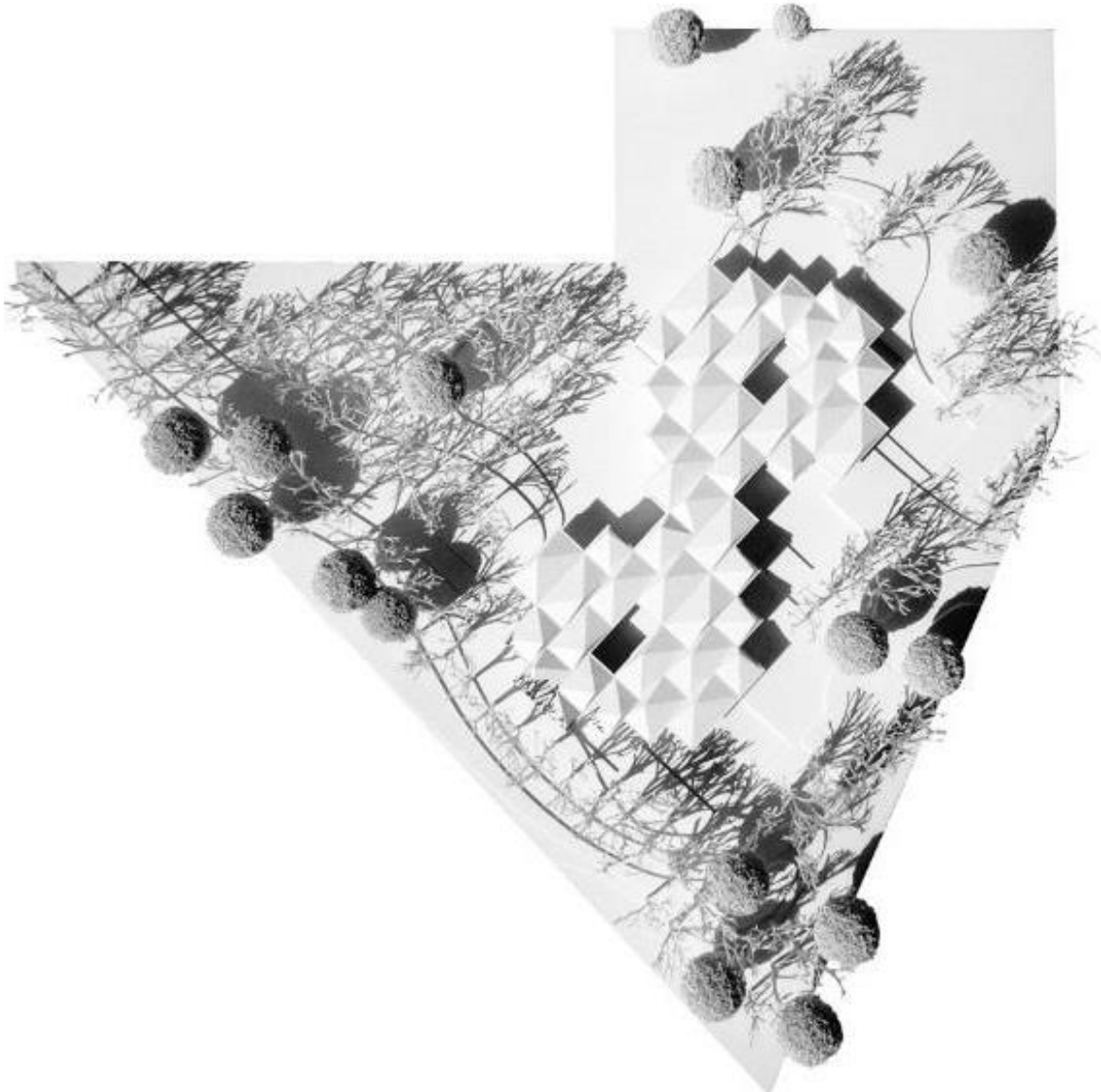


Abbildung 1: Modellfoto

Der Neubau der Deutschen Akademie für Internationale Zusammenarbeit (AIZ) am neuen Standort in Bonn-Röttgen soll als Seminar- und Trainingszentrum für die Internationale Kompetenzentwicklung der Deutschen Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH genutzt werden.

Das Grundstück am Waldrand des Kottenforsts bietet beste Voraussetzung die Vision eines ‚Lernhauses‘ mit ‚Lernlandschaften‘ umzusetzen.



Abbildung 2: Blick vom Birkenhain

1. Ordnung und Vielfalt

Gesucht wird eine Architektursprache, die die Unruhe des Lernens ausdrückt – das ständige Suchen, Reflektieren, das Ausschweifen, das Neugierige, in alle Richtungen Schauende, dies trotz allem diszipliniert und mit systematischer Ordnung.

Der strukturalistische, netz-/clusterartige Ansatz des Entwurfs drückt diese Vielfalt und Ordnung lebendig aus. Spielerisch fügt sich der Baukörper in das Baufenster ein – durch die Diagonalstellung blickt der Neubau zum bestehenden Gebäudeensemble der ehemaligen Andreas-Hermes-Akademie, so dass der gewünschte Dialog entsteht. Das zunächst einengende Baufenster erweist sich als heilsam, weil dadurch die Landschaft in ihren wesentlichen Merkmalen (Waldrand, Alleen, Wiesen und Hecken) erhalten bleibt.

Die rundum, vielgliedrig gestufte Fassade erlaubt fast überall Ausblicke in 2 oder 3 Richtungen, um das ‚lernende Suchen‘ zu ermöglichen, das dem anspruchsvollen Ausbildungskonzept der AIZ entspricht. Von außen jedoch ist die Fassade immer nur mit 1 oder 2, maximal 3 Rastereinheiten wahrnehmbar und wirkt so kleinteilig und maßstäblich.

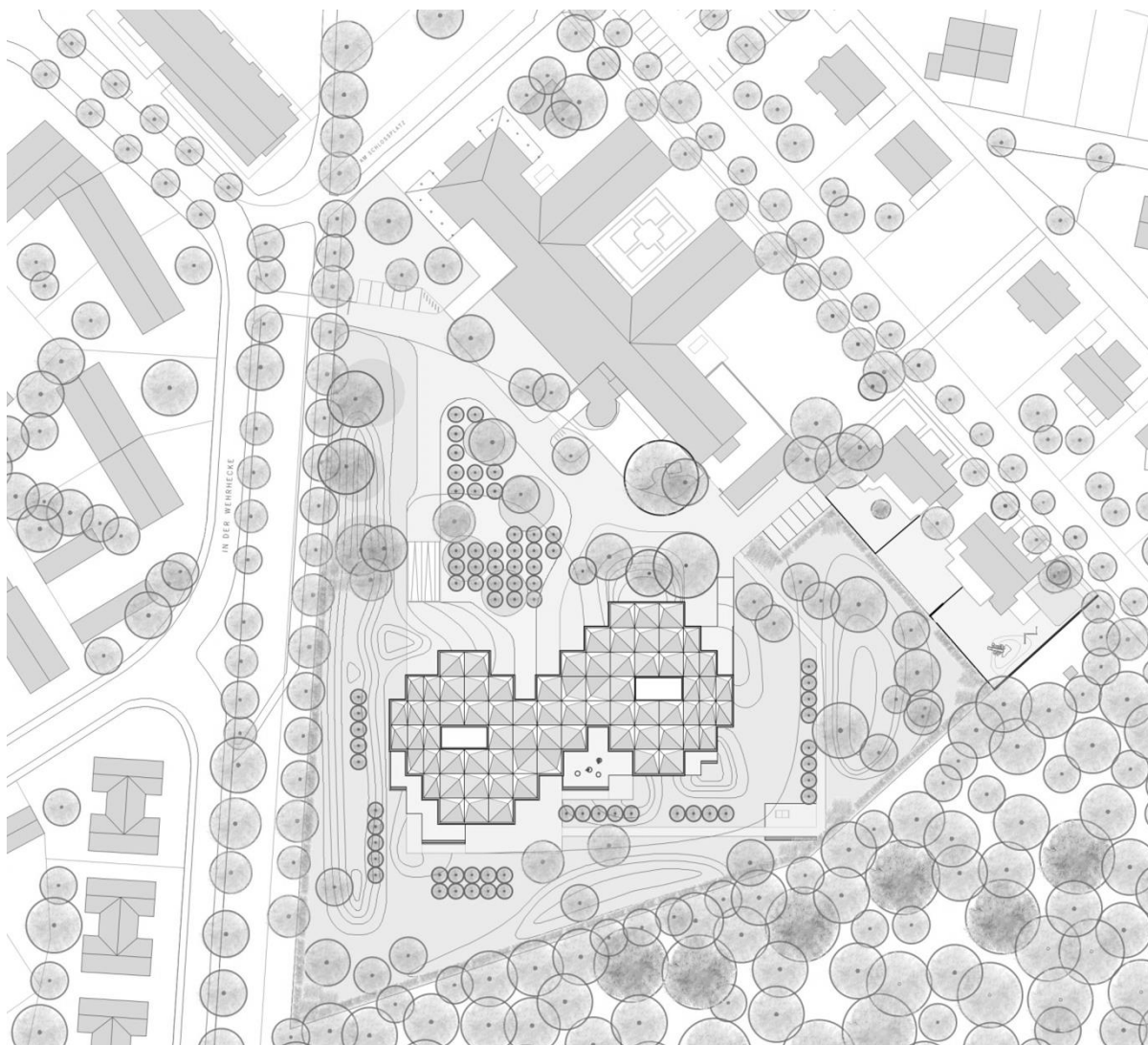


Abbildung 3: Lageplan

2. Wald und Lichtung

Die Lage am Kottenforst veranlasst die waldartige Situation als Grundlage für die Gestaltung der Außenräume zu entwickeln. Die Bäume des Kottenforstes werden im Campusbereich zu geordneten Pflanzungen überführt, um die Durchlässigkeit und einen offenen Bewegungsraum zu gewährleisten. Lichtungen bilden die Lernorte wie Rückzugsbereiche, während hainartige Wäldchen zwischen den unterschiedlichen Architekturen des Campus vermitteln.

Die Geländeoberflächen werden zur Zonierung der Außenräume und zur Stärkung der Ränder zur Allee sanft moduliert. Der pavillonartige Neubau schmiegt sich leicht abgesenkt mit niedriger Höhe in den Landschaftsraum. Langgezogene Schrägen und bequeme Landschaftstreppe zwischen den Eingangsbereichen und Lernorten für Unterricht sowie dem umliegenden Gelände gleichen die Niveauunterschiede aus. Landschaft und die von der AIZ genutzten Freiräume verschmelzen. Durch die vielfach gestufte, aufgelöste Fassade, die beiden Innenhöfe und die Oberlichter im gefalteten Dach wird die Landschaft im Inneren durchgehend erfahrbar.



Abbildung 4: Eingangs- und Pausenbereich

3. Lernlandschaften

Der freistehende Baukörper ist in der Mitte ‚tailliert‘ – so ergibt sich wie selbstverständlich der Eingangsbereich mit dem Café-/Pausenbereich in der zweigeschossigen Halle. Die beiden zweiläufigen Treppen verbinden innerhalb einer zentral angeordneten Halle räumlich und funktional Erd- und Obergeschoss. Die Lernorte sind in beiden Ebenen beidseits der Mitte um Innenhöfe angeordnet, woraus sich klare, kurze und seitlich gut belichtete Rundwege ergeben. Die Durchblicke in die verschiedenen Bauteile und Geschosse sowie die Ausblicke in die Landschaft gewährleisten ein Höchstmaß an Übersichtlichkeit und somit eine einfache Orientierung.

Die netzartige Grundrissstruktur wird in ein Cluster, bestehend aus zwei Rastergrößen (5,25 x 5,25m und 3,50 x 5,25m) übertragen um die verschiedenen Raumgrößen nachzuweisen. Ringförmig um die Innenhöfe liegt eine offene Kommunikationszone zum Lernen allein oder in kleinen Gruppen, mit Einblicken in seitliche Seminarräume und über den Innenhof in angrenzende Nutzungseinheiten. Das offene Raumensemble wird durch Ausbildung von Regalgruppen unterschiedlicher Themenbereiche der Landeskunde zониert, sodass sich in den Zwischenräumen selbstverständlich Lerninseln ausbilden.

Die teilweise schaltbaren Seminarräume unterschiedlicher Größe für den Sprachunterricht sind in den Randzonen geschützt vorgesehen. So entsteht eine vielfach gegliederte multimodale und kommunikationsorientierte Lernlandschaft, die vielfältigen und differenzierten, selbstorganisierten, offenen wie auch abgeschlossenen Wissenserwerb, Lernen und Arbeiten ermöglicht.

Die natürliche Belichtung und der Innen – Außenbezug (mit vorgelagerten Leseinseln) ist durch die Grundrissfiguration im hohen Maß sichergestellt. Die im Inneren erzielte lichtdurchflutete helle und zugleich heitere, freundliche Atmosphäre der Offenheit und Kommunikation, wie auch der Konzentration ist beste Voraussetzung für entspanntes Lernen.

Die Atmosphäre und Anmutung wird wesentlich durch den Holzbau mit sichtbaren, weiß lasierten Oberflächen bestimmt. Die filigranen Metallbauteile der weißen Geländer, die silberfarbenen Systemtrennwände und die helle Terrazzobodenoberfläche harmonisieren gut im reduzierten Material- und Farbkonzept. Sämtliche Oberflächen sind strapazierfähig und so für die Nutzung dauerhaft geeignet – bei der Materialwahl sind die Nachhaltigkeit, Lebenszyklus und die Schonung der natürlichen Ressourcen besonders berücksichtigt, so dass die Zertifizierung nach DGNB Gold erfüllt wird.



Abbildung 5: Ausbau Obergeschoss

4. Konstruktives Konzept

Die netzartige Entwurfsstruktur wird in ein Holzskelett mit klarem, durchgehendem Stützenraster mit wirtschaftlichen Spannweiten übertragen. Durch die Struktur aus nur zwei Rasterfeldgrößen (5,25 x 5,25m und 3,50 x 5,25m) wird die Anzahl von verschiedenen Bauteilanschlüssen auf ein Minimum reduziert, sodass die Vorzüge der modularen Bauweise optimal ausgenutzt werden.

Die als Hohlkastenelemente konzipierte Decke mit tragender oberer und unterer Beplankung wird auf einem Rost aus Holzunterzügen eingehängt. Zur optimalen statischen Auslastung sind die aus Transportgründen jeweils dreigeteilten Deckenfelder schachbrettartig ausgerichtet.

Die Dachkonstruktion aus zwei asymmetrischen, pyramidenartigen Holz-Hohlkasten-Modulen wird am höchsten Punkt mit einer Stahlrohrstütze abgestützt. Die vorgefertigten Elemente wurden auf der Baustelle zusammengesetzt und rasterfeldweise in einem Stück eingehoben.

Alle Hohlkastenelemente der Decke und des Daches sind mit fertigen Sicht-holzoberflächen hergestellt. Durch die Lochung der statisch wirksamen, unterseitigen 3-Schichtplatten der Hohlkasten werden die raumakustischen Anforderungen optimal in die Konstruktion integriert.

Um die Anforderungen an den Luft- und Trittschallschutz zu erfüllen, ist der Hohlraum der Hohlkasten zwischen den Holzträgern vollflächig mit 140 mm dicker Mineralfaserdämmung belegt. Ergänzend werden auf der Hohlkastendecke Gehwegplatten in Bitumenkleber verlegt. Die darauf aufgeständerten Stützfüße des Hohlraumbodens sind mit weichfedernden Gummipads ausgestattet.

Die Holzstützen in Kreuzform sind gestaltprägend und ermöglichen einfache Anschlüsse mobiler und flexibler Trennwandsysteme. Ein Teil der Stützen ist so ausgebildet, dass die Regenentwässerung der Dachfläche integriert werden kann.

Um innerhalb des clusterartigen Gebäudes eine größtmögliche Flexibilität in den Nutzungseinheiten für spätere Umbauten zu ermöglichen, sind die Trennwände zwischen den Seminarräumen nichttragend in Leichtbauweise konzipiert. Um eine gute Raumakustik zu erreichen, werden die Trennwände zwischen den Seminarräumen analog der Deckenuntersichten mit gelochten 3-Schichtplatten in Fichte als Vorsatzschalen beplankt. Alle Hohlräume der raumakustisch wirksamen Bekleidungen werden mit Mineralfaserdämmstoffen und Akustikflies bedämpft.

Das Untergeschoss der Nebenräume und Tiefgarage sowie die aussteifenden Kerne und die notwendigen Treppenhäuser sind in Stahlbeton ausgeführt. Diese werden zugleich genutzt um die Brandbekämpfungsabschnitte in der geforderten F90-A Qualität auszubilden.

Durch das Einschmiegen des Gebäudes in die Parklandschaft werden auch die in das Gelände eingreifenden Brüstungen im Erdgeschoss in Massivbauweise mit Beton-Fertigteilssockeln ausgeführt um den konstruktiven Holzschutz sicherzustellen.

Zur brandschutztechnischen Unterteilung des Holzbaus werden insgesamt fünf Nutzungseinheiten ausgebildet. Die zentrale Einheit der Halle mit den zwei offenen Treppen wird durch nördlich und südlich an die Gebäudemitte angebundene Einheiten ergänzt, welche jeweils in 2 weitere Nutzungseinheiten unterteilt und an Fluchttreppenhäuser angebinden sind.

Sämtlich unverrückbare Infrastruktureinrichtungen (Aufzug, WC, Vertikalschächte) werden in zentralen Steigepunkten in den Kernen zusammengefasst und den einzelnen Nutzungseinheiten zugeordnet und brandschutztechnisch voneinander abgetrennt.

Ein geschliffener Terrazzo-Betonboden bildet die Oberfläche des Hohlraumbodens und wird mit seiner Speichermasse zur Bauteilaktivierung herangezogen. Der Estrich mit integrierter Fußbodenheizung und -kühlung sorgt sowohl in den Winter- als auch Sommermonaten für ein angenehmes Raumklima.

Die dreifach verglasten transparenten Flächen ermöglichen passive Sonnenenergienutzung, durch die großflächigen Formate werden Wärmebrücken reduziert. Vertikale Lärchenholzlamellen der Fassade, ergänzt durch innenliegende Blend- und Sonnenschutzvorhänge im Obergeschoss sowie außenliegende Screens im Erdgeschoss stellen den sommerlichen Wärmeschutz sicher.

Die Oberlichter werden nicht störend in die Dachgeometrie der pyramidenförmigen Dachmodule integriert und ermöglichen als zusätzliche Lichtspender eine sehr gute Tageslichtversorgung mit hoher Aufenthaltsqualität.

Innenseitig der Oberlichter dienen ausfahrbare Rollos dem für die Seminarnutzung erforderlichen Blendschutz.

Die Verteilung der technischen Leitungen von Zuluft, Heizung, Elektro erfolgt horizontal auf der Tragkonstruktion in einem Hohlraumboden.

Jedes Rasterfeld wird mit Hilfe der Regelungstechnik individuell angesteuert, sodass bei anderen Raumaufteilungen zukünftig keine aufwendigen baulichen Maßnahmen der Haustechnik erforderlich werden. Flächendeckend wird das Seminargebäude rasterfeldweise über Quellluftöffnungen im Boden mit Zuluft versorgt. Die Abluftführung erfolgt zentral in den Kernbereichen in Verbindung mit einer (schallgedämmten) Überströmung im Bereich der Systemtrennwände.

5. Nachhaltigkeit und DGNB Zertifizierung

Wesentliche Grundlage für den angestrebten DGNB-Standard Gold (NBI-15) bildet eine erhöhte Energieeffizienz und damit verbunden ein niedriger Primärenergie- und Endenergiebedarf des Gebäudes. Zusammen mit der clusterartig und wirtschaftlich strukturierten Gebäudekonstruktion sowie der Auswahl von ressourcenschonenden Materialien können die Anforderungen an Ökobilanz und Lebenszykluskosten erzielt werden.

Umweltverträgliche, schadstofffreie Materialien sind Voraussetzung zur Verbesserung der Innenraumluftqualität. Im Rahmen der DGNB Zertifizierung werden risikoreiche Material-

und Stoffgruppen einzeln und produktbezogen abgefragt und bewertet. Besonders wurde Augenmerk auf die Begrenzung der Formaldehyd-Konzentrationen durch den Einsatz formaldehydarker Verklebungen der Holzkastenelemente und formaldehydfreier 3-Schicht-Platten gelegt.

Die auf dem Holzskelett basierende Gebäudestruktur ermöglicht eine hohe Variabilität und Flexibilität. Damit wird für das Bildungsgebäude eine nachhaltige Nutzbarkeit möglich, die auf die zukünftigen Bedürfnisse und Notwendigkeiten von Ausbildungs- und Lehrkonzepten gut angepasst werden kann.

Das Energiekonzept kombiniert bauliche (passive) Maßnahmen mit einer effizienten Anlagentechnik auf der Basis von regenerativen bzw. primärenergetisch günstigen Energieträgern, wodurch eine hohe thermische Behaglichkeit ermöglicht wird. Anhand von Variantenuntersuchungen wurde ein wirtschaftliches Haustechnikkonzept bestehend aus Block-Heiz-Kraftwerkanlage, Wärmepumpe mit Erdwärmesondenfeld von 25 Sonden (Jahreszeitenpendelspeicher) und Absorptionskältemaschine entwickelt, welches den nachhaltigen Betrieb des Gebäudes sicherstellt.

6. Projektdaten

Bauherr

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn

Projektsteuerung

Schübler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Köln

Architektur und Generalplanung

Waechter + Waechter Architekten BDA, Darmstadt
 Prof. Dipl. Ing. M. Arch. Felix Waechter, Architekt BDA
 Dipl. Ing. Sibylle Waechter, Architektin BDA

Objektüberwachung Hochbau Waechter + Waechter mit:
 ap88 Architekten Partnerschaft mbB, Heidelberg

Landschaftsarchitektur

LOEK Landschaftsarchitektur und Ökologie, Darmstadt

Objektüberwachung Freianlagen LOEK mit:
 Riehl Bauermann Landschaftsarchitekten, Kassel

Fachplanung Technische Ausrüstung

HL-Technik Engineering GmbH, München

Objektüberwachung TGA HL-Technik mit: IGP Technik AG, Köln

Tragwerksplanung

merz kley partner ZT GmbH, Dornbirn

Bauphysik und DGNB-Koordination

Müller-BBM GmbH, Planegg

Bauökologie MBBM mit: Arcadis Germany GmbH, Berlin

Brandschutz

BPK Fire Safety Consultants GmbH, Düsseldorf

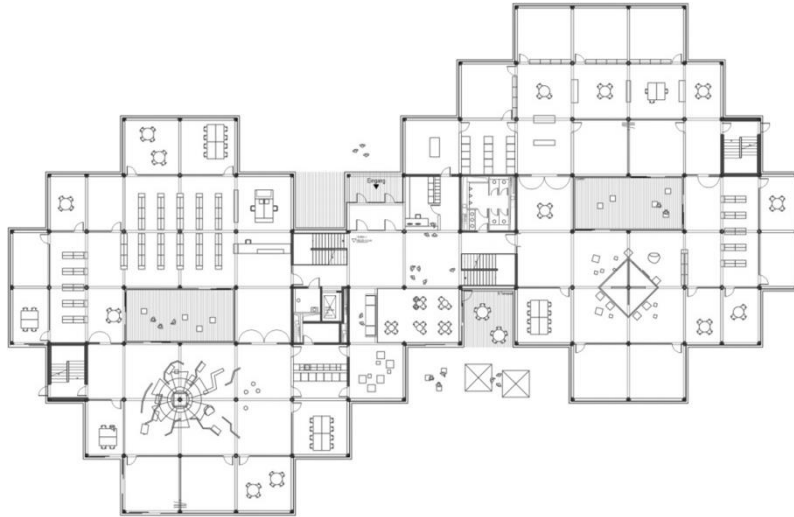
Sigeko

Kreativ Architekten, Ingenieure, Sachverständige, Wiesbaden

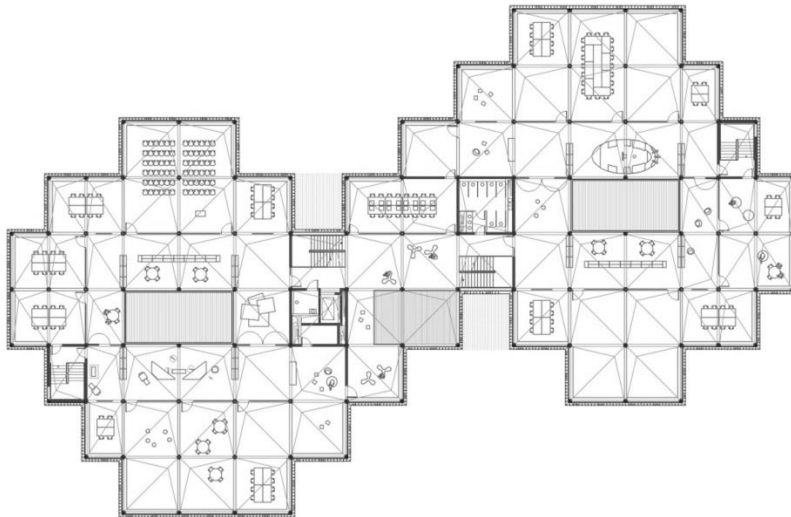
Daten zum Projekt

NGF	5.541,4 m ²
BGF	6.244,6 m ²
BRI	22.224,8 m ³

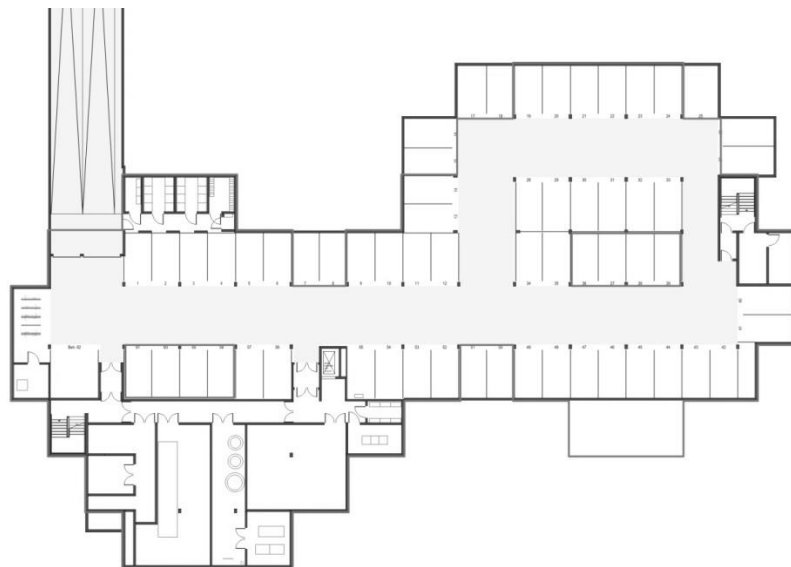
Baubeginn	2016
Fertigstellung	2017



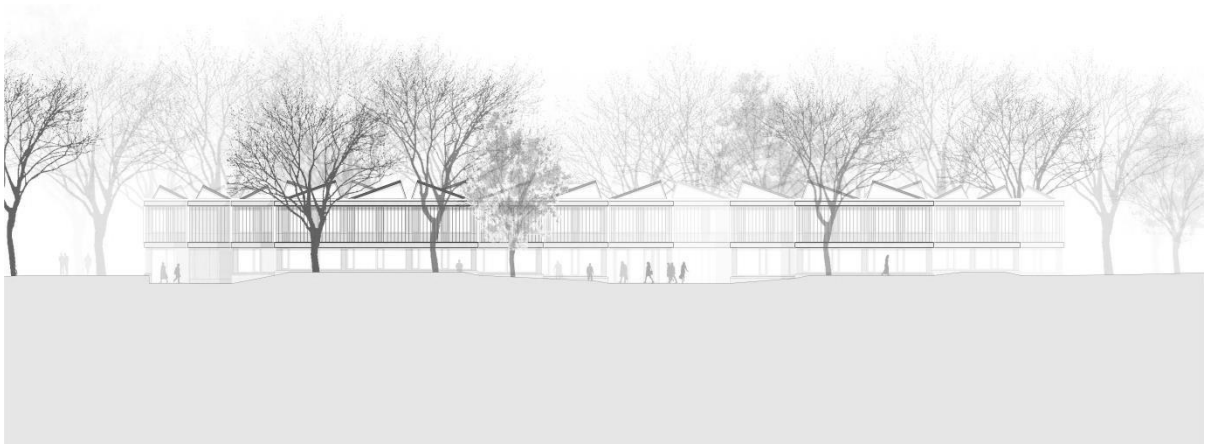
Erdgeschoss



1. Obergeschoss



Untergeschoss



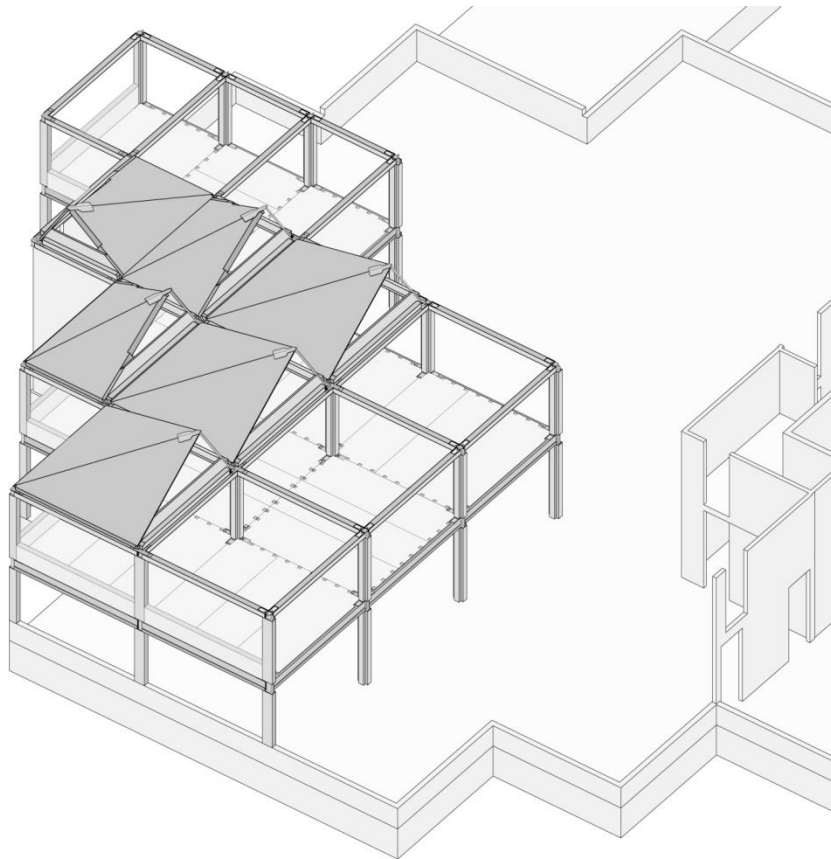
Ansicht Nord



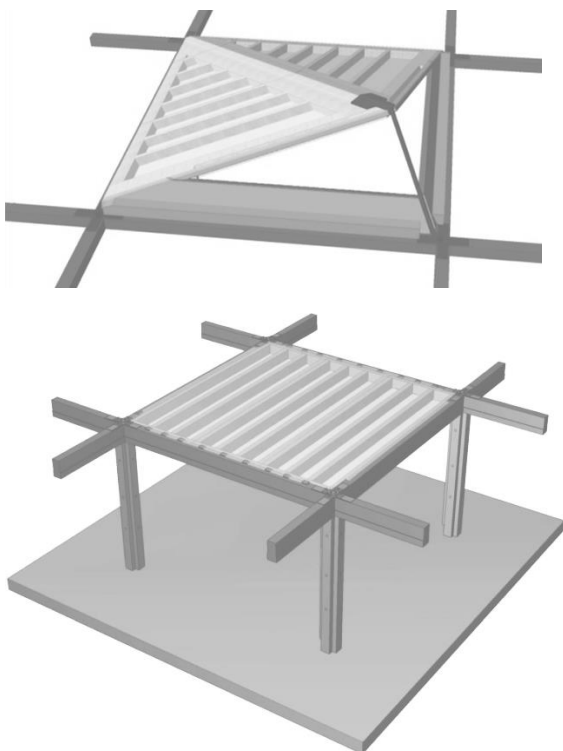
Ansicht Ost



Querschnitt



Aufbau Tragkonstruktion



Isometrie Module





Interimsgebäude in Holztafelbauweise «mobi-sku:l – Trier»

Erhard Botta
werk.um-architekten
Darmstadt, Deutschland



Interimsgebäude in Holztafelbauweise «mobi-sku:l – Trier»

1. Vorgeschichte

1.1. LaDaDi

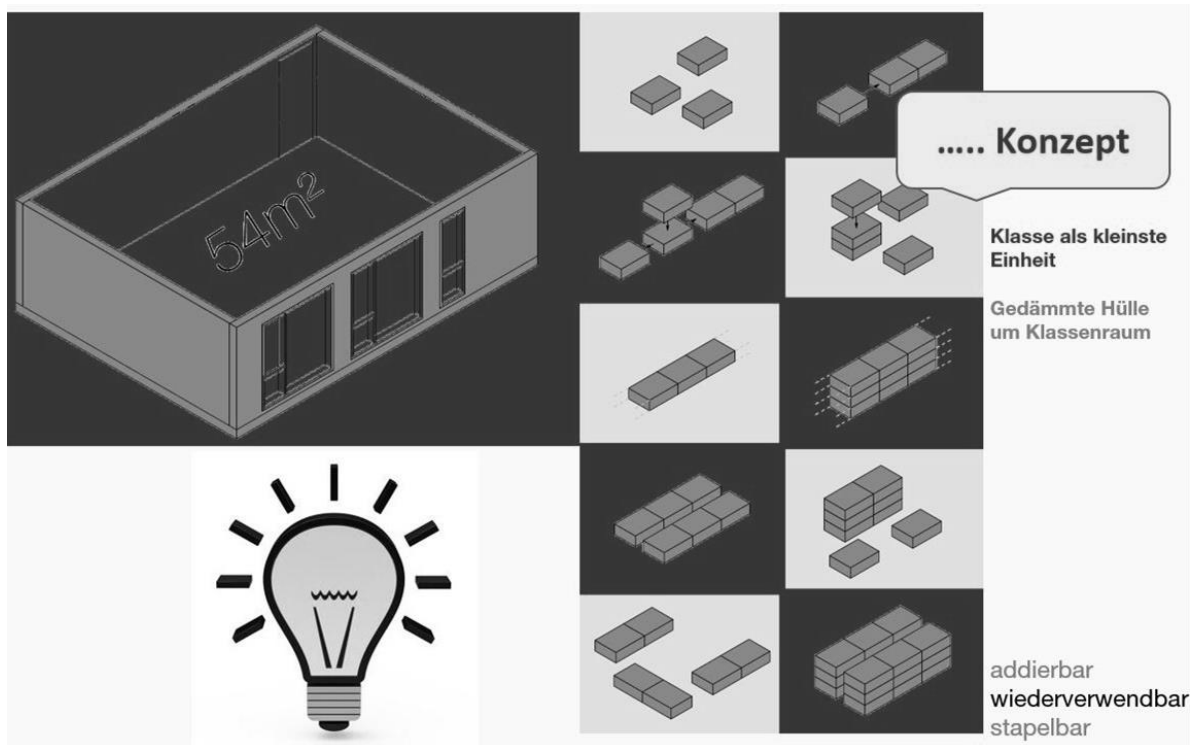
Der Landkreis Darmstadt-Dieburg (LaDaDi) beabsichtigte eine Energetische Sanierung einer Integrierten Gesamtschule in der 900 Schüler unterrichtet werden. Um eine langwierige, kostenintensive und den Schulbetrieb störende Bautätigkeit in mehreren Bauabschnitten zu vermeiden entschied man sich für eine Sanierung in einem Bauabschnitt. Für die Zeit der Sanierung wurden umfangreiche Ersatzräume erforderlich.

1.2. Mobi-sku:l – Konzept

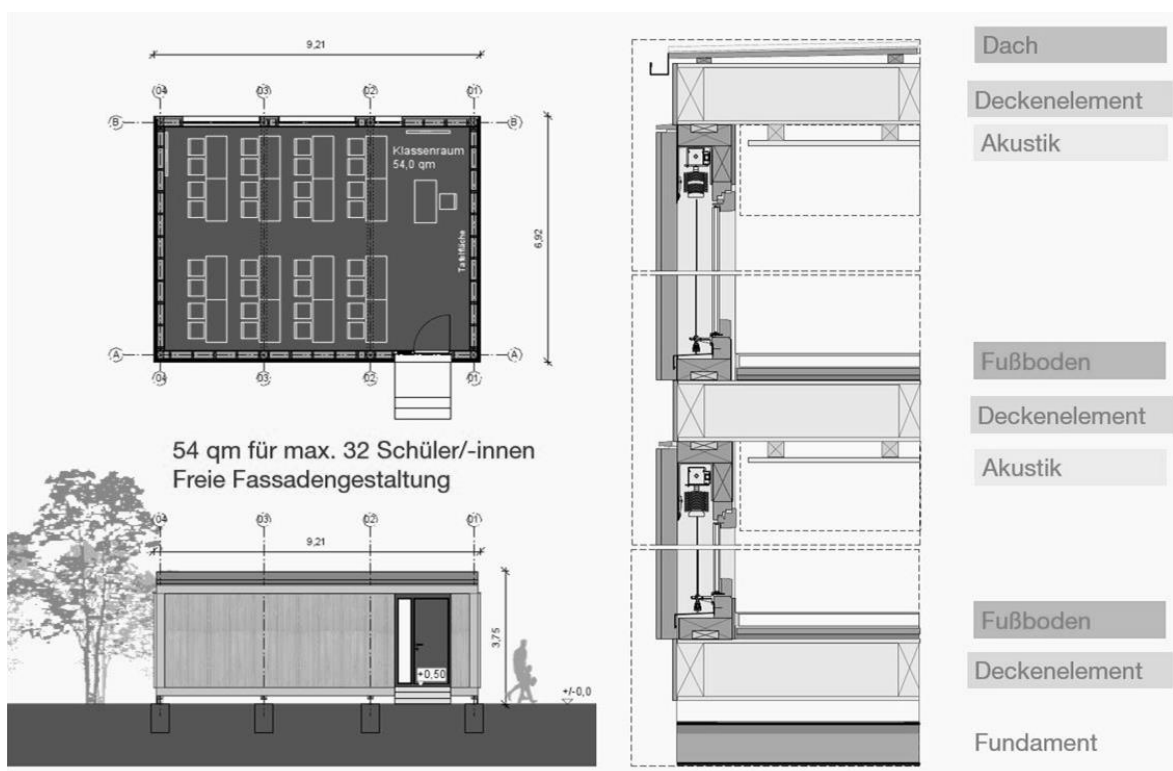
Als Alternative zur Anmietung teurer und ungemütlicher Stahlcontainer wurde von werk.um-architekten in Eigeninitiative ein Konzept erarbeitet für die Errichtung von Klassenpavillons in vorelementierten Holztafelbauelementen. Dabei konnten die Architekten ihre langjährigen Erfahrungen im Holzbau einfließen lassen.

Die Vorstellung des Konzeptes überzeugte den Bauherren und bestärkte ihn zum Verlassen «eingefahrener Wege» und zur Beauftragung einer «mobi-sku:l». Es sollte ein 3-geschossiges Gebäudes mit 24 Klassenräumen errichtet werden. Technisch sollte das Gebäude an ein Bestandsgebäude angeschlossen werden.

Das «mobi-sku:l»-Konzept wurde von werk.um-architekten in Zusammenarbeit mit dem Statiker und dem Bauherren weiterentwickelt und so konzipiert, dass ein mehrmaliger Auf- und Abbau möglich ist. Die Klassenpavillons können beliebig addiert und bis zu 3 Geschossen gestapelt werden. Die im Werk vorelementierten Bauteile werden auf die Baustelle geliefert und dort zügig montiert. Nach Kranstellung, Gerüststellung und Montage der Unterkonstruktion können bis zu 4 Klassen pro Tag errichtet werden. Jede Klasse wird aus 10 Teilen zusammengefügt, in denen bereits Fenster, Türen, Sonnenschutz, Beleuchtung, Heizung, kontrollierte Lüftung, Steckdosen, usw. integriert sind. Die Elemente sowie die Pavillons untereinander werden lediglich mit einem Stecker verbunden und so an die Strom- und Medienversorgung angeschlossen. Die Räume können danach sofort genutzt werden.



mobi-sku:l – Konzept



mobi-sku:l – Entwurf

Im Mai 2010 wurde ein Muster-Pavillon errichtet, der unmittelbar nach Fertigstellung von einer Schulklasse bezogen und getestet wurde. Die Erfahrungen der Nutzer in Bezug auf eine angenehme, motivierende Lernatmosphäre waren sehr positiv. Messungen eines extern beauftragten Gutachters bestätigten einen hohen baubiologischen Standard und eine gute Raumluftqualität. Die Ersatzschule mit 24 Klassen (3-geschossig) wurde im März fertiggestellt und in Betrieb genommen. Innerhalb der Sommerferien 2013 wurde die Schule in 5,5 Wochen komplett demontiert, ca. 20 km transportiert und am neuen Standort wiederaufgebaut.

Das Konzept der «mobilen Schule» hatte sich ein erstes Mal bewehrt.



«Standardlösung Stahlcontainer»



«mobi-sku:l» – Ober-Ramstadt (1. Standort)

1.3. Realisierte Projekte

6 Jahre später sind bereits für über 10 Bauherren 30 Projekte realisiert, davon 3 in Zweitnutzung. 4 Projekte sind zurzeit im Bau und weitere 10 Projekte in der Projektierung/Vorbereitung. Einige Projekte wurden vom Auftraggeber nicht gekauft, sondern auf Zeit gemietet (Miet-/bzw. Miet-Kauf-Modell).

2. IGS - Trier

2.1. Aufgabenstellung

Wegen einer umfangreichen Bestandssanierung benötigte die Stadt Trier dringend einen Ersatzbau für ca. 4 Jahre. Danach soll die Schule demontiert werden und an zwei anderen Standorten erneut aufgebaut werden.



Lageplan – zu sanierendes Bestandsgebäude (grau), Interimsgebäude (rot)

2.2. Anforderungen

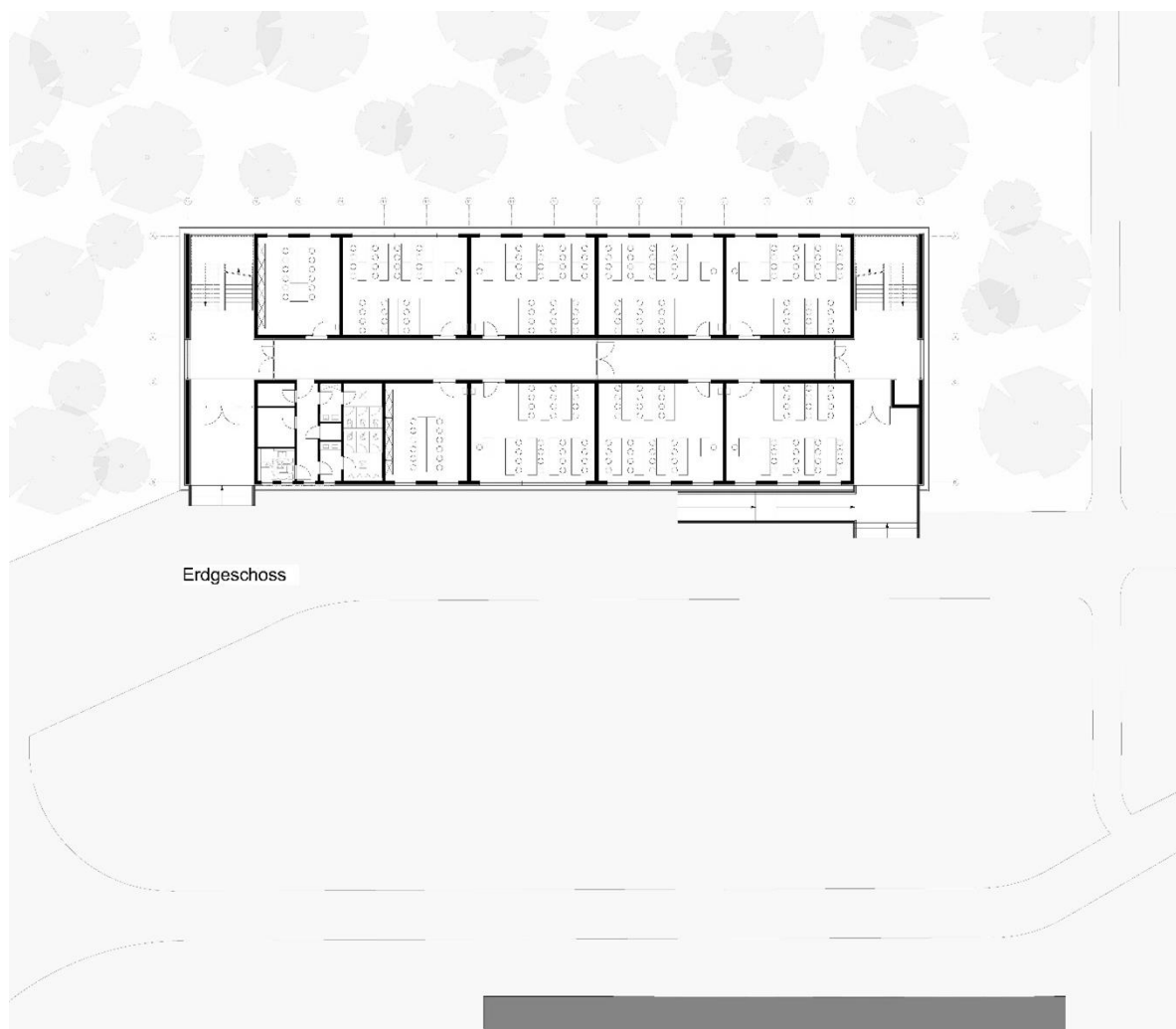
Neben der Anforderung einer kurzfristigen Errichtung und kurzen Bauzeit, soll das Gebäude auch wieder schnell demontierbar sein und in veränderter Form an anderen Standorten aufgestellt werden. Die Anforderungen an das Raumprogramm der zweiten Nutzungsperiode an anderen Standorten wurden bei der Gebäudekonzeption bereits berücksichtigt und in die Planung einbezogen.

Die Lichte Raumhöhe der Klassenräume beträgt 3 Meter, was bei der vorgesehenen 3-geschossigen Bauweise eine Einstufung in Gebäudeklasse 4 bedeutet. Alle behördlichen und bautechnischen Anforderungen an ein Schulgebäude werden erfüllt. Die Baugenehmigung ist nicht zeitlich eingegrenzt – das Gebäude könnte auch für immer an diesem Standort stehen bleiben.

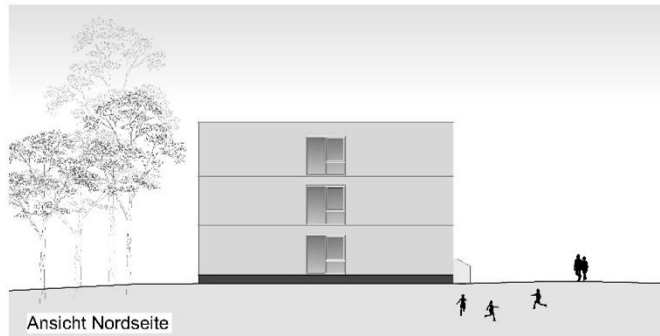
2.3. Planung / Ausschreibung

In einer kompakten Planungsphase wurden die Grundrisse, funktionalen Bezüge, technische Ausstattung, Anbindung an das Bestandsgebäude, sowie die erwünschten Oberflächen und Leitdetails entwickelt. Die konkrete Konstruktion mit der dazugehörigen Statik wurden nicht vorgegeben, um den anbietenden Firmen die Möglichkeit der Verwendung bewährter, eigener Aufbauten und Konstruktionsprinzipien anzubieten.

Die Ausschreibung bestand aus einer Funktionalen Ausschreibung für Generalübernehmer-Leistungen. Planungsleistungen wie Bauantrag, Statik, Schallschutz, EnEV-Nachweis, etc. waren bei einer Beauftragung vom Bieter zu erbringen. Die Abgabe eines Bauzeitenplans wurde mit der Ausschreibung angefordert.



Grundriss EG

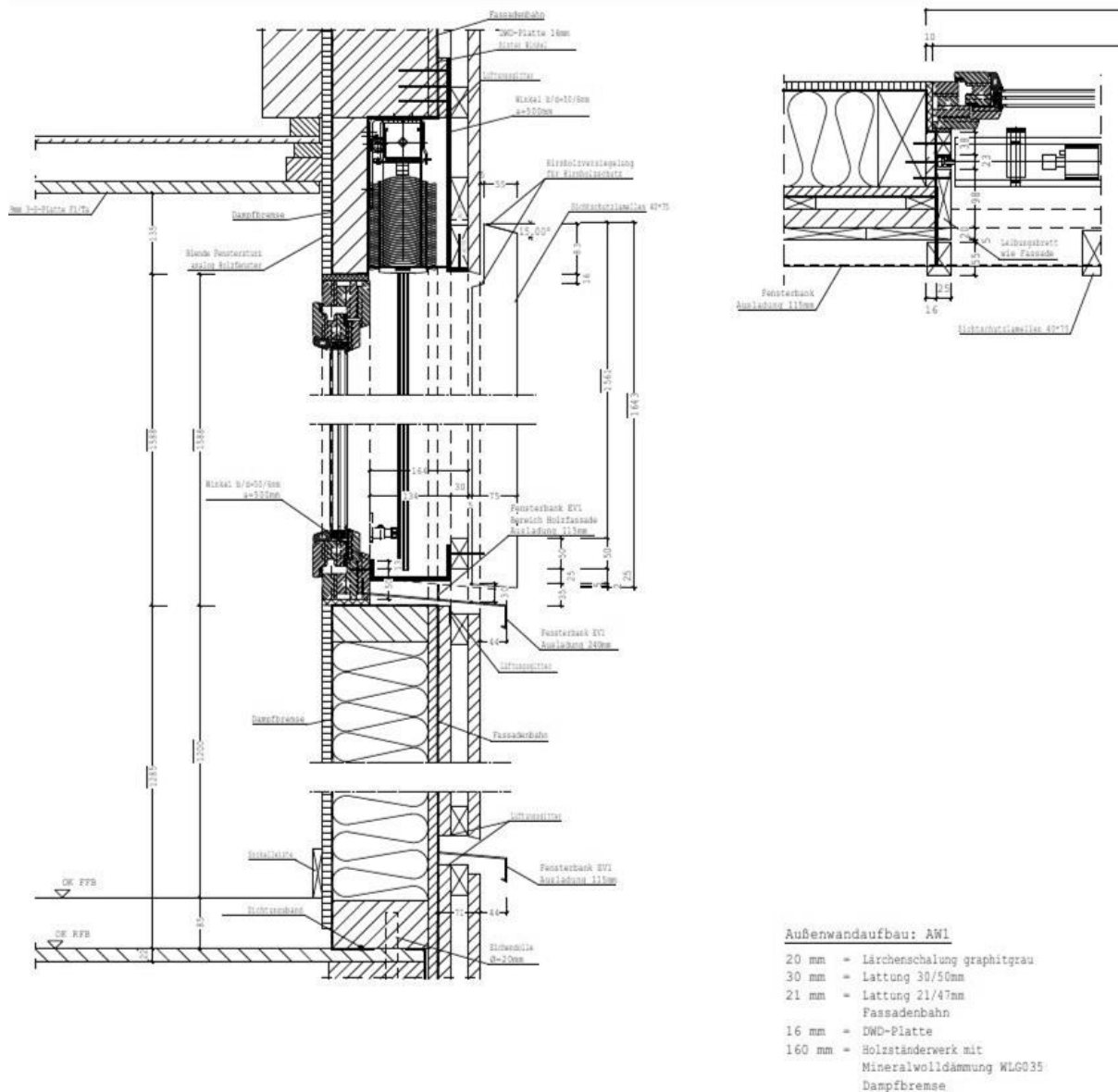


Ansichten

2.4. Werkstattplanung / Vorbereitung

Nach Auftragserteilung konnte der AN unmittelbar mit der Werkstattplanung beginnen und parallel dazu die Bemusterung aller Oberflächen und sichtbaren Bauteile durchführen. In diesen Prozess waren Architekt und Bauherr einbezogen, um die optischen und technischen Anforderungen kontrollieren und die Qualität sichern zu können.

Auf der Baustelle wurden zeitgleich Baustelleneinrichtung, Rodungsarbeiten und im Anschluss Gründungsarbeiten durchgeführt. Ebenso wurden alle Zuleitungen vom Bestandsgebäude zum Neubau hergestellt.



2.5. Montage

Die Montage des Gebäudes begann Mitte Oktober 2016. Aufgrund schlechter Witterungsverhältnisse mussten die Montagearbeiten mehrfach unterbrochen werden, was zu einem verspäteten Fertigstellungstermin führte. Der ursprünglich vorgesehene Fertigstellungstermin verschob sich um ca. 2 Monate auf April 2017.

Die Boden-, Wand- und Deckenelemente wurden als gedämmte Holztafelbauelemente mit fertigen Oberflächen – innen und außen – angeliefert. Aus betriebsinternen Gründen wurden die Fenster kurze Zeit später vor Ort eingebaut. Üblicherweise werden die Fenster werkseitig schon montiert, damit die wetterfeste Hülle schon unmittelbar nach der Montage funktioniert.

Bei Montagepausen oder schlechtem Wetter wurde die Baustelle in kurzer Zeit mit einem Behalddach abgedeckt und so vor Wasserschäden geschützt.



Fundamentierung



Montage Bodenelemente



Montage Deckenelemente



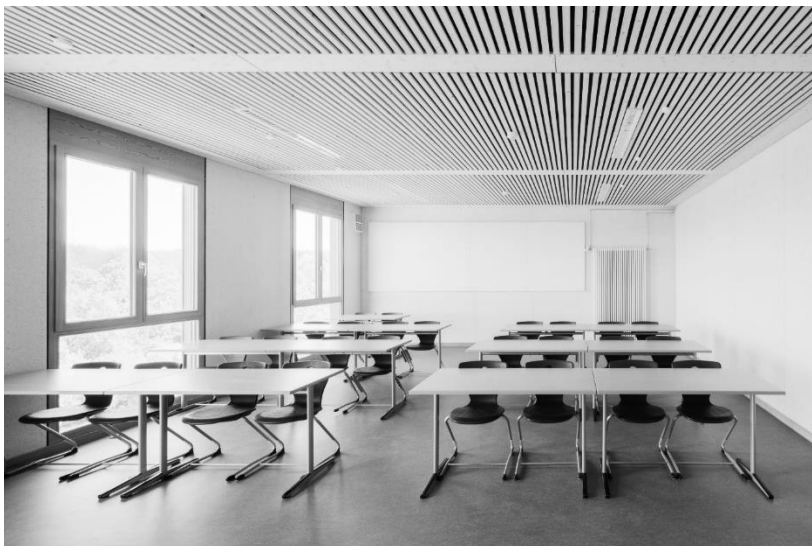
1. Bauabschnitt



Eingangssituation



Treppenhaus



Klassenraum

3. Ausblick

3.1. Feedback

Die Resonanzen auf das Gebäude sind durchweg äußerst positiv. Bauherr, Betreiber und Nutzer (Schüler, Lehrer und Eltern) loben die hohe Ausführungsqualität und das angenehme, gesunde Raumklima. Auch in den Medien findet das Gebäude große Zustimmung.

Die Konzeption des Gebäudes und ein hoher Grad an Vorfertigung im Werk des Holzbauers sichern einerseits eine hohe Ausführungsqualität und andererseits eine schnelle Montage- und Bauzeit vor Ort auf der Baustelle. Letzteres bedeutet eine geringstmögliche Beeinträchtigung und Störung des Schulbetriebes nebenan.

Erfahrungen der Nutzer (Schüler, Lehrer, Eltern), der Betreiber, der Planer und der ausführenden Firma werden ausgewertet, um das Konzept und die Planung für zukünftige Bauvorhaben weiter zu optimieren.

3.2. mobi-space

werk.um hat das Konzept mittlerweile weiterentwickelt und auf andere Nutzungen angepasst (Büro, Kita's, Wohnen, Fitness-Center, etc.)

Block A2

**Bezahlbarer WOHNRAUM –
kostengünstig, sozial und städtisch**

Modularer Wohnungsbau – Individualität in Serie

Dipl.-Ing. Architektin Nina Bendler
Koschany + Zimmer Architekten KZA
Essen, Deutschland



Modularer Wohnungsbau – Individualität in Serie

1. Einleitung

Immer wieder werden wir gefragt, ob serielles Bauen nicht der Feind jedes Architekten sei. Spätestens seit wir ein Modulbau-Konzept für Deutschlands größtes Wohnungsunternehmen Vonovia entwickelt haben, wird diese Grundannahme regelmäßig zum Thema in persönlichen Gesprächen und Diskussionsrunden zur Zukunft des Wohnens. Seriell gefertigte Gebäude, so das gängige Vorurteil, seien die «neuen Plattenbauten» – für ihre Planung brauche es weder kreative Entwürfe noch städtebauliche Ideen. Doch das sehen wir ganz anders und halten die Sorge vor Monotonie für unbegründet.

Zum einen hat der Architekt sehr wohl eine wichtige Aufgabe im seriellen Entwicklungsprozess – insbesondere mit Blick auf die Verantwortung für eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung. Zum anderen sind serielle Wohnbaukonzepte keinesfalls mit dem einen Haus gleichzusetzen, das landauf, landab errichtet wird. Als Architekten haben wir vielmehr die Möglichkeit, Elemente immer wieder anders zusammenzusetzen – und eine individuelle Antwort auf den jeweiligen Standort zu finden. Serielles Bauen ist damit eine moderne Form, dringend benötigten Wohnraum in Ballungsräumen zur Verfügung zu stellen – angepasst an den Stand der Technik und verbunden mit der Möglichkeit, wirtschaftliche Vorteile zu generieren, die sich am Ende auch in bezahlbaren Mieten niederschlagen. Diese Tatsache hat sich schon in der Entwicklung unseres Modulbau-Konzepts gezeigt, und sie erweist sich bis heute in der täglichen Planung jedes neuen Projekts als valide.

2. Wohnungsbau im Akkord

Als inhabergeführtes Büro in zweiter Generation stehen Koschany + Zimmer Architekten KZA seit 58 Jahren für hohe Kompetenz in der Entwicklung von Verwaltungs-, Bildungs- und Logistikbauten. Ein Schwerpunkt der Arbeit liegt zudem seit vielen Jahren im Wohnungsbau. Vor diesem Hintergrund trat Vonovia im Oktober 2015 mit der Absicht an unser Büro heran, bestehende Quartiere nachzuverdichten und bezahlbaren Wohnraum in zentralen Lagen zu schaffen. In dieser Zeit geriet der deutsche Wohnungsmarkt stärker unter Druck – bezahlbare Wohnungen wurden vielerorts knapp. Gefordert waren deshalb innovative Konzepte, mit denen sich serielle Einheiten für «schnelles Bauen» entwickeln lassen – und dass bei Einhaltung klarer preislicher Vorgaben und eines wertigen Standards. Um diesen Zielen gerecht zu werden, wählten wir einen neuen Ansatz. Wir starteten damit, das Wohnen quer zu denken.

2.1. Von den Metropolen lernen: Small but smart

In Metropolen wie London oder New York gibt es Mini-Wohnungen für Berufseinsteiger und Kreative – Apartments, die dank intelligenter Lösungen auch auf wenigen Quadratmetern viel Stauraum bieten. Sie geben damit all jenen ein Zuhause, die das Gesicht einer Stadt maßgeblich prägen und gleichzeitig Schwierigkeiten haben, die steigenden Mieten in boomenden Innenstädten zu bedienen.

In Anlehnung an diese Konzepte haben wir die Wohnflächen auf das Notwendigste reduziert und zugleich Definitionen von Wohnkomfort überdacht. Muss ein Bett zwei mal zwei Meter groß sein? Ist die Küche auch Wohnraum? Und kann nicht ein stabiles WLAN für manchen wichtiger sein als fünf Quadratmeter zusätzliche Wohnfläche?

Diese und weitere Fragen wurden diskutiert. Am Ende entstand ein Ansatz, der den kleinsten möglichen Grundstein zum Ausgangspunkt aller weiteren Überlegungen macht: das eine Zimmer.

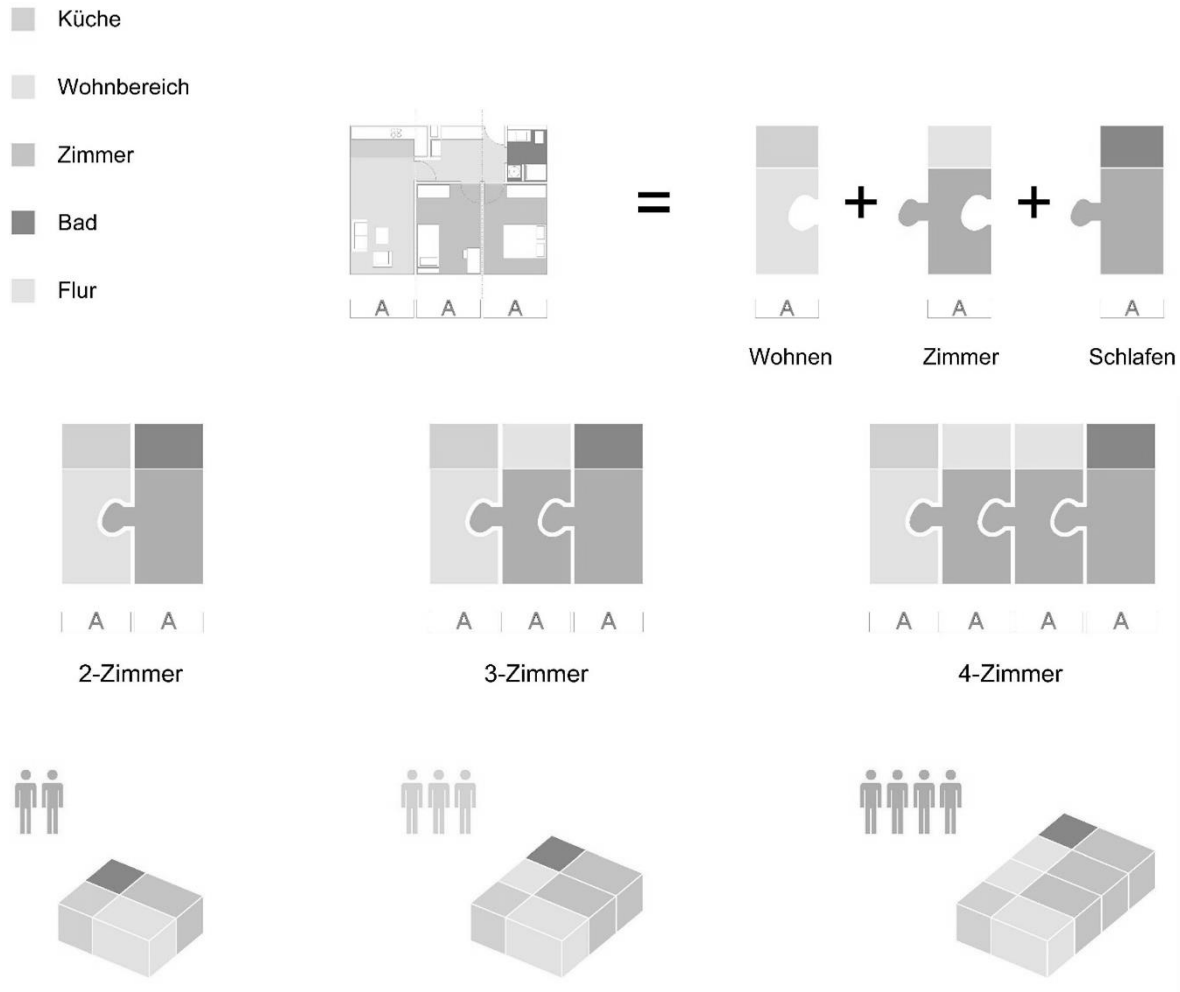


Abbildung 1: Modularer Wohnungs-Baukasten © Koschany + Zimmer Architekten KZA

Dabei diente ein Prinzip der Automobilindustrie als Vorbild für ein schnelles und kostengünstiges Verfahren: der Einsatz vorgefertigter und vormontierter Module, mit dem sich größtmöglicher Effizienz und Präzision erreichen lassen. Modulare Baukasten-Elemente wurden damit zum Ausgangspunkt verschiedener Grundrisstypologien.

2.2. Detaillösungen für mehr Wohnkomfort

Die kleinste Wohnung unseres Konzepts besteht aus zwei Bausteinen. In gerade mal zwei Zimmern bietet sie alle für den Alltag notwendigen Elemente. Dabei ist sie deutlich kleiner als in aktuellen Förderrichtlinien definiert und besonders intelligent in der Raumausnutzung – «small but smart».

Möglich machen, dass unter anderem Einbauschränke, die auch auf geringem Raum viel Staufläche bieten. Ein besonderes Augenmerk in der Entwicklung galt auch dem Badezimmer. Denn während Tageslicht vielfach als unabdingbare Voraussetzung für die Gestaltung einer Wohlfühloase gilt, zeigen Badkonzepte aus Hotels, dass es auch anders gehen kann: Ihr Konzept mit durchdachten Ablageflächen und hochwertigen Materialien haben wir für unser Modulbau-Konzept adaptiert.

Unterschiedlichen Anforderungen und Größen folgend, entstand in der Folge ein Wohnungskanon, der stets auf denselben Bausteinen basiert. Aus den Wohnungen wurden schließlich Gebäude, die in Abhängigkeit von ihrem Standort und ihrer Erschließung unterschiedlich konfiguriert werden.

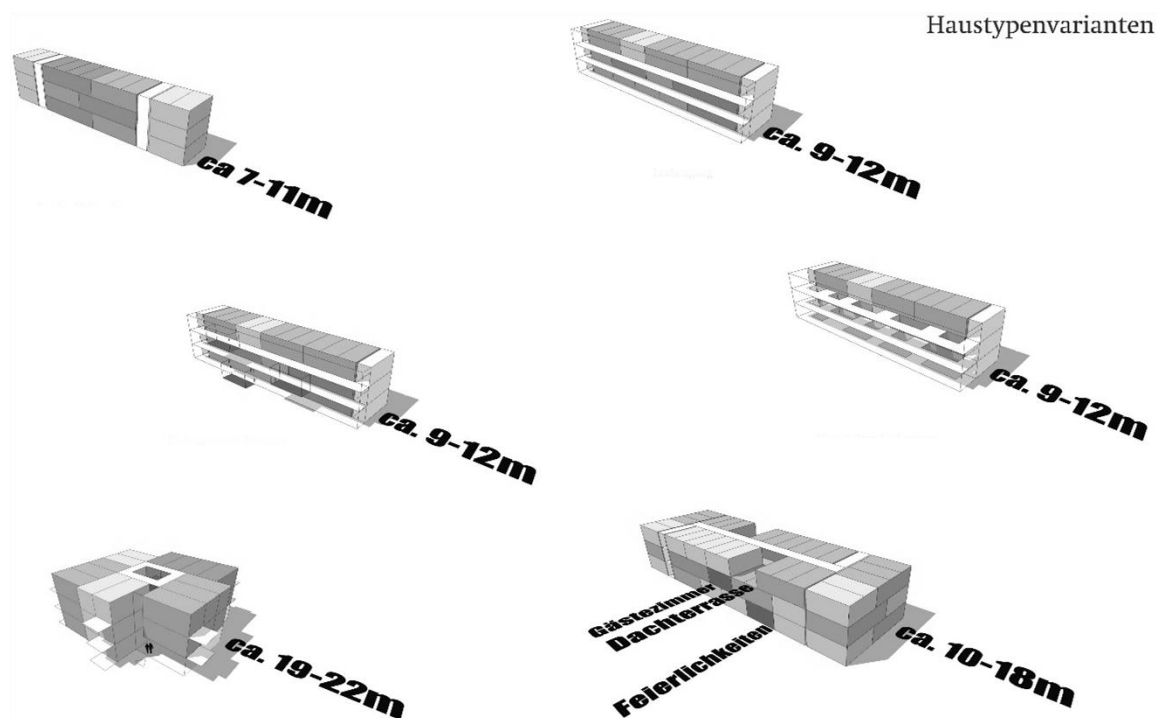


Abbildung 2: Konfiguration verschiedener Haustypen © Koschany + Zimmer Architekten KZA

2.3. Von der Theorie in die Praxis

Erstmals realisiert wurde das Baukasten-Prinzip für Vonovia in Bochum-Hofstede. Um das richtige Bauverfahren für das vorgesehene Punkthaus zu finden, sind wir mit unseren modular geplanten Grundrissen an verschiedene Firmen herangetreten. Dabei kamen Element- und Modulbauweise ebenso in Betracht wie herkömmliche Verfahren. Vor dem Hintergrund der geplanten Nachverdichtung hatte der Modulbau mit seinem hohen ortsunabhängigen Vorfertigungsgrad die Nase vorn. Am Ende fiel die Entscheidung, den Bochumer Prototypen in Holz-Modulbauweise zu errichten. Dies lag zum einen darin begründet, dass sich Holz bei Aufstockungen bestehender Gebäude als geeignetes Material erwiesen hatte. Zum anderen punktet es unter ökologischen Gesichtspunkten mit seiner Nachhaltigkeit.

Im Zuge der Planungsprozesse haben wir viel über Bereiche gelernt, die bei herkömmlichen Bauvorhaben nur eine untergeordnete Rolle spielen. So galt es, die Parameter für den Transport der Module im Blick zu behalten – und damit eine reibungslose Anlieferung zu gewährleisten.

Die vorgefertigten Module für das Wohnhaus wurden mit dem Tieflader zur Baustelle gebracht. So konnte es bereits Ende 2016, nach nur dreimonatiger Bauzeit, fertiggestellt werden. Hier finden sich 14 senioren- und familiengerechte Wohnungen mit Größen zwischen 44 und 88 Quadratmetern Wohnfläche. Erste Gespräche mit Mietern haben gezeigt, dass die Optimierung der Flächen innerhalb der Wohnungen gelungen ist. Auch die offene Gestaltung des Treppenhauses wird von ihnen positiv hervorgehoben.



Abbildungen 3 und 4: Exemplarischer Blick in eine Produktionsstätte für Holzmodule © KZA



Abbildung 5: Baustelle in Bochum-Hofstede © Simon Bierwald/Vonovia



Abbildung 6: Fertig gestelltes Punkthaus in Bochum-Hofstede © Koschany + Zimmer Architekten KZA

In der Zwischenzeit wurde ein weiteres Wohnhaus der Vonovia in Dortmund fertiggestellt. Weitere Gebäude auf der Grundlage unseres Baukastens sind bundesweit in Planung. Sie werden in Holz-, Stahlrahmen- und Beton-Modulbauweise errichtet und an den jeweiligen Standort angepasst. Wir sprechen gerne von «Individualität in Serie».

Nun gilt es, der Produktionsgeschwindigkeit in den Genehmigungsprozessen gerecht zu werden. Denn da hinkt der Vergleich zur Automobilindustrie ein wenig: Die Grundstücke, speziell in der Nachverdichtung, bringen stets unterschiedliche Rahmenbedingungen mit sich, die es zu beachten gilt. Die unterschiedlichen Landesbauordnungen tun dazu ihr Übriges.

3. Ausblick

In der Diskussion über Wohnungsnot und steigende Mieten nimmt das serielle Bauen derzeit einen hohen Stellenwert ein. Dies liegt vor allem daran, dass das Verfahren gute Möglichkeiten bietet, schnell neuen Wohnraum zu schaffen. Die kurze Bauzeit reduziert Beeinträchtigungen für Nachbarn auf ein Minimum, was sich gerade bei der Nachverdichtung bestehender Quartiere positiv bemerkbar macht. Darüber hinaus bringt die serielle Produktion und Vorfertigung der Elemente nicht nur wirtschaftliche Vorteile, sondern auch eine hohe Präzision mit sich. Das bedeutet für spätere Bewohner eine hohe Wohnqualität bei vergleichsweise niedrigen Mieten.

So ist es nicht verwunderlich, dass unser Modulbau-Konzept bundesweit auf Interesse stößt. Zuletzt belegte KZA den ersten Platz bei einem Architektenwettbewerb zur Entwicklung des Bremer Quartiers Am Sacksdamm. Im vergangenen Jahr hatte die Stadt Bremen in Zusammenarbeit mit Vonovia insgesamt vier Architekturbüros eingeladen, ein Konzept für das Grundstück zu entwickeln. Der Entwurf von KZA sieht rund 80 Wohneinheiten vor, die auf der Fläche einer bestehenden Schichtbausiedlung entstehen sollen. In den Wohnungen mit zwei bis vier Zimmern sollen Familien, Singles und ältere Menschen gleichermaßen ein Zuhause finden – und das zu bezahlbaren Mietpreisen.



Abbildung 7: Wettbewerbsentwurf für Quartiersentwicklung Am Sacksdamm in Bremen © KZA

Auch viele Handwerksbetriebe haben das enorme Zukunftspotenzial des seriellen Bauens erkannt und rüsten sich für eine verstärkte Produktion in kürzeren Zeitabständen. Zugleich schlägt sich die Bedeutung serieller Konzepte auch in Wettbewerben und Ausschreibungen nieder. So streben das Bundesbauministerium und der Spitzenverband der Wohnungswirtschaft GdW den Abschluss einer Rahmenvereinbarung mit Planern und dem Baugewerbe an. Sie soll Rahmendaten und Preise für den Neubau von Wohnhäusern in serieller und modularer Bauweise regeln und damit die Vorlaufzeit für Bauvorhaben deutlich verkürzen. In Zusammenarbeit mit der Bundesarchitektenkammer und der Bauindustrie wurde in diesem Sommer ein öffentlicher Teilnahmewettbewerb ausgeschrieben. Über 40 Bieter und Bietergemeinschaften haben ihre Konzepte eingereicht. Ziel ist es, die Rahmenvereinbarung im Frühjahr 2018 mit den Siegern des Verfahrens auf den Weg zu bringen.

Die Zeit ist offenbar reif für die Industrialisierung der Wohnungswirtschaft. Zumindest kann das serielle Bauen eine gute Antwort auf die Herausforderungen unserer Zeit liefern – sofern die kreativen Köpfe dabei nicht ausgeschaltet werden. Denn trotz zugrundeliegender Baukästen braucht es Architekten, die bereit sind, im Entwicklungsprozess die städtebauliche Verantwortung zu übernehmen. Nur sie können die Elemente zu stimmigen Kompositionen zusammenfügen und Gebäude erschaffen, die mit dem Standort und der städtebaulichen Situation in Einklang stehen. Sie tragen damit dazu bei, die Vorteile serieller Konzepte vor Ort erfahrbar zu machen. Auf diese Weise kann es auch gelingen, die negativen Assoziationen der «Container-Architektur» aus den Köpfen der Menschen zu verbannen und eine höhere Akzeptanz seriell errichteter Gebäude zu erreichen.

Kostengünstiger, nachhaltig nutzbarer Wohnungsbau für Flüchtlinge am Beispiel Klosterstrasse, Frechen

18 Wohnungen für Flüchtlinge – ein Erfahrungsbericht

Achim Leirich
Geschäftsführer
GWG Rhein-Erft
Hürth, Deutschland



Stavros Chatzoudis
Architekt
GWG Rhein-Erft
Hürth, Deutschland



Kostengünstiger, nachhaltig nutzbarer Wohnungsbau für Flüchtlinge am Beispiel Klosterstrasse, Frechen

18 Wohnungen für Flüchtlinge – ein Erfahrungsbericht



1. Das Unternehmen

Als kommunales Wohnungsunternehmen ist die GWG Wohnungsgesellschaft mbH Rhein-Erft mit Sitz in Hürth seit über 75 Jahren in der Errichtung, Betreuung, Bewirtschaftung und Verwaltung von Wohn- und Geschäftshäusern aller Rechts- und Nutzungsformen auf den Stadtgebieten Frechen, Pulheim, Köln, Wesseling und Hürth tätig.

Mit rund 3000 eigenen und 630 verwalteten Wohnungen garantiert sie rund 10.000 Bewohnern der Region ein komfortables und sicheres Wohnen zu bezahlbaren Mieten.

2. Erste Ideen / das Konzept

Bereits vor der im Jahr 2015 aufgekommenen Flüchtlingskrise haben wir uns erstmalig Gedanken darübergemacht, die modulare Bauweise in Betracht zu ziehen. Gemeinsam und im Austausch mit den für uns tätigen Architekten wurden Überlegungen angestellt, wie man mit möglichst einfachen Baukörpern preiswert und schnell Wohnraum errichten kann. Zeitnah – auch aufgrund des Einflusses privater Erfahrungen – sind wir zu dem Entschluss gekommen, nicht konventionell, sondern in der Holzrahmenbauweise zu planen und zu bauen.

Das erste Grundkonzept wurde hausintern in kurzer Zeit erarbeitet. Dieses bietet dreigeschossig die Möglichkeit über einen vertikalen Erschließungskern und den zugeordneten Laubengängen eine bestimmte variable Anzahl an Wohnungen zu erschließen. Die Höhe der Anzahl an Wohnungen, auch die Geschossigkeit und die jeweiligen Aufteilungen sind, soweit es die Landesbauordnung zulässt, flexibel.

Unter dem Einfluss der Flüchtlingskrise begannen wir, die Wohnraumförderbestimmungen des Landes NRW und auch dann die neu eingeführten Richtlinien RL FLÜ mit zu beachten. Barrierefreiheit, optionale Aufzüge und auch das Vorsehen der Errichtung von Balkonen und Terrassen beeinflussten unser Grundkonzept.

Dieses sah ein dreigeschossiges Wohngebäude, bestehend aus zwölf Zwei-Zimmer-Wohnungen mit je rund 60 Quadratmetern und drei Fünf-Zimmer-Wohnungen mit jeweils ca. 120 Quadratmetern Wohnfläche, insgesamt 1.080 Quadratmetern Wohnfläche, vor.

Gestalterisch haben wir uns nach Durchspielen verschiedener Varianten dazu entschlossen, die Bauweise auch im Außenbereich sichtbar zu machen. Gewählt wurde eine unbehandelte, sägeraue Keilspundschalung aus sibirischer Lärche. Auch im Innenbereich wird Holz sichtbar. Bis auf die Decken in den Bädern und im Treppenhaus sind alle Innendecken mit 3-Schichtplatten aus Fichte bekleidet. Auch die Innenwände wurden wo möglich mit dem Material versehen. Der Boden ist bis auf die Bäder (Fliesen) mit Linoleum ausgelegt. Die Laubengänge und die Balkone bestehen, wie auch die Treppenläufe im Treppenhaus, aus oberflächenfertigen Betonfertigteilen. Die Brüstungen der Balkone und Laubengänge sind mit grünen Plattenwerkstoffen – je nach Anforderungen – geschlossen verkleidet. Sämtliche sichtbaren Stahlbauteile im Außenbereich sind feuerverzinkt ausgeführt.



Abbildung 1: Fassade



Abbildung 2: Innenraum - Wohnküche

Die Grundrisse sind sehr simpel in fünf Schichten aufgebaut. Die Laubengänge bilden die erste Schicht, welche der Erschließung dient. Es folgt die für alle Bewohner nutzbare Zone mit Wohnküche und Badezimmer. Daran schließt die Schicht mit den privaten Aufenthaltsräumen an. Als letzte Schicht bilden die Balkone und Terrassen den Abschluss und wieder den Übergang ins Freie. Im Erdgeschoss sind die Wohnungen barrierefrei angebunden. Alle Wohnungen werden direkt über die offene Wohnküche erschlossen. Die beiden Aufenthaltszimmer sind gleichwertig ausgebildet und verfügen über jeweils ca. 15 Quadratmeter Fläche. Beide Zimmer haben direkten Zugang zum Balkon. Das barrierefreie Badezimmer mit Fenster verfügt zusätzlich über eine Waschmaschinenstellfläche.

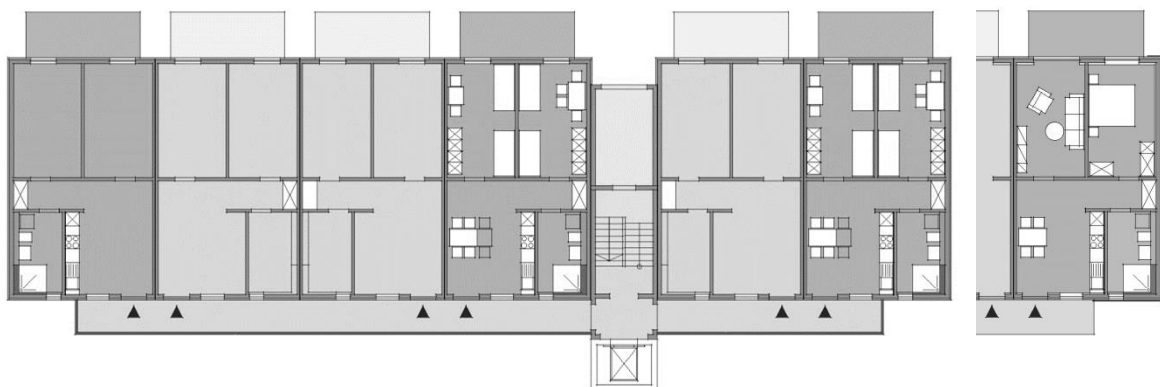


Abbildung 3: Konzept A mit 18 Zwei-Zimmer-Wohnungen und mit Balkonen - mit Option Nachnutzung

Parallel entwickelten wir, um auch beim Grundstückszuschnitt flexibel zu sein, noch ein weiteres Konzept, das zwölf Zwei-Zimmer-Wohnungen mit rund 720 Quadratmetern vorsieht. Das Konzept B mit der Option der Errichtung von Balkonen und einem Aufzug wurde ebenfalls als normales Wohngebäude für Flüchtlinge, aber auch für eine Nutzung im Anschluss, konzipiert.



Abbildung 4: Konzept B mit 12 Zwei-Zimmer-Wohnungen und mit Balkonen – mit Optionen Nachnutzung

Als kommunales Wohnungsunternehmen entschlossen wir uns, den Gesellschaftern (unter anderem fünf Städte) unser Konzept A zur Errichtung und Versorgung von Flüchtlingen mit Wohnraum vorzustellen, um diese auf den jeweiligen Stadtgebieten zeitnah zu errichten.

Über eine Funktionalausschreibung suchten wir einen Partner, welcher in der Lage war, neben der eigentlichen «schlüsselfertigen» Ausführung auch die erforderlichen maßgebenden Planungsleistungen übernehmen zu können, um das konkrete Projekt zu forcieren. Es wurden vier Unternehmen ausgesucht, die sowohl über große Erfahrungen im Bereich des Holzrahmenbaus verfügen, als auch selber schon Unterkünfte oder ähnliches konzipiert bzw. erstellt haben.

Zwei Unternehmen (Holzbau Kappler GmbH & Co. KG aus Rheinland-Pfalz, Kampshoff GmbH aus Nordrhein-Westfalen), die sich beide gleichermaßen dazu bereit erklärt hatten, zu einem einheitlichen Preis unser Projekt des Typs A umzusetzen, begannen eine Kooperationsgemeinschaft zu bilden, um gemeinsam das Projekt zu realisieren. Durch diese Zusammenarbeit erhielten wir die Sicherheit, das Projekt umsetzen zu können. Zum damaligen Zeitpunkt waren bereits sehr viele Unternehmen aufgrund der aktuellen Situation derart ausgelastet, dass mit einer schnellen Umsetzung nicht zu rechnen war.

Ende 2015 bereits beschloss der Aufsichtsrat der GWG Rhein-Erft, insgesamt 30 Mio. Euro zur Errichtung von Flüchtlingswohnungen nach RL FLÜ bereitzustellen und gleichzeitig auf Wunsch einer Gesellschafterin, mehrere Maßnahmen durchzuführen.

3. Das Projekt

Die Stadt Frechen entschloss sich Anfang 2016 zusätzlich, auf ihrem Stadtgebiet 18 Wohnungen durch die GWG Rhein-Erft auf einem Grundstück, das sie verkaufen wollte, errichten zu lassen.

Federführend beauftragten wir die Firma Holzbau Kappler, unser erstes Projekt in Frechen-Habbelrath zu errichten. Durch das zeitnahe Einbinden mehrerer Fachleute konnten wir sogar trotz der vorhandenen Erdbebenzone 2 das Gebäude komplett in Holzrahmenbauweise weiter planen (Ausnahme: Bodenplatte und Treppenläufe). Weitere Lösungen zu den brandschutzrelevanten Bauteilen wurden gefunden, so zum Beispiel das Nichterrichten eines massiven Treppenhauses oder unbekleidete Stahlstützen für den Laubengang. Beides war vorab von vielen Seiten als nicht umsetzbar erachtet worden.

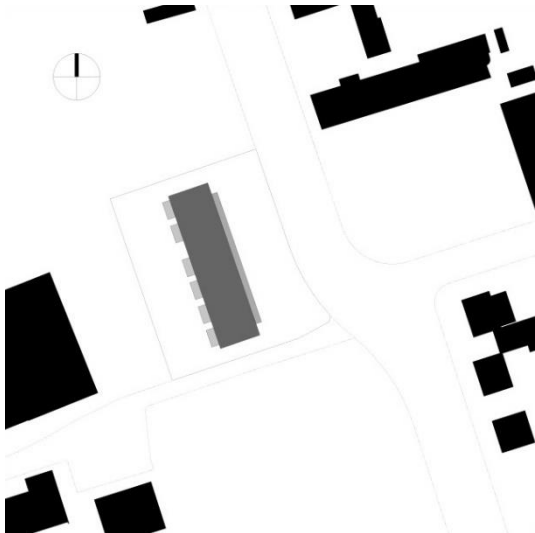


Abbildung 5: Lageplan



Abbildung 6: Ausschnitt Laubengang

Gemeinsam mit den zuständigen Fachbereichen der Stadt Frechen wurden die schwierigen Themen des Brandschutzes, aber auch der Anzahl der zu errichtenden Pkw-Stellplätze gelöst. Einvernehmlich kamen wir zu dem Ergebnis, 15 Wohnungen mit einer Wohnfläche von insgesamt 1.084 Quadratmetern mit dem Bauantrag im April 2016 zu errichten. Die erste Baugenehmigung lag dann bereits im Mai 2016 vor.

Parallel wurden Gespräche mit der Bewilligungsbehörde des Rhein-Erft-Kreises geführt. Da die drei von uns geplanten größeren Wohnungen eine Abweichung von der Richtlinie darstellten, und dieser Abweichung nicht zugestimmt wurde, entschlossen wir uns, insgesamt 18 Zwei-Zimmer-Wohnungen mit jeweils ca. 60 Quadratmetern Wohnfläche wie folgt zu errichten:

- Grundstücksfläche: 1.260 m²
- Wohneinheiten: 18 WE
- Wohnfläche: 1.084 m²
- Nebennutzfläche: 29 m²
- Verkehrsfläche: 183 m²
- BGF: 1.650 m²
- BRI: 4.920 m³
- Kosten: 1.630 €/m² WF (KG 300/400)



Abbildung 7: Innenraum - Aufenthalt

Die endgültige Baugenehmigung lag uns im Juli 2016 vor. Das Grundstück wurde im Sommer 2016 von uns von der Stadt Frechen erworben.

Zu diesem Zeitpunkt wäre bereits die Gesamtmaßnahme «startklar» und eine Fertigstellung wäre realistisch für Anfang 2017 möglich gewesen.

Für die Genehmigung zur Errichtung und damit zur Zur-Verfügung-Stellung der öffentlichen Mittel wurde der Globalmietvertrag zwischen der Stadt Frechen und der GWG Rhein-Erft mit dem Rhein-Erft-Kreis abgestimmt. Der bei Beginn des Projektes festgelegte Vertrag sah und sieht die Anmietung für einen längeren Zeitraum, mindestens des Förderzeitraumes, durch die Stadt Frechen vor.

Insbesondere der Übergang des Wohnraums für Flüchtlinge zu «normalem» öffentlich gefördertem Wohnraum, aber auch das Thema der Instandhaltung wurden unterschiedlich betrachtet. Nach längeren Gesprächen und viel Schriftverkehr sowie dutzenden von Telefonaten konnte gemeinsam abschließend am 20. Dezember eine Einigung erzielt werden. Die daraufhin erteilte Förderzusage ließ einen Baubeginn im Januar 2017 zu.

4. Die Bauphase

Aufgrund der etlichen Verzögerungen stellte die Firma Kappler ihren Zeitplan so um, dass im März 2017 die Bodenplatte des nichtunterkellerten Gebäudes errichtet wurde. Im April 2017 begann die Errichtung der Aufbauten. Bereits nach kurzer Zeit (vier Wochen) war die volle Kubatur inklusive der bereits in Teilflächen vorinstallierten Fassade mit den im Werk eingebauten Fenstern sichtbar. Der Innenausbau wurde vervollständigt und der Laubengang aufgebaut. Seit Ende Juli 2017 sind nahezu alle Arbeiten abgeschlossen. Fehlende Installationen im Innenbereich, das Aufstellen der nachträglich vorgestellten Balkone (Altane) und die noch zu erfolgenden Arbeiten an den Außenanlagen werden bis Mitte September fertiggestellt. Zum 1. Oktober 2017 wird das Wohngebäude an die Mieterin, die Stadt Frechen, übergeben. Die ursprünglich geplante Bauzeit von sechs Monaten wurde aufgrund vieler Einflussfaktoren auf acht Monate erhöht.



Abbildung 8: Gartenseite – noch ohne Balkone



Abbildung 9: Eingangsseite – Haupteingang

Aufgeschlossen und angenehm war und ist während der gesamten Bauphase die Zusammenarbeit mit der Nachbarschaft. Mit Beginn der Arbeiten wurden die teilweise vorhandenen Ressentiments schnell beseitigt. Viele Menschen nahmen teil am Baufortschritt, und es entstand eine enge Beziehung zu dem für uns tätigen Unternehmer Kappler und seinen Mitarbeitern. Erfreulicherweise ist es nicht ein einziges Mal zu Vorkommnissen im und am Bau oder rund um die Baustelle gekommen. Positiv und sehr sachlich waren die vielen Berichterstattungen in der lokalen, aber auch überregionalen Presse.



Abbildung 10: Detailansicht – Wohnungseingang mit Fenster der Wohnküche

Zwischenzeitlich interessierte sich eine große Anzahl diverser Gruppen für unser Projekt. Politik und Verwaltung aus der Region, Fachleute des Holzbaus, Architekten. Mehrmals führten wir gemeinsam, Herr Kappler, aber auch die uns immer tatkräftig unterstützende Bürgermeisterin Frau Susanne Stupp, die diversen Gruppen über die Baustelle und in unseren Neubau.

Alle kleineren, aber auch größeren Herausforderungen, die vor und während der Bauphase entstanden, konnten durch die enge, vertrauensvolle und immer zielorientierte Zusammenarbeit aller Beteiligten stets zeitnah gelöst werden. Hierfür allen vielen Dank.

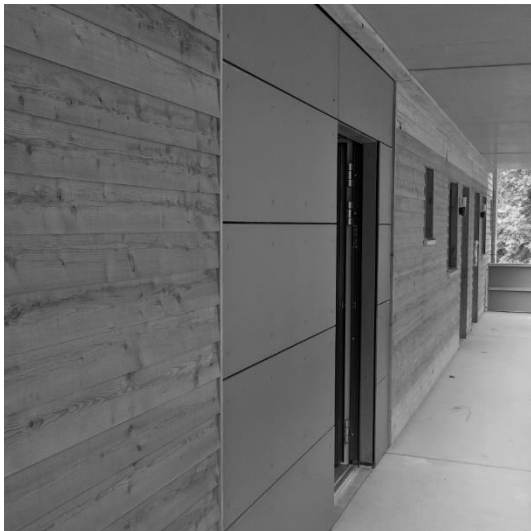


Abbildung 11: Detailansicht Laubengang

Link zur Baustellenkamera: <http://baudoku.1000eyes.de/cam/gwgrhein/00408CDCA89C/>

Nachverdichtung einmal anders – Parkplatzüberbauung am Dantebad in München

Josef Huber
Huber & Sohn GmbH & Co. KG
Bachmehring, Deutschland



Nachverdichtung einmal anders - Parkplatzüberbauung am Dantebad in München

Die Stadt München ist eine der am stärksten wachsenden Kommunen in Deutschland. Bis zum Jahr 2030 wird mit einem Zuzug von etwa 200.000 Neubürgern gerechnet.

Um den dafür notwendigen Wohnraum schaffen zu können, spielt gerade die Nachverdichtung von bestehenden Wohngebieten durch Aufstockung, Anbauten sowie durch Bebauung von Freiflächen zwischen Wohnanlagen eine wichtige Rolle.

Allerdings sind die Flächen für Neubebauungen knapp, dazu haben die Freiflächen eine hohe Bedeutung für das Klima in der Stadt – beispielsweise als Frischluftschneisen. Darüber hinaus dienen sie den Stadtbewohnern als Begegnungs- und Spielorte sowie als Fläche für Naherholung und Freizeit.

1. Die Idee

Die Idee des Bad Aiblinger Unternehmers Dr. Ernst Böhm von der B&O-Gruppe, Parkplätze zu überbauen, kam für den Münchner Oberbürgermeister Dieter Reiter zur rechten Zeit. Damit würden bereits versiegelte Flächen doppelt genutzt – zum einen als Wohnraum, zum anderen wie bisher als Parkfläche.

Im Rahmen des städtischen Wohnungsbauprogramms «Wohnen für alle» – mit dem von 2016 bis 2019 innerhalb kürzester Zeit 3.000 neue, bezahlbare Wohnungen entstehen sollen – ist man für ein Pilotprojekt einer Parkplatzüberbauung schnell für einen geeigneten Standort fündig geworden.



Abbildung 1: Entwurf der Parkplatzüberbauung (©Florian Nagler Architekten)

1.1. Das Projekt

Der städtische Parkplatz am Dantebad war für dieses Pilotprojekt ideal geeignet, zwischen dem Freibad und einem Sportplatz gelegen, dazu waren die vorhandenen Parkplätze nicht gebunden.

Die Idee, geboren im Dezember 2015, sollte nach dem Willen der Landeshauptstadt schnellstmöglich umgesetzt werden.

1.2. Rekordzeit von der Idee bis zur Auftragsvergabe

Mit der Durchführung des Projektes wurde die städtische Wohnungsbaugesellschaft GEWOFAG betraut. Die ersten Planungen mit Bauvoranfrage erfolgten bereits im Februar 2016, im März 2016 wurde die Bauleistung als Generalübernehmerleistung ausgeschrieben. Die Auftragserteilung an die B&O Gruppe erfolgte im Mai 2016.



Abbildung 2: Parkplatz zwischen Freibad und Sportplatz

2. Planung

Bereits in der Angebotsphase hat die B&O-Gruppe ein Bauteam mit Rohbauunternehmer, Holzbauunternehmer, Architekt, Tragwerksplaner, Brandschutzplaner und Haustechnikplaner zusammengestellt.

Somit konnten die notwendigen Planungsarbeiten ohne Zeitverzögerung mit der Auftragserteilung beginnen.

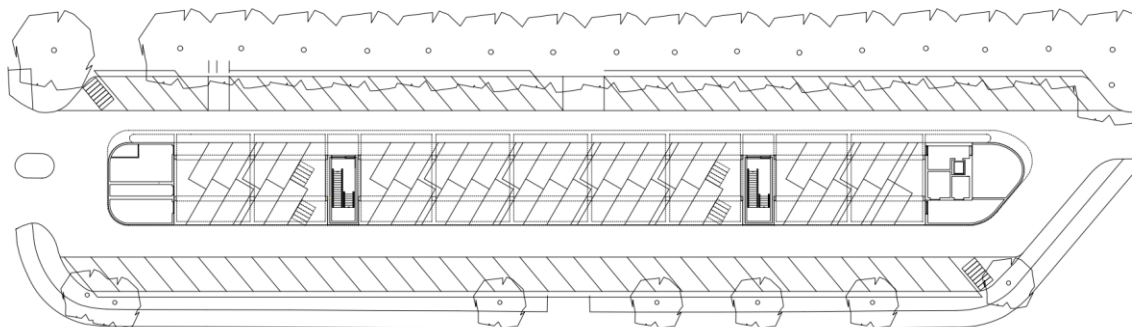


Abbildung 3: Parkplatzanordnung sowie Lage der Überbauung (©Florian Nagler Architekten)

Um die meisten der vorhandenen Parkplätze erhalten zu können, wurde die eigentliche Wohnbebauung als 4-geschossige Holzkonstruktion auf einem Stahlbetontisch mit Unterzügen und Stützen geplant.

Nur die beiden Treppenhäuser sowie die Kopfbauten, in denen Technik, Lager sowie Müllräume untergebracht sind, berühren den Grund. Auf eine Länge von 112 Metern und einer Breite von 11,40 Metern wurden 14 Zweizimmerwohnungen und 86 Einzimmerwohnungen geplant.

Von den Treppenhäusern werden diese über Laubengänge erschlossen.

Die Wohnungen sind für berechnete Haushalte verschiedener Einkommensstufen sowie anerkannte Flüchtlinge errichtet, die auf dem ansonsten hochpreisigen Münchner Wohnungsmarkt kaum Chancen für bezahlbaren Wohnraum haben.

Zusätzlich werden Gemeinschaftsräume, Waschräume mit Café in den Kopfbauten sowie auf der Dachterrasse Spielflächen mit Liegedecks sowie die Möglichkeit, Gemüse- und Kräuterbeete anzulegen, in der Planung mitberücksichtigt.

2.1. Konstruktion

Um möglichst wenig Parkplätze zu verlieren, wurde das Stützenraster für den Stahlbetontisch auf 9,50 Metern festgelegt. Die Stahlbetonarbeiten wurden in Ortbeton hergestellt und bestehen aus einem Stahlbetonträgerrost aus längs- und quergespannten Unterzügen mit einer darüberliegenden Betonplatte mit einer Stärke von 25 cm.

Der darüber angeordnete 4-geschossige Holzbau besteht aus tragenden Brettsper Holz-Innenwänden, die gleichzeitig als Wohnungstrennwände fungieren sowie darüber quergespannte Brettsper Holzdecken.

Die Längsaußenwand zum Dantebad hin weist lediglich aussteifende Funktionen auf und ist als Holzrahmenwandkonstruktion konzipiert.

Die Längswand zur Sportplatzseite fungiert auch als Auflager für die Laubengänge aus Betonfertigteilen und ist somit als tragende und hochfeuerhemmende Holzrahmenkonstruktion ausgeführt.

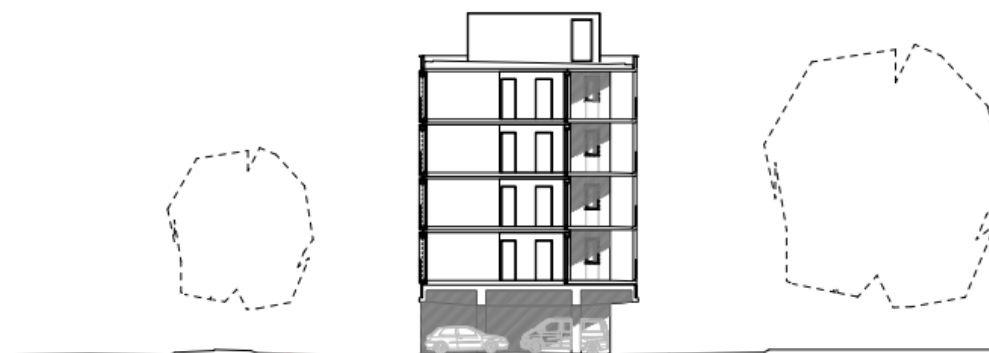


Abbildung 4: Gebäudeschnitt (©Florian Nagler Architekten)

2.2. Bauzeit und Vorfertigung

Mit der Auftragserteilung wurde auch ein ambitionierter Bauzeitplan zur Vorgabe für die Beteiligten.

Durch starke Unterstützung der Stadt konnte in Rekordzeit eine Baugenehmigung erwirkt werden.

Das sonst übliche Abarbeiten der verschiedenen beteiligten Behörden der Reihe nach erfolgte bei diesem Bauvorhaben parallel. Bereits im Juli konnte deshalb mit den Erd- und Betonarbeiten auf der Parkfläche begonnen werden.

Um die ambitionierten Bauzeiten einhalten zu können, wurde großer Wert auf einen hohen Vorfertigungsgrad im Bereich Holzbau gelegt.

Die Fertigung im Werk wurde im 2-Schichtbetrieb ausgeführt, auch hier erfolgte die Produktion teilweise parallel zur bereits laufenden Montage.

Die Wohnungstrennwände wurden bereits werkseitig mit den notwendigen Beplankungen aus Gipsfaserplatten belegt.

Die Außenwände wurden im Werk komplett fertiggestellt – inkl. Einbau der Fenster und Anbringen der äußeren Fassadenbekleidung.

Die Bäder wurden komplett als Raumzellen vorgefertigt und im Zuge der Holzbaumontage eingehoben und positioniert.

Die Stahlbetonarbeiten waren Mitte September noch nicht fertiggestellt, da wurde bereits mit der Holzbaumontage begonnen.

Auch hier arbeitete man parallel mit mehreren Montagegruppen auf die gesamte Gebäudelänge verteilt sowie – zur optimalen Ausnutzung der Kräne – zeitlich versetzt von Montag bis einschließlich Samstag. Nach knapp 8 Wochen war die Elementmontage abgeschlossen, der Innenausbau erfolgte wiederum parallel mit dem Holzbau und startete bereits Anfang Oktober.

Im Januar 2017 erfolgten die Abnahmen der Wohnungen und die ersten Bewohner konnten Ende Januar 2017 ihr neues Heim beziehen.
Der Dachgarten und die Außenanlagen wurden nach Ende der Winterperiode im März und April 2017 fertiggestellt.

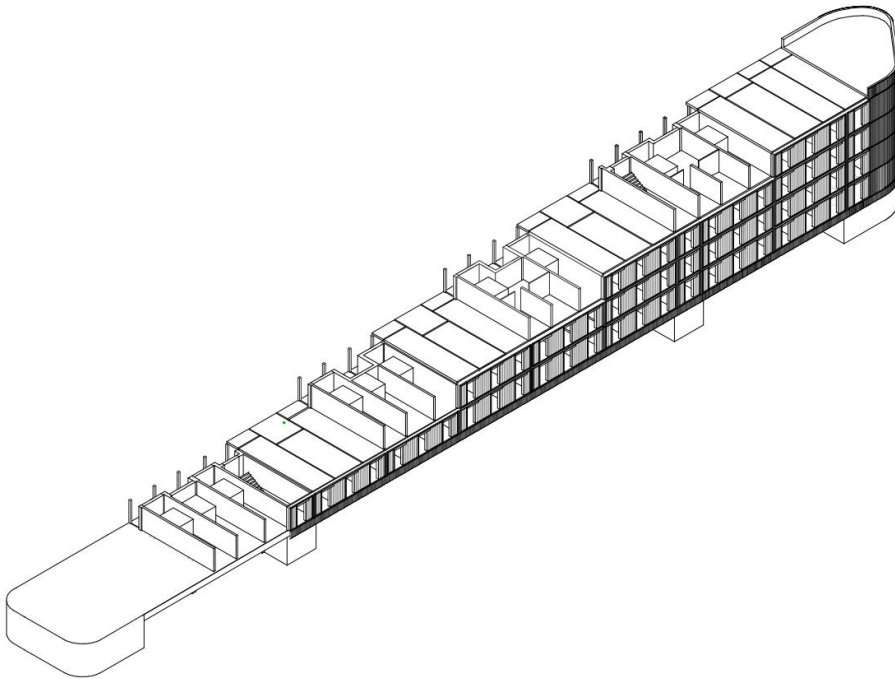


Abbildung 5: Kurze Bauzeit durch paralleles Arbeiten – Rohbau und Ausbau erfolgen im engen Takt
(©Florian Nagler Architekten)



Abbildung 6: Vorfertigung



Abbildung 7: Montage von Sanitärmodulen



Abbildung 8: Enge Taktung von Beton- und Holzbau



Abbildung 9: Laubengang

3. Betrachtung der Kosten

Ausschlaggebend ist es, die Kosten ganzheitlich zu betrachten, einschließlich Grundstück. Die reinen Baukosten sind durch den relativ aufwendigen Betontisch höher als ein vergleichbares Objekt auf grüner Wiese ohne Keller und ohne Tiefgarage.

Dem gegenüber stehen jedoch erhebliche Einsparungen bei den Grundstückskosten. Je nach Lage und Ort übersteigen diese die Mehrkosten aus dem Bauen um ein Vielfaches. Diese Schere wird in Zukunft sogar weiter auseinandergehen, da baureife Grundstücke gerade im innerstädtischen Lagen zunehmend Mangelware werden.



Abbildung 10: Südostansicht (©Roland Weegen)



Abbildung 11: Nordansicht (©Lukas Barth)

4. Fazit

Parkflächen stehen in Ballungsräumen vielfach zur Verfügung – sei es bei den großen Einzelhändlern (Aldi, Lidl, ...) oder auch bei den Gewerbetrieben.

Eine Überbauung dieser Flächen mit Wohnraum ist wirtschaftlich sinnvoll.

Dazu kommt, dass dadurch keine zusätzlichen Bauflächen nötig werden.

Die rekordverdächtige Planungs- und Bauzeit – von der Idee bis zur Fertigstellung gerade mal ein gutes Jahr – sollte beispielgebend und ein gutes Argument für den Holzbau sein.

Kurze Projektzeiten bedeuten auch Kostensicherheit.

Terminübersicht:

Januar/Februar	2016	Planung & Bauvoranfrage
März	2016	Europaweite Ausschreibung
April/Mai	2016	Vergabe & Baugenehmigung
Juni/Juli	2016	Werkplanung / Baustelleneinrichtung
Juli/August/September	2016	Betontisch / Fertigung Holzbau
September – November	2016	Montage Holzbau mit Badzellen
Oktober – Dezember	2016	Innenausbau
Januar/Februar	2017	Bezug
März/April	2017	Dachgarten und Außenanlagen

Baubeteiligte:

Bauherr: GEWOFAG Wohnen GmbH, München

Generalübernehmer: B&O Gruppe, Bad Aibling

Architekt: Florian Nagler Architekten, München

Tragwerksplanung Holzbau: Ingenieurbüro Franz Mitter-Mang, Waldkraiburg

Tragwerksplanung Betonbau: r.plan GmbH, Chemnitz

Prüfstatik: Behringer Beratende Ingenieure GmbH, München

Schallschutz: ift Rosenheim, Rosenheim

Brandschutz: PHIPlan, Grabenstätt/Winkl

Holzbau, Fenster und Fassade: Huber & Sohn GmbH & Co. KG, Bachmehring

Block B1

AKUSTIK: Planen und Konstruieren

Bauteilkatalog Leichtbau nach DIN 4109

Andreas Mayr
Hochschule Rosenheim
ig-bauphysik GmbH & Co. KG
Rosenheim, Deutschland



Bauteilkatalog Leichtbau nach DIN 4109

1. Einleitung

Der fortschreitende Klimawandel hat zweifelsohne sowohl auf politischer als auch auf gesellschaftlicher Ebene einen zunehmenden Einfluss auf unterschiedlichste Bereiche unseres Lebens, nicht nur im Bauwesen. Klimaschutzgesetze haben zum Ziel, die CO₂-Emissionen zu senken und damit eine weitere Erderwärmung zu verhindern. Im Baubereich spielt hier insbesondere die Energieeinsparung eine maßgebliche Rolle. Aber auch die Thematik des nachhaltigen und ökologischen Bauens rückt verstärkt ins Bewusstsein der Baubranche und deren Kunden. Zudem scheint ein gewisser Naturbezug und die Verwendung organischer Materialien im Wohn- und Arbeitsbereich sich zunehmender Beliebtheit zu erfreuen.

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, der seit Ewigkeiten als Baustoff verwendet wird und sowohl Tradition als auch Innovation verkörpert. Die Fähigkeit von Bäumen CO₂ umzuwandeln und Sauerstoff abzugeben, ist elementar für das Leben auf der Erde. Wenn Holzprodukte am Ende ihrer Lebensdauer energetisch verwertet werden, wird nur so viel CO₂ freigesetzt, wie der Baum während seines Wachstums gebunden hat. Insofern tragen eine nachhaltige Holzwirtschaft und die Verwendung einheimischer Hölzer im Bauwesen aktiv zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bei.

Um diese Entwicklung aus bautechnischer Sicht zu unterstützen ist es zwingend erforderlich für den Holzbau, neben einer Vielzahl anderer Aspekte, auch bauphysikalische Lösungen anzubieten, mit denen sämtliche Anforderungen an moderne Wohn- und Nichtwohngebäude eingehalten werden können. Dazu gehören sowohl wärmeschutztechnische als auch schalltechnische Aspekte. Gerade durch die Möglichkeit mehrgeschossiger Bauten in Holzbauweise steigen die Anforderungen an den Schallschutz enorm.

Dabei stellt die schalltechnische Planung dieser Gebäude eine im Vergleich zu Massivbaugebäuden deutlich größere Herausforderung dar. Dies beruht nicht nur auf den vielfältigen Gestaltungs- und Ausführungsvarianten des Holzbaus, sondern in erster Linie auf fehlende Planungswerkzeuge und Datengrundlagen für die effektive und sichere Berechnung des baulichen Schallschutzes in der Praxis.

Diese Lücke sollte im Zuge der Neufassung der DIN 4109:2016-07 [1] geschlossen bzw. deutlich reduziert werden, indem Forschungsergebnisse umfangreicher Vorhaben [2], [3] in die neue Norm aufgenommen wurden.

Dazu wurde die Norm komplett neu strukturiert und verschiedene Bauteilkataloge erarbeitet, die als Datengrundlage für die Berechnungsverfahren herangezogen werden können. Der Bauteilkatalog für den Holzbau wurde in DIN 4109-33:2016-07 zusammengefasst [4] und wird in diesem Beitrag speziell hinsichtlich der Belange des Holzbaus eingehend diskutiert. Mithilfe der dort aufgeführten, vergleichsweise viel umfassenderen Eingangsdaten, können zusammen mit den ebenfalls neu aufgenommenen Rechenverfahren nun im Bereich des Holzbaus Berechnungen des baulichen Schallschutzes und damit auch die baurechtlich vorgeschriebenen Nachweise planerisch deutlich zuverlässiger geführt werden.

Damit repräsentiert der neue Bauteilkatalog den heutigen Holzbau in Deutschland wesentlich besser und ausführlicher als dies in der alten DIN 4109 der Fall war. Zudem bietet die neue Struktur der DIN 4109 die Möglichkeit die Bauteilkataloge kontinuierlich anzupassen und zu ergänzen.

Dass dies bereits zum jetzigen Zeitpunkt für den Bauteilkatalog Teil 33 erforderlich wäre, sollte an dieser Stelle nicht verschwiegen werden. Entsprechend wird in vorliegendem Beitrag auch auf die nach wie vor vorhandenen Lücken des Bauteilkatalogs hingewiesen und zugleich aufgezeigt, in welchem Bereich sich dazu Lösungen z.B. aus der aktuellen Forschung erwarten lassen.

Nach der Vorstellung der speziell für den Holzbau relevanten Rechenverfahren und eingehender Diskussionen zum Bauteilkatalog wird im letzten Teil des vorliegenden Beitrags anhand ausgewählter Anwendungsbeispiele die praktische Umsetzung der neuen Ansätze zum Nachweis des baulichen Schallschutzes bei Holzbaugebäuden aufgezeigt.

2. Grundlagen

2.1. DIN 4109 – Notwendigkeit der Überarbeitung

Die Norm DIN 4109 «Schallschutz im Hochbau» regelt grundsätzlich die Anforderungen an den Schallschutz in Gebäuden sowie den Nachweis der Einhaltung dieser Anforderungen. Hierbei kann der Nachweis des geschuldeten Schallschutzes sowohl durch Messung am ausgeführten Gebäude als auch durch rechnerische Abschätzung geführt werden. Letztgenanntes «Rechenverfahren» wurde bislang im Beiblatt 1 der alten DIN 4109 beschrieben. Dieses Beiblatt enthielt neben der formellen Beschreibung der Rechenverfahren zur Bestimmung der Luft- und Trittschallübertragung eine Beispielsammlung von typischen Bauteilen («Bauteilkatalog»). In diesem Bauteilkatalog waren sowohl eine Beschreibung der Konstruktionsmerkmale des jeweiligen Bauteils, als auch die als Eingangsgrößen für das Rechenverfahren benötigten bauakustischen Kenngrößen als Einzahlwerte aufgeführt. Als besonderes Merkmal der bisherigen Norm wurden die Kenngrößen für die Luft- und Trittschalldämmung nicht nebenwegfrei, sondern mit «bauähnlicher Flankenübertragung» ermittelt, d.h. die angegebenen Kennwerte der Bauteile galten für eine standardisierte Einbausituation. Für den Fall, dass die tatsächliche Einbausituation stark von dieser abwich, wurden entsprechend beschriebene Korrekturterme berücksichtigt. Für den Holzbau waren in diesem Bauteilkatalog die Nachweismöglichkeiten sehr begrenzt. Bei den Holzdecken waren beispielsweise lediglich sieben Ausführungsvarianten aufgeführt, von denen nur vier den schalltechnischen Anforderungen eines Mehrfamilienhauses genügten.

Zusätzlich zur völlig unzureichenden Datengrundlage haben sich bedingt durch die internationale Harmonisierung der Regelwerke große Veränderungen im Bereich der bauakustischen Normen ergeben. Problematisch waren hier zum Beispiel Änderungen in den Messnormen, die nun ausschließlich Messungen in nebenwegfreien Prüfständen vorsehen. Damit konnten die gemessenen akustischen Größen nicht mehr direkt als Eingangsdaten für das bisherige Rechenverfahren herangezogen werden.

Eine weitere einschneidende Veränderung stellte die Einführung der europäischen Normenreihe DIN EN 12354 [5] dar. Diese Normen beschreiben die Rahmenbedingungen für die Durchführung des rechnerischen Schallschutznachweises für die Luft- und Trittschalldämmung. Die Normenreihe DIN EN 12354 enthält Berechnungsverfahren und Hinweise zur Berechnung des Schallschutzes von Gebäuden. Bestandteile dieser Normenreihe wurden in DIN 4109-2:2016-07 [1] so zusammengefasst und ergänzt, dass damit der bauordnungsrechtlich geforderte Schallschutznachweis ohne weiteren Rückgriff auf die Normenreihe DIN EN 12354 durchgeführt werden kann, wobei jeweils die vereinfachten Berechnungsverfahren (basierend auf Einzahlwerten) berücksichtigt wurden.

2.2. Übertragungswege

Im Gegensatz zu dem in der alten DIN 4109 beschriebenen Rechenverfahren werden in der Normenreihe DIN EN 12354 die Nebenwege nicht pauschal, sondern einzeln betrachtet, siehe [1]. Die Buchstabenkombinationen Dd, Df, Ff und Fd kennzeichnen die verschiedenen Schallübertragungswege, wobei der Buchstabe f für ein flankierendes Bauteil, der Buchstabe d für das trennende Bauteil steht. Großbuchstaben kennzeichnen das angeregte Bauteil im Senderraum, Kleinbuchstaben das abstrahlende Bauteil im Empfangsraum. Verallgemeinernd werden die Übertragungswege mit deren beteiligten Bauteilen häufig durch die Buchstabenkombination ij beschrieben.

Als Eingangsgrößen für das Rechenverfahren dienen die nebenwegfrei gemessenen Schalldämmungen des Trennbauteils und der flankierenden Bauteile, sowie die an den Stoßstellen der Bauteile auftretenden Kopplungsverluste.

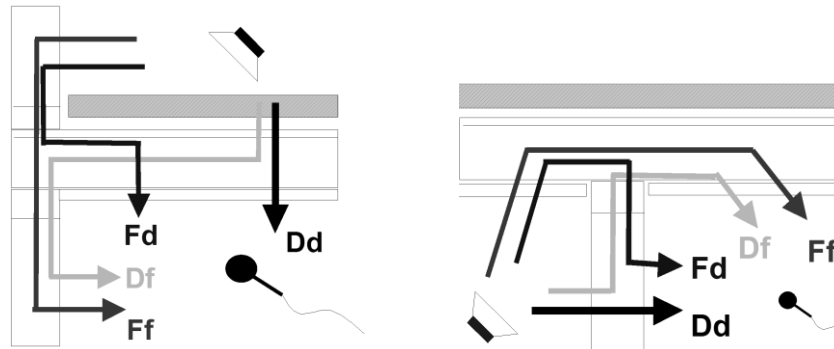


Abbildung 1: Übertragungswege gem. DIN 4109-2; Buchstabenkombinationen Dd, Df, Ff und Fd für die verschiedenen Übertragungswege; Quelle: [11]

Da jedoch in diesem Berechnungsansatz die Übertragung von Körperschall bei nicht-homogenen Konstruktionen, wie sie im Holzbau üblich sind, unzureichend beschrieben ist, besteht alternativ die Möglichkeit, die Schalllängsdämmung eines flankierenden Bauteils komplett als Eingangsgröße zu verwenden.

2.3. Rechenverfahren

Die in den nachfolgend beschriebenen Rechenverfahren herangezogenen Kenngrößen beschreiben das bewertete Bau-Schalldämm-Maß für den Luftschall R'_w und den bewerteten Norm-Trittschallpegel im Bau $L'_{n,w}$. Sie entsprechen den Kenngrößen für die Anforderungen in DIN 4109-1:2016-07 [6]. Zur Unterscheidung von den berechneten Werten R'_w und $L'_{n,w}$ werden die in DIN 4109-1 genannten Anforderungsgrößen mit erf. R'_w und zul. $L'_{n,w}$ bezeichnet. Im Rahmen des Nachweises müssen die errechneten Werte um einen festgelegten Sicherheitsbeiwert vermindert bzw. erhöht werden.

2.3.1. Luftschall

Entsprechend dem vereinfachten Verfahren nach der Normenreihe DIN EN 12354 werden für die resultierende Luftschallübertragung zwischen zwei Räumen die direkte Schallübertragung über das Trennbauteil und die Schallübertragung über alle Flankenwege berücksichtigt. Bei bauüblichen Übertragungssituationen (ein Trennbauteil, vier flankierende Bauteile) sind also insgesamt 13 verschiedene Übertragungswege zu berücksichtigen. Davon entfallen 12 Wege auf die flankierende Übertragung. Hierbei wird jeder Weg unabhängig von den anderen Wegen berechnet. Es werden dabei lediglich die flankierenden Übertragungswege über eine Stoßstelle hinweg berücksichtigt. Für jeden Übertragungsweg wird ein Schalldämm- bzw. Flankendämm-Maß ermittelt. Die resultierende Schalldämmung R'_w unter Berücksichtigung aller flankierenden Wege ergibt sich dann durch energetische Addition der beteiligten Wege, siehe Gleichung (1).

$$R'_w = -10 \cdot \log \left(10^{-0,1 \cdot R_{Dd,w}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Ff,w}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Df,w}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Fd,w}} \right) \quad (1)$$

Aufgrund der konstruktiven Unterschiede bei der Schallübertragung in unterschiedlichen Bauweisen wird dieses Rechenmodell für den Schallschutznachweis unterschiedlich umgesetzt und unterschieden in Massivbau, Gebäude mit zweischaliger massiver Haustrennwand (Doppel- und Reihenhäuser), Holz-, Leicht- und Trockenbau und Skelettbau und Mischbauweisen.

In Gebäuden in Massivbauweise werden die einzelnen Anteile an der Gesamtübertragung auf den verschiedenen Schallübertragungswegen aus der Direktschalldämmung der Bauteile $R_{i,w}$ und $R_{j,w}$, etwaiger Vorsatzkonstruktionen $\Delta R_{ij,w}$ und dem Stoßstellendämm-Maß K_{ij} berechnet Gleichung (2) und anschließend energetisch addiert.

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}}{2} + \frac{R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \cdot \log \left(\frac{S_s}{l_0 \cdot l_f} \right) \quad (2)$$

Die Berechnung der Flankenübertragung nach Gleichung (2) anhand der Direktschalldämm-Maße und der Stoßstellendämm-Maße ist im Holz-, Leicht und Trockenbau aufgrund der elementierten und stark inhomogenen Konstruktionen nicht praktikabel. Daher erfolgt hier die Berechnung der Flankendämmung pauschal durch die in Prüfständen ermittelte, konstruktionsabhängige, bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$, welche für die jeweiligen flankierenden Bauteile ermittelt und zur Direktschalldämmung des Trennbauteils energetisch addiert wird. Vorsatzschalen und Fußbodenaufbauten werden dabei nicht getrennt eingerechnet, sondern als integrierter Teil des Bauteils angesetzt. Grundsätzlich ist die Übertragung auf dem Weg Ff ist von der Ausführung der flankierenden Bauteile und der Stoßstelle abhängig. Der Einfluss der gemischten Übertragungswege (Df und Fd) hängt zusätzlich von der Ausführung des Trennbauteils ab. Bei der Neufassung der DIN 4109 wurde dabei angestrebt, die Anteile der gemischten Flankenübertragungswege in einem Korrektursummanden K zusammenzufassen. Untersuchungen dazu lieferten im Durchschnitt Werte für K von 0 bis -2 dB [7], [8]. Allerdings zeigten Ergebnisse weiterer Forschungsvorhaben [9], [10] die beste Übereinstimmung zwischen Prognose und Baumessung wenn K=0 dB verwendet wurde. Insofern wurde in der Neufassung der DIN 4109-2:2016-07 der Korrektursummand für die gemischten Übertragungswege nicht übernommen, sodass für den Holzbau letztlich nur der Weg Ff von Bedeutung ist.

$$R'_w = -10 \cdot \log \left(10^{-0,1 \cdot R_{Dd,w}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1 \cdot R_{Ff,w}} \right) \quad (3)$$

mit

$$R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10 \cdot \log \left(\frac{S_s}{A_0} \right) + 10 \cdot \log \left(\frac{l_{Lab}}{l_f} \right) \quad (4)$$

R'_w bewertetes Bau-Schalldämm-Maß zwischen zwei Räumen in dB

$R_{Dd,w}$ bewertetes Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils in dB

$R_{Ff,w}$ bewertetes Flankendämm-Maß für den Übertragungsweg Ff in dB

$D_{n,f,w}$ bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz eines flankierenden Bauteils in dB

n Anzahl der flankierenden Bauteile in einem Raum; üblicherweise ist $n = 4$

l_{lab} Bezugskantenlänge in m; $l_{lab} = 2,8$ m für Fassaden und Innenwände bei horizontaler Übertragung; $l_{lab} = 4,5$ m für Decken, Unterdecken und Fußbodenaufbauten bei horizontaler Übertragung sowie bei Fassaden und Innenwänden bei vertikaler Übertragung. Sofern Daten aus Prüfberichten verwendet werden, ist als Bezugskantenlänge die dort genannte Kantenlänge l_{lab} zu verwenden.

l_f gemeinsame Kopplungslänge der Verbindungsstelle zwischen dem trennenden Bauteil und den flankierenden Bauteilen F und f in der Bausituation in m

S_s Fläche des trennenden Bauteils in m^2

A_0 Bezugsabsorptionsfläche mit $A_0 = 10$ m^2

Die Einhaltung der Anforderung an das resultierende Schalldämm-Maß kann wie folgt abgeschätzt werden: Das Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils $R_{Dd,w}$ und die bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenzen $D_{n,f,w}$ aller flankierenden Bauteile müssen jeweils mindestens 7 dB über dem Anforderungswert liegen.

Für die Holzmassivbauweise ist das in Gleichungen (3) und (4) beschriebene Rechenmodell nicht anwendbar. Für diese Bauweise muss auf das Massivbaumodell mit Stoßstellendämm-Maßen K_{ij} zurückgegriffen werden.

2.3.2. Trittschall

Der bewertete Norm-Trittschallpegel im Bau $L'_{n,w}$ kann bei Massivdecken mit als einschligig zu betrachtender Grundkonstruktion aus dem äquivalenten bewerteten Norm-Trittschallpegel $L_{n,eq,0,w}$ der Rohdecke und der bewerteten Trittschallminderung ΔL_w durch eine Deckenauflage berechnet werden. Der Einfluss der Flankenübertragung für die jeweilige Bausituation wird global durch einen Korrekturwert K in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse der Massivdecke und der mittleren flächenbezogenen Masse $m'_{f,m}$ der

homogenen massiven flankierenden Bauteile, die nicht mit Vorsatzkonstruktionen belegt sind, berücksichtigt. Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ berechnet sich damit bei übereinanderliegenden Räumen nach folgender Gleichung:

$$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + K \quad (5)$$

Aufgrund der konstruktiven Unterschiede bei der Schallübertragung in unterschiedlichen Bauweisen wird dieses Rechenmodell für den Schallschutznachweis in Abhängigkeit von der Deckenkonstruktion unterschiedlich umgesetzt. Unterschieden wird zwischen Trittschallübertragung über Massivdecken und bei Gebäuden mit zweischaliger massiver Haus-trennwand (Einfamilien-Reihen- und Doppelhäusern) und Trittschall bei leichten Decken in Holzbauweise und bei Metallträgerdecken.

Für die von Massivdecken verursachte Trittschallübertragung zeigt

Abbildung 2 links die zu berücksichtigenden Wege über die angeregte Decke und die flankierenden Bauteile. Neben der hauptsächlich interessierenden Übertragung in einen direkt darunter liegenden Raum sind auch Übertragung in einen daneben liegenden und einen diagonal darunter liegenden Raum zu berücksichtigen. Für die beiden letztgenannten Übertragungssituationen wird der Korrekturwert K durch einen Korrekturwert K_T ersetzt. Für den Holz-, Leicht- und Trockenbau besteht diese Möglichkeit derzeit nicht.

Das Berechnungsverfahren für die vertikale Trittschallübertragung von Decken in Holzbauweise wird analog zum Massivbau angewandt, jedoch mit einem an den Holzbau angepassten Korrekturwert für die Flankenübertragung. Diese berücksichtigt einen weiteren, im Massivbau nicht relevanten Flankenübertragungsweg, siehe

Abbildung 2 rechts.

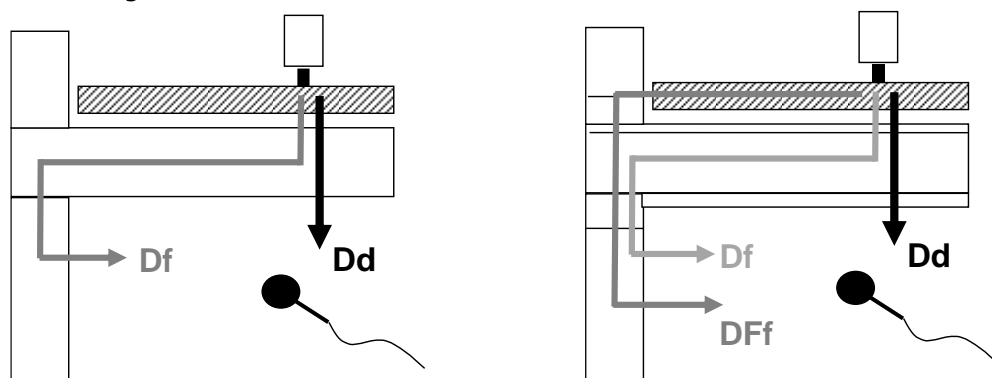


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Beiträge zur Trittschallübertragung; links Massivbau, rechts Holzbau [11]

Berücksichtigt wird dabei, dass bei Holzdecken neben dem eigentlichen Flankenweg D_f über die Holzdecke ein weiterer Flankenweg D_{ff} über den Randanschluss des schwimmenden Estrichs existiert. Diese beiden Flankenwege werden durch die Korrekturwerte K_1 und K_2 abgebildet [12], [13]. Eine separate Berücksichtigung der Trittschallminderung durch Fußbodenaufbauten und Unterkonstruktionen ist für Decken in Holz- und Leichtbauweise nicht vorgesehen. Die bewerteten Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ für die Gesamtkonstruktion der Decke können direkt dem Bauteilkatalog DIN 4109-33:2016-07 [4] oder Prüfberichten entnommen werden.

Damit wird die vertikale Trittschallübertragung wie folgt berechnet:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 \quad (6)$$

$L'_{n,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel der Holzdecke in der Bausituation in dB

$L_{n,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel der Holzdecke ohne Flankenübertragung in dB

K_1 Korrekturwert zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg D_f

K_2 Korrekturwert zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg D_{ff}

2.4. Schallschutznachweis

Die Genauigkeit der oben beschriebenen Rechenverfahren wurde im Zuge des in [10] beschriebenen Forschungsvorhabens anhand von Vergleichen zwischen einer Vielzahl berechneter und gemessener, realer Bausituationen untersucht. Dabei wurden Vergleiche sowohl für die Luft- als auch die Trittschalldämmung für unterschiedliche Bauweisen (Massivbauten und Holzrahmenbauten) und unterschiedlich große Trennbauteilflächen ausgewertet. Die Ergebnisse zeigten, dass zwischen den berechneten Fällen und der Nachmessung in situ praktisch keine systematische Abweichung besteht [10]. Unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten und der Reproduzierbarkeit der beteiligten Bauteile kann von einer Übereinstimmung von Prognoserechnung und Ergebnis am Bau für Luft- und Trittschall ausgegangen werden.

Die für die Prognoserechnung herangezogenen Eingangsdaten werden nach der neuen DIN 4109-2 [1] ohne Zu- bzw. Abschläge verwendet. D.h. die sog. «Rechenwerte» und «Vorhaltemaße» der alten DIN 4109 gibt es nicht mehr. Dies dürfte sicher zu einer Vereinfachung in der Kommunikation zwischen den Fachplanern für Bauakustik und den ausübenden Gewerken in der Beratungspraxis führen.

Für die Schallschutznachweise der DIN 4109 sind die durchzuführenden Berechnungen zur Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit u_{prog} mit einem Zu- bzw. Abschlag auf das Endergebnis zu versehen. Diese Zu- bzw. Abschläge werden als Sicherheitsbeiwerte bezeichnet. Für die Luftschallübertragung im Gebäude wird als pauschaler Wert $u_{\text{prog}} = 2 \text{ dB}$, für die Trittschallübertragung im Gebäude wird als pauschaler Wert $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$ angesetzt. Damit gilt zur Erfüllung der Anforderungen an die Luft- und Trittschallübertragung von trennenden Bauteilen:

$$R'_w - 2 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_w \quad \text{bzw.} \quad L'_{n,w} + 3 \text{ dB} \leq \text{zul. } L'_{n,w} \quad (7)$$

2.5. Eingangsdaten / Bauteilkataloge

Die für die oben beschriebenen Rechenverfahren erforderlichen Eingangsdaten können sowohl für den Massivbau als auch für den Leicht- und Holzbau den sog. Bauteilkatalogen der neuen DIN 4109 entnommen werden. Der Teil DIN 4109-31 [14] stellt dafür das Rahmendokument dar. Die Teile DIN 4109-32 bis DIN 4109-36 enthalten schalltechnische Daten von Bauteilen und Konstruktionen, die ohne bauakustische Prüfungen in Schallschutznachweisen im Rahmen der in DIN 4109-2 [1] genannten Berechnungsverfahren verwendet werden dürfen. Da diese als «vereinfachte Berechnungsverfahren» frequenzunabhängig mit Einzahlwerten arbeiten, sind alle Angaben in diesen Teilen ebenfalls ausschließlich als Einzahlwerte angegeben. Spektrumanpassungswerte C , C_{tr} und C_{I} werden, falls verfügbar, in den einzelnen Normteilen ergänzend zu den Kennwerten R_w , $D_{n,f,w}$ und $L_{n,w}$ genannt. Auf die Nennung von Spektrumanpassungswerten für einen erweiterten Frequenzbereich ab 50 Hz wurde verzichtet, da dafür derzeit zu wenige Angaben verfügbar sind und für die Berücksichtigung tiefer Frequenzen noch keine einheitlichen Festlegungen existieren.

Entsprechend den Vorgehensweisen der Prüf- und Bewertungsverfahren werden durch die genannten schalltechnischen Kennwerte ausschließlich Bauteileigenschaften bzw. bei Stoßstellen Eigenschaften von Bauteilverbindungen beschrieben, nicht aber Eigenschaften, die sich resultierend aus der gesamten Übertragungssituation ergeben. Die angegebenen Werte werden erfahrungsgemäß bei einwandfreier Ausführung erreicht. Eine Aussage darüber, ob mit den genannten Bauteilen oder Konstruktionen definierte Schallschutzanforderungen eingehalten werden, ist alleine auf Grundlage der genannten Kennwerte nicht möglich und kann nur mit Hilfe der oben beschriebenen Berechnungsverfahren getroffen werden.

Die genannten Werte gelten nur für Bauteile und Konstruktionen mit den in den Beschreibungen genannten konstruktiven Eigenschaften. Bei abweichenden Eigenschaften bzw. für nicht aufgeführte Bauteile müssen die benötigten Eingangsdaten durch bauakustische Prüfungen ermittelt werden. Im Folgenden wird der Bauteilkatalog DIN 4109-33 für den Holz-, Leicht- und Trockenbau näher betrachtet.

3. Bauteilkatalog Holz-, Leicht- und Trockenbau

3.1. Festlegungen

Speziell für den Holz-, Leicht- und Trockenbau ergab sich die Notwendigkeit einer grundlegenden Überarbeitung der DIN 4109 sowohl hinsichtlich der Rechenverfahren, als auch der zugrundeliegenden Eingangsdaten. Die mangelnde Aktualität des alten Bauteilkataloges betraf sowohl die dort beispielhaft aufgeführten Konstruktionen als auch die Bandbreite der angewandten Bauweisen, die für die Erstellung von Schallschutznachweisen völlig unzureichend abgedeckt wurden. Das Resultat daraus war eine große Planungsunsicherheit, speziell für den Holzbau.

Von der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung wurde mit Mitteln der Holzwirtschaft ein Forschungsvorhaben gefördert, welches die Integration des Holz- und Skelettbau in die neue DIN 4109 zum Ziel hatte [10]. Im Rahmen dieses Vorhabens, wurden folgende Festlegungen für den zu erstellenden Bauteilkatalog getroffen (Auszug):

- Es sollen nur Daten von bauaufsichtlich anerkannten Prüfstellen verwendet werden.
- Die Herkunft aller Werte in den Bemessungstabellen des neuen Bauteilkatalogs muss bis zu den einzelnen Prüfberichten zurück verfolgbar sein.
- Die Werte in den Bemessungstabellen sollen auf einer möglichst breiten statistischen Basis stehen. Insbesondere sollen die Tabellen Angaben zur Unsicherheit der angegebenen Schalldämmwerte enthalten.
- Alte DIN-4109-Tabellen oder Teile hieraus können dann übernommen werden, wenn sie durch aktuelle Messergebnisse zumindest stichprobenartig bestätigt sind.
- Der Bauteilkatalog soll die Form einer Lose-Blatt-Sammlung haben, um künftig eine zeitnahe und flexible Überarbeitung oder Ergänzung zu erlauben.
- In den Bauteilkatalog sollen häufig eingesetzte Standardbauweisen aufgenommen werden, keine «Exoten», die eventuell sogar nur von einem einzigen Hersteller zu beziehen sind. Der Katalog stellt insofern keinen Anspruch auf Vollständigkeit dar.

Diese Festlegungen wurden im Juli 2004 im Abschlussbericht des oben genannten Forschungsvorhabens formuliert und sind im Wesentlichen im Bauteilkatalog der neuen DIN 4109 für den Holzbau umgesetzt. Dies bedeutet aber auch, dass der Bauteilkatalog bei Veröffentlichung der neuen DIN 4109 im Juli 2016 bereits 12 Jahre alt war.

3.2. Aufbau / Inhalt

In Teil 3 der neuen DIN 4109 werden die Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) aufgeführt. Der Bauteilkatalog ist wie folgt aufgeteilt:

Teil 31: Rahmendokument

Teil 32: Massivbau

Teil 33: Holz-, Leicht- und Trockenbau

Teil 34: Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen

Teil 35: Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden

Teil 36: Gebäudetechnische Anlagen

Im Folgenden wird ausschließlich auf den Bauteilkatalog DIN 4109-33 [4] Holz-, Leicht- und Trockenbau näher eingegangen, der ebenfalls im Zuge der Neuerarbeitung einer Beispielsammlung zur neuen DIN 4109 unter Federführung der PTB [10] erarbeitet wurde. Im Bauteilkatalog werden Angaben zu den Direktschalldämm-Maßen und sofern vorhanden auch zur Flankenschalldämmung (bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz) gemacht. Bei der Anwendung dieser Daten ist grundsätzlich zu bedenken, dass die in den Tabellen angegebenen bewerteten Schalldämm-Maße und Norm-Flankenpegeldifferenzen Mittelwerte darstellen, die gewissen Schwankungen und Unsicherheiten unterliegen. Die Datenbasis des neuen Bauteilkatalogs ergibt sich zum Einen aus bereits vorhandenen und etablierten Werten der alten DIN 4109 Beiblatt 1 und den dort beschriebenen Rechenwer-

ten und Addition von 2 dB, und zum Anderen aus Messergebnissen diverser Forschungsvorhaben, z.B. [12], [13], [15], [16] und [17], die ergänzend aufgenommen wurden. Dennoch kann in der Praxis festgestellt werden, dass für einige Übertragungswege bislang keine Norm-Flankenpegeldifferenzen zur Verfügung stehen. In diesen Fällen muss auf anderweitige Erfahrungswerte, z.B. Herstellerangaben, zurückgegriffen werden. Darüber hinaus werden z. B. von der Holzindustrie weitere Deckenkonstruktionen wie Hohlkastendecken oder Brettsperrholzdecken angeboten, die in dem aktuellen Bauteilkatalog der DIN 4109 keine Berücksichtigung fanden.

Strukturell ist die DIN 4109-33 so aufgebaut, dass in Abschnitt 4 zunächst die Direkt-schalldämmungen von Bauteilen des Holz-, Leicht- und Trockenbaus, nämlich von Wänden, Dächern und Decken aufgeführt sind. In Abschnitt 5 werden dann die Flankenschalldämmungen von Wänden, Dächern und Decken beschrieben. Anhand einheitlich gegliederter Kapitel werden zu den jeweiligen Bauteilgruppen, z. B. Holztafelwände, zusätzlich zu den tabellierten schalltechnischen Werten, allgemeine Beschreibungen zur Konstruktion, zu den die Schalldämmung beeinflussenden Größen, zur Planung und Ausführung und zur Herkunft der entsprechenden Daten mit Literaturangaben gegeben.

3.3. Was ist neu?

Im Gegensatz zur alten DIN 4109 dienen für die neuen, oben beschriebenen, Rechenverfahren die nebenwegfrei gemessenen schalltechnischen Größen als Eingangsdaten. Bedingt dadurch sind die Direkt-dämmungen in den entsprechenden Tabellen der DIN 4109-33 nun ausnahmslos als bewertete Schalldämm-Maße R_w und bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ aufgeführt. Zudem wurden die bewerteten Bau-Schall-Längsdämm-Maße $R'_{L,w,R}$ der alten DIN 4109 in bewertete Flankendämm-Maße $R_{f,w}$ umbenannt, die nun aus einer bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ (alte DIN 4109: bewertetes Labor-Schall-Längsdämm-Maß $R_{L,w,R}$) berechnet werden, siehe oben. Zusätzlich, für die neuen Rechenverfahren erforderliche, Begrifflichkeiten wurden aufgenommen.

Für die Luftschalldämmung im Massivbau wurde ein komplett neues Rechenverfahren in die DIN 4109 aufgenommen, siehe oben. Bei der Trittschallübertragung im Massivbau werden jetzt die flankierenden Bauteile rechnerisch berücksichtigt. Bislang musste der Rechenwert pauschal 2 dB unterhalb der vereinbarten Anforderung liegen.

Das Rechenverfahren für den Luftschallschutz im Holz- und Leichtbau blieb bis auf die oben beschriebenen Änderungen in den Bezeichnungen im Gegensatz zum Beiblatt 1 der alten DIN 4109 im Wesentlichen unverändert. Neu dagegen ist der Nachweis des Trittschallschutzes im Holzbau, der jetzt unter Berücksichtigung der flankierenden Bauteile, übrigens auch für die Holzmassivbauweise, möglich ist. Bislang konnte der Nachweis des Trittschallschutzes gem. DIN 4109 formal nur anhand von sieben Ausführungsbeispielen geführt werden. Davon abweichende Konstruktionen mussten durch Eignungsprüfungen (bauakustische Messungen) nachgewiesen werden.

Dieser mangelnden Vielfalt und Aktualität, die Ausführungsbeispiele entsprachen mitunter nicht mehr dem Stand der Technik, wird im Bauteilkatalog Teil 33 der neuen DIN 4109 mit nun 27 verschiedenen Deckenaufbauten, mit und ohne Unterdecken begegnet. Darunter sind Holzbalken-, Stegträger-, Brettstapeldecken und Decken aus Brett-schichtholz zu finden.

Bei den Wänden ist neben den GK-Metallständerwänden (hier wurde die Tabelle aus DIN 4109 Beiblatt 1 / Änderung A1:2003-09, die aufgrund der Veränderung im Flächengewicht von Gipskartonplatten erforderlich wurde, überarbeitet und übernommen) nun eine Vielzahl von Wänden in Holztafelbauweise aufgeführt. Darunter befinden sich Innenwände, Gebäudetrennwände und Außenwände mit und ohne Vorsatzschalen. Neu aufgeführt sind auch Wände aus mehrschaligen Massivholzkonstruktionen. Als Dämmstoffe werden neben den Mineralwolle-Dämmstoffen jetzt auch solche aus nachwachsenden Rohstoffen aufgeführt.

Komplett überarbeitet und wesentlich umfangreicher gestalten sich im Bauteilkatalog Teil 33 der neuen DIN 4109 auch die aufgeführten Flachdachkonstruktionen, speziell aber die Angaben zu geneigten Dächern. Hier wird hinsichtlich unterschiedlicher Ausführungen der Dämmebenen unterschieden in Dächer mit Aufsparrendämmung, mit Zwischensparrendämmung und mit Auf- und Zwischensparrendämmung, teilweise mit unterschiedlichen Dämmstoffen.

Der Abschnitt zur Flankenschalldämmung von Bauteilen des Holz-, Leicht- und Trockenbaus setzt sich zusammen aus Teilen die aus dem alten Bauteilkatalog der DIN 4109 Blatt 1 nahezu unverändert übernommen wurden und komplett überarbeiteten, umfangreich erweiterten Tabellen mit aktualisierten bewerteten Norm-Flankenpegeldifferenzen $D_{n,f,w}$. Die bereits vorhandenen und nach wie vor bewährten Daten des alten Blatt 1 wurden dazu mit 2 dB beaufschlagt (die alten «Rechenwerte» gibt es nicht mehr). Dies gilt auch für die vertikale Schallübertragung von Wänden in Holztafelbauweise über durchlaufende Holzdecken ($D_{n,f,w} = 67$ dB), sowie für die horizontale Schallübertragung über flankierende Außenwände aus biegeweichen Schalen und Unterkonstruktionen aus Holz ($D_{n,f,w} = 52$ dB). Neu aufgenommen dagegen wurde eine bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz von $D_{n,f,w} = 76$ dB für die flankierende Schallübertragung von Wänden in Holztafelbauweise über ein durchlaufendes massives Trennbauteil (Decke oder Wand) hinweg.

3.4. Was sind die Lücken?

Im Folgenden sollen die nach wie vor vorhandenen Lücken des Bauteilkatalogs Teil 33 der neuen DIN 4109 diskutiert werden. Zugleich werden Hinweise auf aktuelle Untersuchungen gegeben, die diese Lücken für eine praktische Anwendung teilweise schließen können. Zu nennen wären hier insbesondere:

– Deckenkonstruktionen

Die Bauteilsammlungen für den neuen Bauteilkatalog wurden im Wesentlichen im Jahr 2004 abgeschlossen. Somit war der Bauteilkatalog bei Veröffentlichung der DIN 4109-33 bereits 12 Jahre alt. In der Zwischenzeit erfolgten zahlreiche neue Messungen von Deckenaufbauten und vor allem bei den Massivholzdecken, bei Holzbalkendecken mit Abhängungen, bei den Deckenkonstruktionen für die Altbausanierung und bei Holzbetonverbunddecken haben sich maßgebliche Weiterentwicklungen ergeben. Zudem werden im Bauteilkatalog genannte Materialien teilweise nicht mehr produziert bzw. haben sich die Produkteigenschaften durch neue Herstellverfahren etc. verändert. Ein aktueller Stand typischer Konstruktionen, inklusive Benennung noch zu prüfender Aufbauten, wurde in [18] im Rahmen einer kürzlich abgeschlossenen Bachelorarbeit an der Hochschule Rosenheim zusammengestellt. Dabei wurde auch ein einheitliches Layout mit einheitlichen Zeichnungen der Deckenaufbauten entworfen, um eine möglichst einfache Anwendung der relevanten Daten und verwendeten Materialien zu gewährleisten (Beispiel siehe Abbildung 3).

Für die Planung von Wohnungstrenndecken in mehrgeschossigen Holzbaugebäuden fehlen im Bauteilkatalog wirtschaftliche Deckenkonstruktionen, mit denen die neuen Anforderungen (zul. $L'_{n,w} \leq 50$ dB) sicher eingehalten werden können. Hierzu sollen speziell kosten-nutzen-optimierte Deckenaufbauten in einem aktuellen, gemeinsamen Forschungsprojekt des ift Rosenheim und der Hochschule Rosenheim zusammen mit den Holzbauverbänden (DHV und BDF) weiterentwickelt werden, die sowohl einen guten Schallschutz hinsichtlich tieffrequenter Trittschallübertragung aufweisen, als auch den Wirtschaftlichkeitsanforderungen des Geschoß-Wohnungsbaus gerecht werden. Das Ziel der Entwicklung sollen robuste Deckenkonstruktionen mit möglichst hohem Vorfertigungsgrad sein, da sich einzubringende Rohdeckenbeschwerungen und Unterdeckensysteme für diesen Gebäudetyp als ineffizient erwiesen haben. Die Ergebnisse dieser Studien sollen als Planungsgrundlagen für kosten-nutzen-optimierte Holzbalkendecken in Form von Bauteilkatalogen und Konstruktionshinweisen zur Verfügung gestellt werden.

– Luftschallberechnung

Die mit $D_{n,f,w} = 67$ dB angegebene Norm-Flankenpegeldifferenz, siehe Abschnitt 3.3, ist nur für flankierende Holzständerwände und Montagewände (C-Profil-Wände) anwendbar, die durch die Trenndecke vollständig unterbrochen werden. Durchlaufende flankierende Wände (sog. balloon framing) können bislang nicht berücksichtigt werden.

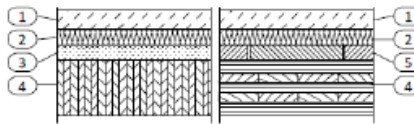
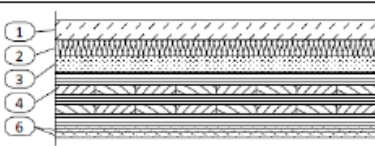
Spalte	1	2	3	4	5			
Zeile	Schnitt	Dämmplatte d in mm s' in MN/m³	Beschwerung d in mm m' in kg/m²	L _{n,w} (C _{1,50-2500}) dB	R _w (C ₅₀₋₅₀₀₀ ; C _{tr,50-5000}) dB			
1		MW (DES-sh) d ≥ 40 s' ≤ 6	Schüttung	-	56 ^a (3)	62 ^a (-6;-18)		
2				d ≥ 30 m' ≥ 45	-	-		
3				d ≥ 40 m' ≥ 60	46 ^a (5)	68 ^a (-7;-20)		
4				d ≥ 60 m' ≥ 90	40 ^c (8)	73 ^c (;-)		
5				d ≥ 80 m' ≥ 120	41 ^a (6)	70 ^a (-8;-20)		
6			MW (DES-sh) d ≥ 20 s' ≤ 10	Platten	d ≥ 40 m' ≥ 100	45 ^a (4)	≥ 70 ^a (;-)	
7					Schüttung	d ≥ 30 m' ≥ 45	-	-
8						d ≥ 40 m' ≥ 90	-	-
9						d ≥ 80 m' ≥ 150	-	-
10					Platten	d ≥ 40 m' ≥ 100	-	-
Massivholzdecken mit Deckenverkleidung und Aufbauten aus mineralisch gebundenen Estrichen:								
11		MW (DES-sh) d ≥ 40 s' ≤ 6	Schüttung	d ≥ 60 m' ≥ 90		40 ^c (7)	73 ^c (;-)	
① Zement-, Magnesia o. Anhydritestrich nach <i>Tabelle 1</i> , Dicke d ≥ 50 mm und m' ≥ 120 kg/m² ② Trittschalldämmplatte als: - MW Mineralwollplatte nach <i>Tabelle 1</i> , Anwendungsgebiet DES-sh/-sm mit angegebener Dicke d und dynamischer Steifigkeit s' ③ Ungebundene Schüttung nach <i>Tabelle 1</i> mit der angegebenen Dicke d, der flächenbezogenen Masse m' und Rieselschutz ④ Tragwerk aus Brettsperreholzelemente, Brettstapelelemente oder Elemente aus Brettschichtholz nach <i>Tabelle 1</i> ⑤ Betonsteinbeschwerung nach <i>Tabelle 1</i> mit der angegebenen Dicke d, der flächenbezogenen Masse m' und Rieselschutz ⑥ Deckenbekleidung aus 2 Lagen Gipsfaserplatten nach <i>Tabelle 1</i> , Dicke d = 2 x 15 mm und m' ges. ≥ 34 kg/m²								

Abbildung 3: Planungsdaten für Massivholzdecken [18] Zusammenstellung als Ergänzung zur DIN 4109

Flankierende Wände in Massivholzbauweise können mit dem derzeit vorhandenen Rechenmodell, bzw. den derzeit vorhandenen Eingangsdaten des Bauteilkatalogs Teil 33, generell nicht nachgewiesen werden. Bei diesen Konstruktionen zeigt sich auf Grund einer stärkeren Kopplung zwischen den Flankenbauteilen und dem Trennbauteil, dass die sog. gemischten Übertragungswege D_f und F_d entgegen dem oben beschriebenen Rechenmodell für den Holzbau nicht unberücksichtigt bleiben sollen. Vielmehr wird die Massivholzbauweise aufgrund der massiven, plattenförmigen Strukturen dem Berechnungsverfahren des Massivbaus zugeordnet, Gleichung 1 und Gleichung 2. Planungsdaten für Massivholzkonstruktionen werden derzeit im Rahmen eines Forschungsvorhabens [19] erarbeitet. Aktuelle Veröffentlichungen dazu finden sich in [20], [21] und [22]. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes entsteht an der Hochschule Rosenheim die Datenbank *VaBDat* [22] als offene Plattform, die Planern frequenzabhängig schalltechnische Kennwerte zu Bauprodukten, Bauteilen und Stoßstellen im Holzbau zur Verfügung stellen soll. Diese drei Ebenen lassen sich auch in der Datenbank wiederfinden. In der ersten Ebene werden Kenngrößen zu Bauprodukten/-stoffen erfasst wie z. B. richtungsabhängige E-Moduln, Koinzidenzgrenzfrequenzen, interne Verlustfaktoren von Plattenmaterialien oder dynamische Steifigkeiten von Trittschalldämmungen. In der zweiten Ebene werden aus den einzelnen Bauprodukten

Bauteile zusammengesetzt. Den Bauteilen werden konstruktive Details, wie z. B. die Art der Verbindung zwischen den Schichten und schalltechnische Kennzahlen, wie z. B. frequenzabhängige Schalldämm-Maße und Norm-Trittschallpegel, zugeordnet. Zuletzt wird in einer dritten Ebene eine Stoßstelle aus einzelnen Bauteilen gebildet und mit Kennzahlen, wie frequenzabhängigen Stoßstellendämm-Maßen K_{ij} versehen. Die Datensätze zu den Stoßstellen stammen bislang überwiegend aus Messungen die im Rahmen des genannten Forschungsprojektes durchgeführt wurden und aus einer Zusammenstellung von internationalen Instituten [23].



Abbildung 4: Screenshot Startseite VaBDat-Datenbank

Die in der Datenbank gesammelten Kennzahlen können zur frequenzabhängigen Berechnung des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes R'_w und des bewerteten Norm-Trittschallpegels im Bau $L'_{n,w}$ nach [24] verwendet werden. Dafür wurde am ift Rosenheim zudem das Prognosetool *VBAcoustic* entwickelt, welches die Besonderheiten des Holzbaus bei der Flankenübertragung berücksichtigt [25] und über eine Schnittstelle zu einem Bauwerksinformationsmodell BIM für einen Geometrieimport verfügt. Sowohl die Datenbank als auch das Prognosetool sind voraussichtlich ab Sommer 2017 verfügbar.

– Trittschallberechnung

Bei der Trittschallberechnung sind die Korrektursummanden K_1 und K_2 noch nicht auf Massivholzdecken mit abgehängten Unterdecken anwendbar. Ebenso fehlen für den Nachweis die Planungsgrundlagen für flankierende Wände mit zusätzlicher Bepankung oder mit Installationsebenen.

Zudem geht das oben beschriebene Rechenverfahren bislang von vier gleichen flankierenden Wänden aus. Bei unterschiedlichen Wandkonstruktionen kann auf der sicheren Seite liegend die schlechteste Variante, d. h. die Variante mit dem größten Korrekturwert gewählt werden. Eine differenziertere Möglichkeit zur Berücksichtigung unterschiedlicher Flankenbauteile wird hier angestrebt.

Korrekturwerte K_T für diagonale oder horizontale Übertragungen fehlen bislang gänzlich.

– Installationsgeräusche und Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen

Wenn gleich ein Prognoseverfahren für Installationsgeräusche und Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen im Bereich des Massivbaus existiert, sind die Verhältnisse im Holz- und Skelettbau deutlich komplizierter. Der Grund dafür liegt zum einen in der Inhomogenität der Wand- und Deckenkonstruktionen und zum anderen in der Schwierigkeit, die Ankopplung der entsprechenden Körperschallquellen an die Gebäudestruktur rechnerisch korrekt zu beschreiben. Dazu laufen an der Hochschule Rosenheim aktuell umfangreiche Untersuchungen, um die Schallübertragung mittels sog. Transferfunktionen zu beschreiben [26]. Im Moment kann der Schallschutznachweis hier formal allerdings nur mittels bauakustischer Messungen geführt werden.

Darüber hinaus sind andere Bereiche des Leichtbaus bisher noch gar nicht erfasst, z. B. Metall-Glas-Fassaden, Stahlblechkonstruktionen, Metallträgerdecken oder leichte Treppen. Es ist allerdings bei einigen dieser Bauteilgruppen fraglich, ob angesichts der vorhandenen Konstruktionsvielfalt (z. B. bei Fassaden) die Erstellung von Bauteilkatalogen zielführend ist.

4. Anwendungsbeispiele Holzbau

Für die schalltechnische Planung und Beratung von Holzbaukonstruktionen hat sich in der Praxis folgende Vorgehensweise bewährt:

- Schallschutzkonzept
 - Gemeinsam mit den Bauherren Zielwerte definieren z. B. Mindestschallschutz nach der aktuellen DIN 4109-1 oder erhöhten Schallschutz in Anlehnung an VDI 4100, Beiblatt 2 der alten DIN 4109 oder DEGA Empfehlung 103
 - Trennbauteil aus Bauteilkatalog DIN 4109-33 oder anhand von Herstellerangaben (Prüfzeugnissen) auswählen
 - Beurteilung der Konstruktion auch im tieffrequenten Bereich z. B. bei Holzdecken $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$
- Schallschutznachweis
 - Luftschallberechnung nach Gleichungen (3) und (4)
 - Trittschallberechnung nach Gleichung (6) mit K1 und K2 nach [1]
 - Nachweise nach Gleichung (7)

Die dargestellte Vorgehensweise ist für Standardkonstruktionen praktikabel anwendbar und führt mit vertretbarem Planungsaufwand zu zufriedenstellenden Ergebnissen. Als besonders wichtig hervorzuheben ist die zusätzliche planerische Beurteilung von Holzdecken im tieffrequenten Bereich. Hierdurch wird sichergestellt, dass nicht nur der formale Trittschallschutznachweis eingehalten wird, sondern die Bewohner einen «echten» Schutz vor störender Trittschallübertragung erleben.

In nachfolgenden Berechnungsbeispielen aus der schalltechnischen Beratungspraxis wird die Anwendung des neuen Bauteilkatalogs exemplarisch dargestellt. Dabei zeigen sich neue Möglichkeiten ebenso wie die nach wie vor vorhandenen Lücken.

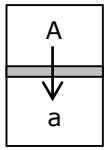
Im ersten Beispiel wird dazu der schalltechnische Nachweis einer Holzbalkendecke im Wohnungsbau mit flankierenden Außen- und Innenwänden in Holz-Rahmenbauweise aufgezeigt. Dabei werden die beiden Berechnungsvarianten der alten und der neuen DIN 4109 gegenübergestellt.

Im zweiten Anwendungsbeispiel wird der rechnerische Nachweis für eine doppelschalige Holz-Rahmenbautrennwand nach dem Rechenverfahren der neuen DIN 4109 geführt. Sämtliche Eingangsdaten dafür können dem neuen Bauteilkatalog Teil 33 unmittelbar bzw. als Abschätzung anhand vergleichbarer Konstruktionen entnommen werden. Dabei zeigt sich das Potential wie auch die Lücken des neuen Bauteilkatalogs gleichermaßen. In diesem Beispiel ist zudem eine Mischkonstruktion durch eine massive Bodenplatte aus Stahlbeton gegeben, die nun ebenfalls in den Berechnungen berücksichtigt werden kann. Der Schallschutznachweis für diese Konstruktion wäre nach der alten DIN 4109 rechnerisch nicht möglich gewesen.

Das dritte Anwendungsbeispiel behandelt wieder den Luft- und Trittschallschutz einer Holzdecke mit flankierenden Außen- und Innenwänden in Holz-Rahmenbauweise. In diesem Fall handelt es sich aber um eine Deckenkonstruktion eines Systemherstellers ohne Unterdecke. Da diese Konstruktion nicht im Bauteilkatalog Teil 33 aufgeführt ist, wird hier der rechnerische Nachweis mittels Herstellerangaben (Prüfzeugnissen) geführt. Ein Vergleich mit Messergebnissen zeigt für diese Situation eine gute Übereinstimmung.

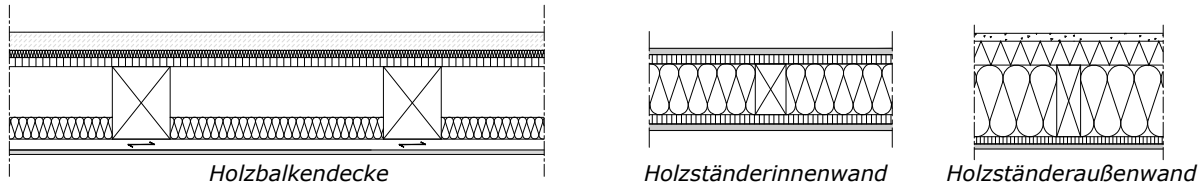
4.1. Anwendungsbeispiel 1 – Vergleich Rechenverfahren

Holzbalkendecke im Wohnungsbau mit Außen- und Innenwänden in Holz-Rahmenbauweise

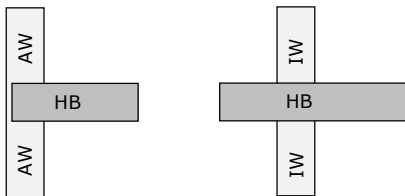


- TB: Wohnungstrenndecke $S_S = 12 \text{ m}^2$ (4,0 m x 3,0 m)
- Fl.1: Flankierende Außenwand 1 $l_f = 4,0 \text{ m}$; T-Stoß
- Fl.2: Flankierende Außenwand 2 $l_f = 3,0 \text{ m}$; T-Stoß
- Fl.3: Flankierende Innenwand 1 $l_f = 4,0 \text{ m}$; X-Stoß
- Fl.4: Flankierende Innenwand 2 $l_f = 3,0 \text{ m}$; X-Stoß

Aufbauten:



Anschlüsse:



Außenwand Innenwand

a) alte Norm - Bbl. 1 zu DIN 4109:1989-11:

Bauteil	Eingangsdaten Bauteilkatalog	erforderliche Geometriedaten	Ergebnis
TB	DIN 4109, Bbl.1:1989-11, Tabelle 34, Zeile 6, Spalte 5, 6 und 7 $R_{w,R} = 60 \text{ dB}$ bzw. / $R'_{w,R} = 54 \text{ dB}$ $L'_{n,w,R} = 56 \text{ dB}$	$S_T = 12 \text{ m}^2$	Formel (7) $R'_{w,R} = 57 \text{ dB}$ Tabelle 34, Zeile 5, Spalte 6 $R'_{w,R} = 54 \text{ dB}$
FI1	Abschnitt 7.2.2, 1. Absatz $R_{L,w,R} = 65 \text{ dB}$	$l_i = 4,0 \text{ m} / l_o = 4,5 \text{ m}$	Tabelle 34, Zeile 5, Spalte 7 $L'_{n,w,R} = 56 \text{ dB}$
FI2		$l_i = 3,0 \text{ m} / l_o = 4,5 \text{ m}$	
FI3		$l_i = 4,0 \text{ m} / l_o = 4,5 \text{ m}$	
FI4		$l_i = 3,0 \text{ m} / l_o = 4,5 \text{ m}$	

b) neue Norm - DIN 4109-2:2016-07 mit DIN 4109-33:2016-07:

Bauteil	Eingangsdaten Bauteilkatalog	erforderliche Geometriedaten/ ermittelte Korrekturgrößen	Ergebnis
TB	DIN 4109-33:2016-07, Tabelle 17, Zeile 1, Spalte 3 und 4 $R_w = 63 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 54 \text{ dB}$	$S_S = 12 \text{ m}^2$ $K_1 = 1 \text{ dB}$ $K_2 = 0 \text{ dB}$	$R'_{w} - u_{prog} = 57,9 \text{ dB}$
FI1	DIN 4109-33:2016-07, Abschnitt 5.1.3.2 $D_{n,f,w} = 67 \text{ dB}$	$l_f = 4,0 \text{ m} / l_{lab} = 4,5 \text{ m}$	$L'_{n,w} + u_{prog} = 58 \text{ dB}$
FI2		$l_f = 3,0 \text{ m} / l_{lab} = 4,5 \text{ m}$	
FI3		$l_f = 4,0 \text{ m} / l_{lab} = 4,5 \text{ m}$	
FI4		$l_f = 3,0 \text{ m} / l_{lab} = 4,5 \text{ m}$	

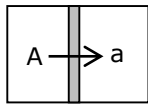
4.2. Anwendungsbeispiel 2 – Trennwand aus Bauteilkatalog

Trennwand nach dem neuen Bauteilkatalog DIN 4109-33:2016-07

mit Außen- und Innenwänden in Holz-Rahmenbauweise

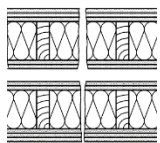
mit Holzbalkendecke

mit Bodenplatte in Massivbauweise (Mischkonstruktion!)

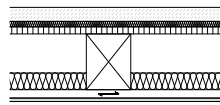


TB: Wohnungstrennwand	$S_s = 10,4 \text{ m}^2$ (4 m x 2,6 m)
Fl.1: Flankierende Außenwand	$l_f = 2,6 \text{ m}$; T-Stoß
Fl.2: Flankierende Holzbalkendecke	$l_f = 4 \text{ m}$; T-Stoß
Fl.3: Flankierende Innenwand	$l_f = 2,6 \text{ m}$; X-Stoß
Fl.4: Flankierende Bodenplatte auf Erdreich	$l_f = 4 \text{ m}$; X-Stoß

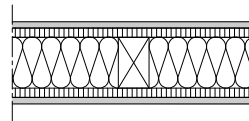
Aufbauten:



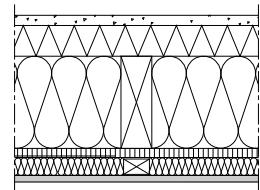
Doppelschalige Trennwand



Holzbalkendecke



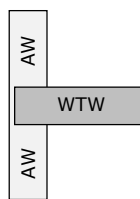
Holzständerinnenwand



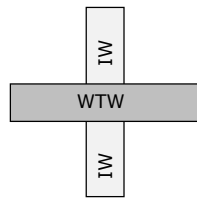
Holzständeraußenwand

Bodenplatte: 20 cm Stahlbeton auf Erdreich (ohne schwimmendem Estrich)

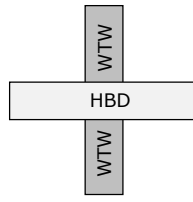
Anschlüsse:



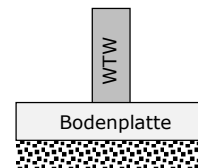
Außenwand



Innenwand



Decke



Boden auf Erdreich

a) alte Norm - Bbl. 1 zu DIN 4109:1989-11:

nicht möglich

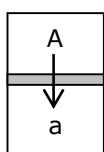
b) neue Norm - DIN 4109-2:2016-07 mit DIN 4109-33:2016-07:

Bauteil	Eingangsdaten Bauteilkatalog	erforderliche Geometriedaten	Ergebnis
TB	DIN 4109-33:2016-07, Tabelle 5, Zeile 3, Spalte 6 $R_w = 69 \text{ dB}$	$S_s = 10,4 \text{ m}^2$	
Fl1	keine Angaben; Abschätzung in Anlehnung an DIN 4109-33:2016-07, Tabelle 28, Zeile 1, Spalte 6 $D_{n,f,w} \geq 68 \text{ dB}$	$l_f = 2,6 \text{ m} / l_{lab} = 2,8 \text{ m}$	
Fl2	DIN 4109-33:2016-07, Tabelle 36, Zeile 7, Spalte 4 $D_{n,f,w} = 61 \text{ dB}$	$l_f = 4 \text{ m} / l_{lab} = 4,5 \text{ m}$	$R'_w - u_{prog} = 55,9 \text{ dB}$
Fl3	keine Angaben; Abschätzung in Anlehnung an DIN 4109-2:2016-07, Abschnitt 5.1.2.2 $D_{n,f,w} = 67 \text{ dB}$	$l_f = 2,6 \text{ m} / l_{lab} = 2,8 \text{ m}$	
Fl4	keine Angaben; Abschätzung in Anlehnung an DIN 4109-2:2016-07, Abschnitt 4.2.5 (gilt für Regeldecke) $R_w = 60,7 \text{ dB}$; $K_{ij,min} = -1,8 \text{ dB}$; $R_{w,FF} = 63,1 \text{ dB}$	$l_f = 4 \text{ m} / l_{lab} = 4,5 \text{ m}$	

4.3. Anwendungsbeispiel 3 – Trenndecke Systemhersteller

Trenndecke eines Systemherstellers – nicht im Bauteilkatalog enthalten

Holzdecke im Wohnungsbau mit Außen- und Innenwänden in Holz-Rahmenbauweise

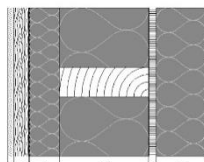


TB: Wohnungstrenndecke $S_S = 12,7 \text{ m}^2$ (4,1 m x 3,1 m)
 Fl.1: Flankierende Außenwand 1 $l_f = 4,1 \text{ m}$; T-Stoß
 Fl.2: Flankierende Außenwand 2 $l_f = 3,1 \text{ m}$; T-Stoß
 Fl.3: Flankierende Innenwand 1 $l_f = 4,1 \text{ m}$; X-Stoß
 Fl.4: Flankierende Innenwand 2 $l_f = 3,1 \text{ m}$; X-Stoß

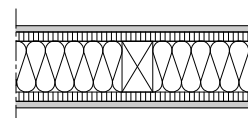
Aufbauten:



Systemdecke

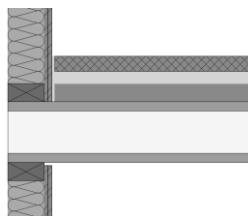


Systemaußenwand



Holzständerinnenwand

Anschlüsse:



Außenwand (Innenwand analog mit X-Stoß)

a) alte Norm - Bbl. 1 zu DIN 4109:1989-11:

nicht möglich

b) neue Norm - DIN 4109-2:2016-07 mit DIN 4109-33:2016-07 und Eingangsdaten von Herstellern:

Bauteil	Eingangsdaten Bauteilkatalog	erforderliche Geometriedaten/ ermittelte Korrekturgrößen	Ergebnis
TB	Angabe Systemhersteller $R_w = 72 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 45 \text{ dB}$	$S_S = 12,7 \text{ m}^2$ $K_1 = 1 \text{ dB}$ $K_2 = 1 \text{ dB}$	$R'_w - u_{\text{prog}} = 62,9 \text{ dB}$
FI1 FI2 FI3 FI4	Angabe Systemhersteller $D_{n,f,w} = 70 \text{ dB}$	$l_f = 4,1 \text{ m} / l_{\text{lab}} = 4,5 \text{ m}$ $l_f = 3,1 \text{ m} / l_{\text{lab}} = 4,5 \text{ m}$ $l_f = 4,1 \text{ m} / l_{\text{lab}} = 4,5 \text{ m}$ $l_f = 3,1 \text{ m} / l_{\text{lab}} = 4,5 \text{ m}$	

Messtechnische Validierung des Rechenergebnisses in der baulichen Situation:

$$R'_w = 62 \text{ dB} / L'_{n,w} = 49 \text{ dB}$$

5. Danksagung

Der Autor bedankt sich für die hilfreichen Diskussionen und Unterstützungen besonders bei den Co-Autoren Jens Einig und Andreas Rabold sowie bei Ulrich Schanda, Simon Mecking, Camille Châteauevieux-Hellwig, Lukas Huissel und Fabian Schöpfer.

6. Literatur

- [1] DIN 4109-2:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
- [2] Holtz, F., Hessinger, J., Rabold, A., Buschbacher, H.P., Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken, INFORMATIONSDIENST HOLZ der EGH, Holzbauhandbuch Reihe 3; Teil 3; Folge 3, Mai 1999
- [3] Holtz, F., Hessinger, J., Rabold, A., Buschbacher, H.P., Schallschutz – Wände und Dächer, INFORMATIONSDIENST HOLZ der EGH Holzbauhandbuch Reihe 3; Teil 3; Folge 4, August 2004
- [4] DIN 4109-33:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau
- [5] DIN EN 12354: Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, Dezember 2000
- [6] DIN 4109-1:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen
- [7] Holtz, F.; Rabold, A.; Hessinger, J.; Bacher, S.; Buschbacher, H.P.: Schall-Längsleitung von Steildächern II, DGfH-Forschungsbericht LSW - Labor für Schall- und Wärmemesstechnik GmbH, 2003
- [8] Schumacher, R; Saß, B; Pütz, M.: Schalllängsleitung bei Außen- und Innenwänden im Mehrgeschoss-Holzbau, DGfH- Forschungsbericht des ift Rosenheim, März 2002
- [9] Metzen, H.: Integration des Holz- und Skelettbaus in die neue DIN 4109 – Abschlussbericht zum Projektteil "Berechnungsmodelle und Berechnungsansätze für den Holzbau", 2004
- [10] Scholl, W., Bietz, H.: Integration des Holz- und Skelettbaus in die neue DIN 4109 – Abschlußbericht, PTB, 2004
- [11] Rabold, A.: Schallschutz – Theorie und Praxis am Beispiel MFH Ottostraße, D-Ottobrunn, 11. Internationales Holzbauforum 2005
- [12] Holtz, F., Rabold, A., Hessinger, J., Buschbacher, H.P., Dedio, M., Biermann, A.: Verringerung der Schallabstrahlung von Holzständerwänden bei Trittschallanregung im mehrgeschossigen Holz-Wohnungsbau, Abschlußbericht des Labor für Schall- und Wärmemesstechnik zum DGfH-Forschungsvorhaben, 2003
- [13] Holtz, F., Rabold, A., Hessinger, J., Bacher, S.: Ergänzende Deckenmessungen zum Vorhaben: Integration des Holz- und Skelettbaus in die neue DIN 4109, Abschlußbericht des Labor für Schall- und Wärmemesstechnik zum DGfH-Forschungsvorhaben 2005
- [14] DIN 4109-31:2016-07 Schallschutz im Hochbau – Teil 31: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Rahmendokument
- [15] Gösele, K., Trittschall-Übertragung bei Holzbalkendecken über die Wände – DGfH-Forschungsvorhaben, November 2002
- [16] Scholl, W., Brandstetter, D., Neue Schalldämmwerte bei Gipskartonbauplatten-Metallständerwänden, Bauphysik, 2000, 22, 101–107
- [17] Späh, Weber, Schall-Längsdämmung von Gipskartonständerwänden, IBP Stuttgart, Bericht B-BA,2-2015
- [18] Huissel, L., Ausarbeitung eines aktuellen Bauteilkataloges für den Schallschutz von Holzdecken zur Verwendung in der Fachliteratur und Normung, Bachelorarbeit Hochschule Rosenheim, 2016

- [19] Wohlmuth, B., Rank, E., Kollmannsberger, S., Schanda, U., Rabold, A., Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten - Modellierung, numerische Simulation, Validierung - Forschungs-Kooperationsprojekt TU München, Hochschule Rosenheim, ift Rosenheim, in Bearbeitung
- [20] Châteauvieux-Hellwig, C., Mecking, S., Brummer, B., Rabold, A., Anwendung zur SEA basierten Berechnung nach EN 12354 für Massivholzelemente, Tagungsband DAGA 2016
- [21] Rabold, A., Schramm, M., Châteauvieux-Hellwig, C., SEA based prediction for integrated vibroacoustical design optimization of multi-storey buildings, Conference proceedings Euronoise'15, Maastricht
- [22] Kruse, T. Mecking, S., Winter, C., Schanda, U., Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten - Modellierung, numerische Simulation, Validierung. Parameterentwicklung und SEA-Modellierung. Endbericht zu Teilprojekt 3. Hochschule Rosenheim, in Bearbeitung
- [23] Timpte, A., Stoßstellen im Massivholzbau. Konstruktionen, akustische Kenngrößen, Schallschutzprognose. Masterarbeit. Technische Universität Berlin, Berlin, 2016
- [24] EN 12354, Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, Dezember 2010.
- [25] Rabold A., Châteauvieux-Hellwig C., Hessinger J., Flankenübertragung bei Trittschallanregung Berechnung nach DIN 4109 und EN 12354, DAGA 2016.
- [26] Schöpfer, F., Hopkins, C., Mayr, A., Schanda, U., Measurement of transmission functions in lightweight buildings for the prediction of structure-borne sound transmission from machinery, submitted to ActaAcustica, currently under revision

Schwingungsnachweise von Holzdecken auf Unterzügen

Patricia Hamm
Hochschule Biberach
Institut für Holzbau
Biberach, Deutschland



Schwingungsnachweise von Holzdecken auf Unterzügen

1. Einleitung

Mit den Schwingungen in diesem Beitrag sind sehr langsame Schwingungen gemeint, solche, die nicht mehr gehört, sondern «nur» gefühlt werden können. Wir sprechen von Frequenzen von 0 Hz bis ca. 40 Hz.

Abbildung 1 zeigt anschaulich, weshalb es gilt, solche Schwingungen zu vermeiden. Diese Schwingungen werden sehr unterschiedlich wahrgenommen und von Person zu Person subjektiv und unterschiedlich bewertet. Dennoch ist es wichtig, eine klare Vorschrift zu haben, wie Holzdecken bemessen werden sollen, um «für den Durchschnittsnutzer» störende Schwingungen zu vermeiden.

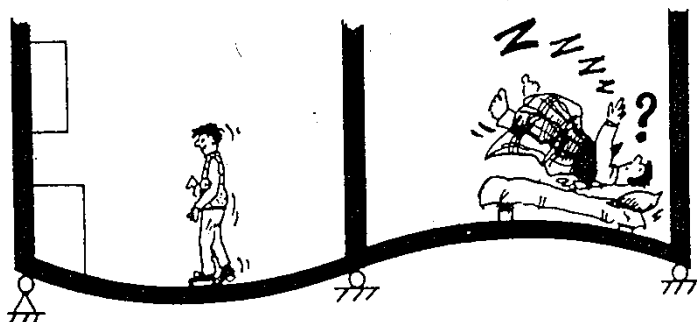


Abbildung 1: Schwingungen bei Holzdecken. Aus [Ohlsson, 1982]

1.1. Weshalb müssen Schwingungen nur bei Holzdecken nachgewiesen werden?

Die einfache Antwort ist, dass Stahlbetondecken (mit üblichen Spannweiten und Nutzung als Wohn- oder Büroräume) aufgrund ihrer hohen Masse nicht zu störenden Amplituden angeregt werden. Bei Stahlkonstruktionen gibt es diese Schwingungsproblematik auch, es gibt auch umfangreiche Forschungsarbeiten zur Vermeidung von Schwingungen [HIVOSS, 2008], allerdings werden die Stahlkonstruktionen kaum im üblichen Wohnhausbau eingesetzt.

1.2. Schaden die strengen Nachweise dem Holzbau nicht mehr als sie ihm nutzen?

Wenn der Holzbau mit den anderen Materialien, v.a. dem Stahlbetonbau mithalten und sich mit ihm vergleichen will, müssen auch gleiche Komfortkriterien eingehalten werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Holzkonstruktion überhaupt nicht mehr sichtbar ist. Durch die restlose Bekleidung aller Tragglieder kann der Nutzer nicht erkennen, welches Material verbaut wurde und er erwartet ein gleich schwingungsunempfindliches Verhalten wie bei Stahlbetondecken. Anders verhält es sich, wenn die Holzbalken sichtbar sind, entweder auf Wunsch des Bauherrn oder im Altbau: Dann kann sich der Nutzer auf ein weiches Verhalten einstellen und wird es akzeptieren.

1.3. Wie ist mit dem Thema Unterzüge umzugehen?

Durch den Wunsch vieler Bauherren nach großen, offenen Räumen ergeben sich große Spannweiten für die Holzbalken. Die Spannweiten werden verkürzt, indem die Holzbalken auf Unterzüge abgestützt werden. Die Holzbalken und Unterzüge werden statisch nachgewiesen. Das Durchbiegungs- und Schwingungsverhalten ist anders als bei einer starren Lagerung auf Wänden. Wie die nachgiebige Lagerung auf Unterzügen beim Schwingungsnachweis berücksichtigt werden sollte, wird in Kapitel 3 aufgezeigt.

2. Konstruktions- und Bemessungsregeln

2.1. Übersicht

Das Schwingungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens an der TU München [Winter/Hamm/Richter, 2010] untersucht. Ergebnis sind Konstruktions- und Bemessungsregeln für den Schwingungsnachweis von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken. Diese wurden in der Reihe «HolzBauSpezial» des forum-holzbau bereits 2011 vorgestellt, vgl. [Hamm, 2011].

Hier in Kapitel 2 sind die relevanten Formeln und Werte für den Schwingungsnachweis für Holzdecken zusammengefasst. In Kapitel 3 wird gezeigt, wie die Lagerung auf Unterzügen rechnerisch berücksichtigt werden kann.

Abbildung 2 zeigt eine Übersicht/eine schematische Darstellung des Schwingungsnachweises. Dabei werden drei Kriterien untersucht:

1. die Eigenfrequenz der Decke
2. die Durchbiegung unter einer Einzellast
3. die Konstruktion inkl. Aufbau der Decke

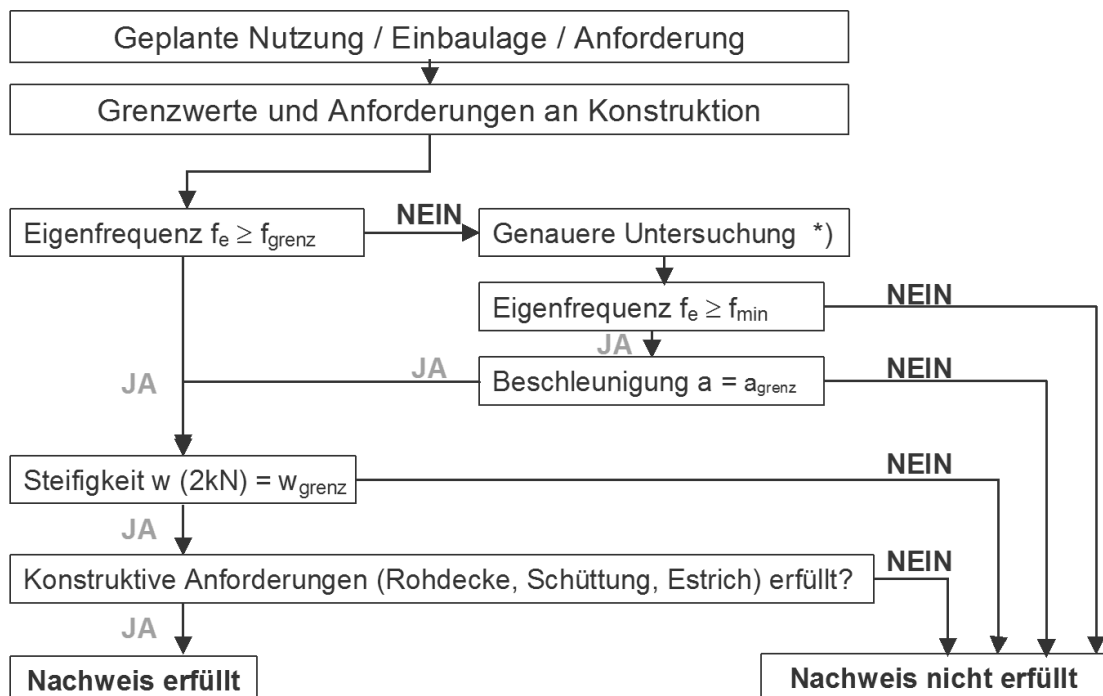


Abbildung 2: Nachweis nach den Konstruktions- und Bemessungsregeln aus dem Forschungsvorhaben [Winter/Hamm/Richter, 2010]. *) Die genauere Untersuchung ist i. A. nur bei schweren Decken, z. B. bei Holz-Beton-Verbunddecken Erfolg versprechend.

2.2. Eigenfrequenz

Die Eigenfrequenz der Decke soll größer sein als der Grenzwert f_{grenz} nach Tabelle 2 (je nach Anforderung 8 Hz bzw. 6 Hz). Die Eigenfrequenz kann durch Messung oder Berechnung ermittelt werden. Bei der Berechnung darf das tatsächliche statische System angesetzt werden, z. B. Durchlaufträgerwirkung. Die Biegesteifigkeit des Estrichs darf rechnerisch angesetzt werden. Für die Masse darf allein die Eigenmasse angesetzt werden. Verkehrslast und Trennwandzuschlag müssen nicht eingerechnet werden. Lagerungen auf nachgiebigen Unterzügen müssen berücksichtigt werden, vgl. Kapitel 3.

$$f_{e,\text{Einfeld-Balken}} = \frac{\pi}{2 \cdot \ell^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_\ell}{m}} \quad \text{Eigenfrequenz eines Einfeldträgers mit } I = \frac{h^3 \cdot b_{\text{Balken}}}{12} \quad (\text{Gl. 1 / 2})$$

$$f_{e,\text{Zweifeld-Balken}} = k_f \cdot f_{e,\text{Einfeld-Balken}} \quad \text{Eigenfrequenz eines Zweifeldträgers mit } k_f \text{ nach Tabelle 1} \quad (\text{Gl. 3})$$

$$f_{e,\text{Platte}} = f_{e,\text{Balken}} \cdot \sqrt{1 + 1/\alpha^4} \quad \text{Eigenfrequenz einer Platte mit vierseitiger gelenkiger Lagerung} \quad (\text{Gl. 4})$$

$$\alpha = \frac{b}{\ell} \cdot \sqrt[4]{\frac{EI_\ell}{EI_b}} \quad \text{Beiwert zur Berechnung der zweiachsigen Tragwirkung (Gl. 5)}$$

- ℓ : Spannweite beim Einfeldträger.
Beim Mehrfeldträger: Spannweite des größten Feldes.
- ℓ_1 : Beim Zweifeldträger: Spannweite des kleineren Feldes
- m : Masse infolge Eigengewicht der Decke in $[\text{kg}/\text{m}^2]$
ohne Verkehrslast und Trennwandzuschlag
- b : Spannweite der Decke in Querrichtung oder Deckenfeldbreite
- EI_ℓ : effektive Biegesteifigkeit in Längsrichtung je Meter Breite in $[\text{Nm}^2/\text{m}]$:
Biegesteifigkeit der Decke + Biegesteifigkeit des Estrichs **)
- EI_b : effektive Biegesteifigkeit in Querrichtung in $[\text{Nm}^2/\text{m}]$ mit $(EI)_\ell > (EI)_b$:
Biegesteifigkeit der Decke + Biegesteifigkeit des Estrichs **)
- E_{Estrich} : Falls kein genauere Wert bekannt ist, wird empfohlen mit einem
E-Modul für den Nassestrich von $E = 15\,000 \text{ N}/\text{mm}^2$ zu rechnen.
- $EI_{\text{quer BST}}$: Brettstapel, genagelt oder gedübelt: $EI_{\text{quer}} = 0,0005 EI_{\text{längs}}$
Brettstapel geklebt: $EI_{\text{quer}} = 0,03 EI_{\text{längs}}$
- **) Bei Installationsführungen oder Fugen im Estrich oder Ausführung als Fertigteil mit Fugen ist die Biegesteifigkeit des Estrichs entsprechend zu reduzieren. Nicht kraftschlüssig ausgeführte Stöße zwischen Elementen müssen bei der Ermittlung der Querbiegesteifigkeit berücksichtigt werden.

2.3. Durchbiegung unter Einzellast von 2 kN oder Steifigkeitskriterium

Die Durchbiegung unter einer Einzellast von 2 kN soll kleiner sein als der Grenzwert w_{grenz} nach Tabelle 2 (je nach Anforderung 0,5 mm bzw. 1,0 mm).

$$w(2\text{kN}) = \frac{2 \cdot \ell^3}{48 \cdot EI_\ell \cdot b_{w(2\text{kN})}} \quad \text{Durchbiegung unter einer Einzellast von 2 kN} \quad (\text{Gl. 6})$$

$$b_{w(2\text{kN})} = \min \left\{ \begin{array}{l} b_{\text{ef}} \\ b \end{array} \right\} \quad \text{anzusetzende mittragende Breite mit } b_{\text{ef}} = \frac{\ell}{1,1} \cdot \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_\ell}} = \frac{b}{1,1 \cdot \alpha} \quad (\text{Gl. 7 / 8})$$

Anmerkungen:

- Wird eine Einzellast von 1 kN angesetzt, halbieren sich die Grenzwerte.
- Bei Durchlaufträgern darf die Durchlaufwirkung nicht berücksichtigt werden. Hier erfolgt der Nachweis am Ersatzsystem eines beidseitig gelenkig gelagerten Einfeldträgers mit der Spannweite des größten Feldes ℓ .
- Hintergrund ist die Tatsache, dass das Schwingungsempfinden bei Durchlaufträgern ungünstiger ist (vgl. Abb. 1). Das liegt zum einen daran, dass sich ein Feld nach unten und das andere (unterwartet) nach oben bewegt und zum anderen der Schwingungserreger wegen evtl. vorhandenen Wänden nicht gesehen wird. Dieses ungünstige Verhalten von Durchlaufträgern wird rechnerisch nicht berücksichtigt, dafür wird das günstige Verhalten bei der Berechnung der Durchbiegung unter Einzellast ebenfalls nicht angesetzt.

Liegt die Decke nachgiebig auf Unterzügen auf, so ist bei der Berechnung der Eigenfrequenz und der Durchbiegung unter der Einzellast $w(2kN)$ die Nachgiebigkeit der Unterzüge zusätzlich zu berücksichtigen, vgl. Kapitel 3.

2.4. Konstruktive Anforderungen an den Aufbau der Decke

Entscheidend für das Schwingungsempfinden ist neben der Eigenfrequenz und der Steifigkeit auch der Aufbau der Decke.

- Eine schwimmende Lagerung des Estrichs ist in jedem Fall erforderlich.
- Nassestriche sind aufgrund ihrer höheren Masse und höheren Steifigkeit gegenüber Trockenestrichen günstiger zu bewerten.
- Eine (möglichst schwere) Schüttung verbessert das Schwingungsverhalten. Gleichzeitig bietet sie die Möglichkeit der Installationsführung. Je schwerer die Schüttung, desto größer die Verbesserung der subjektiven Bewertung. Als «schwere» Schüttung werden Schüttungen mit einem Flächengewicht von mindestens 60 kg/m^2 bezeichnet. Dies entspricht z.B. einer 4 cm dicken Kalksplittschicht. Ob und welche Art der Schüttung erforderlich ist, kann Tabelle 3 entnommen werden.

2.5. Tabellen

Tabelle 1: Faktor zur Umrechnung der Eigenfrequenz von Einfeldträger auf Zweifeldträger

l_1/l	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
k_f	1,0	1,09	1,15	1,20	1,24	1,27	1,30	1,33	1,38	1,42	1,56

Tabelle 2: Grenzwerte der Eigenfrequenz und Durchbiegung je nach Einbaulage und Bewertung

Einbaulage bzw. Anforderung	Decke zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten, z.B. Mehrfamilienhäuser oder Bürogebäude	Decke innerhalb einer Nutzungseinheit, z. B. «normale» Einfamilienhäuser	Decken unter untergeordneten Räumen, z. B. nicht ausgebaute Dachräume oder im Bestand. Immer mit Bauherrn- Zustimmung
Bewertung	1,0 bis 1,5	1,5 bis 2,5	2,5 bis 4,0
Schwingungen sind gar nicht oder nur gering spürbar	... spürbar, aber nicht störend.	... (deutlich) spürbar und störend.
$f_e \geq f_{\text{grenz}}$	$f_{\text{grenz}} = 8 \text{ Hz}$	$f_{\text{grenz}} = 6 \text{ Hz}$	Keine Anforderungen
$w(2kN) \leq w_{\text{grenz}}$	$w_{\text{grenz}} = 0,5 \text{ mm}$	$w_{\text{grenz}} = 1,0 \text{ mm}$	Keine Anforderungen

Tabelle 3: Konstruktive Anforderung je nach Art der Rohdecke, Einbaulage und Bewertung

Art der Rohdecke	Art des Estrichs	Anforderung an Aufbau bei Bewertung 1,0 bis 1,5	Anforderung an Aufbau bei Bewertung 1,5 bis 2,5
Flächige Massivholzdecken (Brettsperrholz-, Brettstapeldecken)	schwimmender Nassestrich	schwimmend auf schwerer oder leichter Schüttung	schwimmend (auch ohne Schüttung)
	schwimmender Trockenestrich	schwimmend auf schwerer Schüttung (***)	schwimmend auf schwerer Schüttung (***)
Holzbalkendecken oder Trägerroste	schwimmender Nassestrich	schwimmend auf schwerer Schüttung	schwimmend (auch ohne Schüttung)
	schwimmender Trockenestrich	nicht möglich	schwimmend auf schwerer Schüttung

***) ... bis jetzt nur im Labor getestet.

3. Einfluss von Unterzügen

Die unter 2. beschriebenen Berechnungen für die Eigenfrequenz und die Durchbiegung unter Einzellast gehen von festen Auflagern auf Wänden auf. Oft treten Probleme auf, weil die Decke nachgiebig auf Unterzügen aufliegt und die Nachgiebigkeit in der Berechnung nicht berücksichtigt wurde. Wie die gemeinsame Wirkung Holzdecke und Unterzug als gesamtes System rechnerisch erfasst werden kann, wurde in [Hamm, 2008] beschrieben. Haupt- und Nebenträger sind dann nicht mehr getrennt zu betrachten, sondern als ein kombiniertes System, wie Abbildung 3 verdeutlicht.

3.1. Holzträger als Durchlaufträger

Vor allem bei Decken mit durchlaufenden Holzbalken und Unterzügen als Mittelaufleger spielt das Verhältnis der Steifigkeiten Holzbalken zu Unterzug eine große Rolle. Holzbalken, die als Durchlaufträger über ein Mittelaufleger geführt werden, werden je nach Verhältnis der Steifigkeiten überwiegend Schwingungen mit einem «großem» Sinusbogen (Abbildung 3 oben) oder Schwingungen mit einer Doppelwelle (Abbildung 3 unten) ausführen. Zwischen den Eigenfrequenzen der beiden Extremfälle liegt Faktor 4.

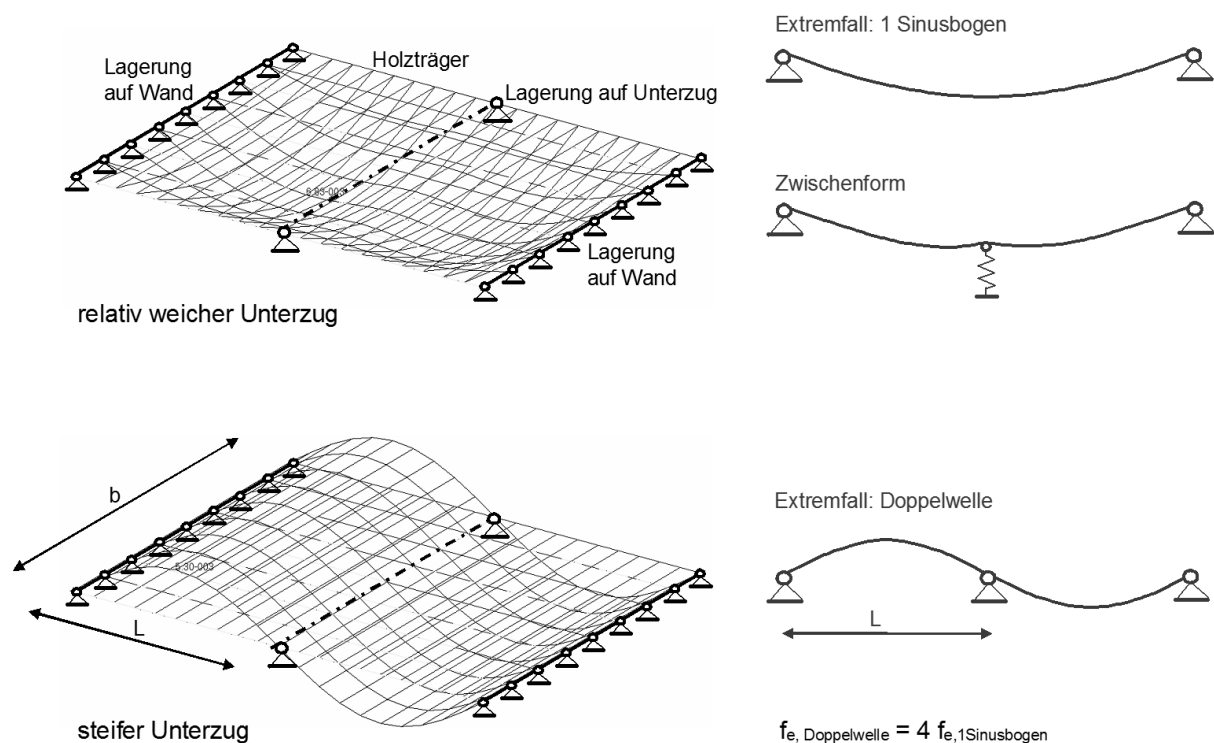


Abbildung 3: Erste Eigenform der Decke gesamt sowie eines einzelnen Holzträgers je nach Steifigkeit des Unterzugs

Im Rahmen mehrerer Abschlussarbeiten an der Hochschule Biberach, z.B. [Stumpf, 2015] wurden Korrekturfaktoren zur Ermittlung der resultierenden Eigenfrequenz berechnet. Die Korrekturfaktoren sind abhängig

- von den Steifigkeitsverhältnissen Decke zu Unterzug
- von den Spannweitenverhältnissen Deckenfeld (mit L oder L_{Decke} bezeichnet) zu Unterzug (mit b oder L_{Unterzug} bezeichnet)
- und von den absoluten Spannweiten der Decke.

Deshalb werden die Diagramme und Tabellen (vgl. Anhang) für unterschiedliche absolute Spannweiten angegeben. Erstmals wurden sie in [Hamm, 2016] veröffentlicht.

Die Korrekturfaktoren werden wie folgt verwendet:

$$f_{e,\text{nachgiebig}} = f_{e,\text{ges}} = \epsilon_f \cdot f_{e,\text{starr}} \quad (\text{Gl. 9})$$

Darin sind: e_f der Korrekturfaktor nach den Tabellen im Anhang und $f_{e, \text{starr}}$ die Eigenfrequenz der Decke, wenn sie starr (z.B. auf Wänden) gelagert wäre. Unter bestimmten Bedingungen ergeben sich rechnerisch teilweise Korrekturfaktoren $e_f > 1$. In diesen Fällen sollte mit $e_f = 1$ gerechnet werden.

3.2. Rechnerische Erfassung der resultierenden Eigenfrequenz

Rechnerisch kann die resultierende Eigenfrequenz entweder mit Hilfe von FE Programmen erfasst werden, oder mit Hilfe der Näherungsformel (Gl. 10).

$$f_{e, \text{ges}} = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{f_{e, \text{starr}}^2} + \frac{1}{3 \cdot f_{e, \text{Unterzug}}^2}}} \quad (\text{Gl. 10})$$

$f_{e, \text{starr}}$ ist die Eigenfrequenz der Decke, wenn sie starr gelagert wäre, $f_{e, \text{Unterzug}}$ die Eigenfrequenz des Unterzugs unter Berücksichtigung der Masse, die auf ihm lagert.

Mit dieser Näherungsformel (Gl. 10) können die Systeme nach Abb. 4 erfasst werden.

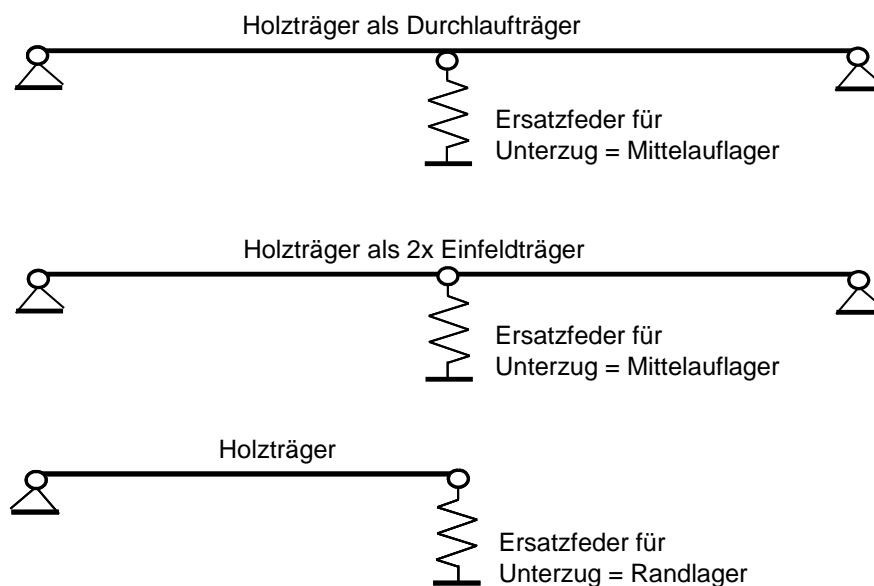


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Lagerung von Holzträgern auf Unterzügen

3.3. Berechnung der Durchbiegung unter Einzellast (Steifigkeitskriterium)

Auch bei der Berechnung der Durchbiegung unter der Einzellast $w(2\text{kN})$ muss die Nachgiebigkeit des Unterzugs berücksichtigt werden. Wenn die Last von 2kN mittig angreift, sind die Auflagerkräfte beim Lager und beim Unterzug jeweils 1kN . Der Unterzug erfährt eine Durchbiegung $w_{UZ}(1\text{kN})$ unter 1kN , die linear vom (starr)en Lager zum UZ zunimmt. Die Durchbiegungen können dann entsprechend (Gl. 11) addiert werden.

$$w_{\text{res}} = 0,5 \cdot w_{\text{Unterzug}} + w_{\text{Balken}} = 0,5 \cdot w_{UZ}(1\text{kN}) + w(2\text{kN}) \quad (\text{Gl. 11})$$

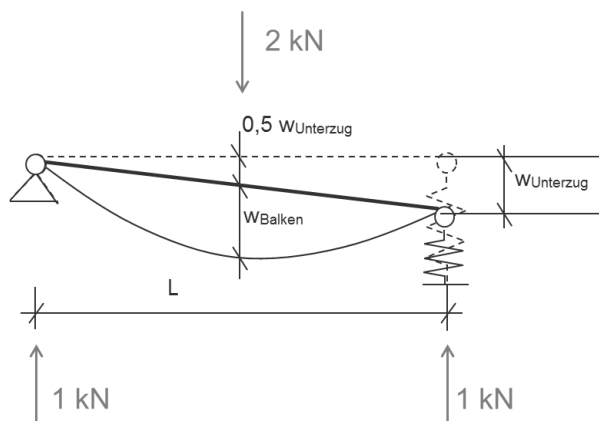


Abbildung 5: Rechenmodell für nachgiebig gelagerte Decken

3.4. Nachweise

Die einfachste Regel für die Mindeststeifigkeit eines Unterzuges findet sich im Forschungsbericht [Kreuzinger/Mohr, 1999].

«Unterzüge als Zwischenaullager sollten möglichst steif ausgeführt werden. Die Übertragung der Schwingungen zwischen zwei Einfeldträgern ist durch einen gemeinsamen «weichen» Unterzug möglich. Der Unterzug sollte für erhöhte Anforderungen bemessen werden.»

Für den Einfeldträger heißt das:

$$w_{\text{Unterzug}} = \frac{1\text{kN} \cdot L_{\text{Unterzug}}^3}{48 \cdot EI_{\text{Unterzug}}} \leq 0,25\text{mm} \quad (\text{Gl. 12})$$

Weiterhin gilt:

$$f_{e,\text{ges}} \geq f_{\text{grenz}} \quad (\text{Gl. 13})$$

$$w_{\text{res}} \leq w_{\text{grenz}} \quad (\text{Gl. 14})$$

4. Rechenbeispiel

Als Beispiel wird eine Holzbalkendecke in einem EFH betrachtet. Die Balken spannen als Zweifeldträger über den Bereich Kochen/Essen/Wohnen mit je einer Spannweite von 4,2m. Das Mittelaullager ist ein Unterzug aus BSH, ebenfalls ein Zweifeldträger mit den Spannweiten 1,2m und 3,8m.

Unterzug: GL 24h, $b \times h = 18 \times 36 \text{ cm}^2$, $L_1 = 1,2\text{m}$, $L_2 = 3,8\text{m}$

Deckenbalken: C24, $b \times h = 7 \times 24 \text{ cm}^2$, $e = 62,5 \text{ cm}$; $L_1 = 4,2\text{m} = L_2$

Aufbau: 5cm Nassestrich auf Dämmung; $m = 250 \text{ kg/m}^2$

$$\text{Eigenfrequenz Holzbalken starr: } f_e = \frac{\pi}{2 \cdot L^2} \cdot \sqrt{\frac{EI}{m \cdot e}} = \frac{\pi}{2 \cdot 4,2^2} \cdot \sqrt{\frac{0,887 \cdot 10^6}{250 \cdot 0,625}} = 6,7\text{Hz}$$

$$\text{mit } EI = E_{0,\text{mean}} \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} = 11000 \cdot \frac{0,07 \cdot 0,24^3}{12} = 0,887 \text{ MNm}^2$$

Bei gleichen Spannweiten ist die Eigenfrequenz des Zweifeldträgers gleich der eines Einfeldträgers.

Genauere Berechnung unter Berücksichtigung der Estrich-Steifigkeit:

$$EI_{\text{Estrich}} = 15000 \cdot \frac{0,05^3}{12} = 0,156 \frac{\text{MNm}^2}{\text{m}} \equiv EI_{\text{Quer}} = EI_b = \text{Querbiegesteifigkeit}$$

$$EI_{\text{Längs,Estrich}} = \frac{0,887}{0,625} + 0,156 = 1,57 \frac{\text{MNm}^2}{\text{m}} \equiv EI_{\text{längs}} = EI_\ell = \text{Längsbiegesteifigkeit}$$

$$\text{Eigenfrequenz: } f_{e,\text{Estrich}} = \frac{\pi}{2 \cdot 4,2^2} \cdot \sqrt{\frac{1,57 \cdot 10^6}{250}} = 7,07 \text{ Hz} = f_{e,\text{starr}} \dots \text{ bei starrer Lagerung}$$

Berücksichtigung des Unterzugs, d.h. der nachgiebigen Lagerung:

$$EI_{\text{UZ}} = 11500 \cdot \frac{0,18 \cdot 0,36^3}{12} = 8,05 \text{ MNm}^2$$

$$m_{\text{UZ}} = 250 \cdot 1,25 \cdot 4,2 = 1313 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Eigenfrequenz als Einfeldträger: } f_{\text{UZ, 1Feld}} = \frac{\pi}{2 \cdot 3,8^2} \cdot \sqrt{\frac{8,05 \cdot 10^6}{1313}} = 8,5 \text{ Hz}$$

$$\text{Umrechnung} \rightarrow \text{Zweifeldträger: } f_{e,\text{UZ}} = k_f \cdot 8,5 = 1,3 \cdot 8,5 = 11,1 \text{ Hz}$$

$$\text{mit } \frac{L_1}{L_2} = \frac{1,2}{3,8} = 0,316 \rightarrow k_f \approx 1,3.$$

$$\text{Resultierende Eigenfrequenz: } f_{e,\text{ges}} = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{f_{e,\text{starr}}^2} + \frac{1}{3 \cdot f_{e,\text{UZ}}^2}}} = 6,64 \text{ Hz}$$

Alternativ mit Hilfe der Diagramme im Anhang:

Korrekturfaktor e_f für eine Zweifelddecke mit $l_{\text{ges}} = 8,4 \text{ m}$ ($\approx 8,0 \text{ m}$), einem Spannweitenverhältnis $\frac{L_{\text{Decke}}}{L_{\text{Unterzug}}} = \frac{4,2}{3,8} = 1,1 \approx 1$ und einem Steifigkeitsverhältnis $\frac{EI_{\text{Decke}}}{EI_{\text{Unterzug}}} = \frac{1,57}{8,05} = 0,2$

$\rightarrow e_f = 1,01$.

Das bedeutet, in diesem Fall geht die Nachgiebigkeit nicht ein und $f_{e,\text{ges}} = f_{e,\text{starr}} = 7,07 \text{ Hz}$.

Der Unterschied von Näherungsrechnung (6,64 Hz) und Diagrammen (7,07 Hz) kann und will nicht verleugnet werden. Die gemessene Eigenfrequenz liegt deutlich über beiden Werten.

$$\text{Durchbiegung unter Einzellast: } w(2\text{kN}) = \frac{2\text{kN} \cdot L^3}{48 \cdot EI_{\text{längs}} \cdot b_{\text{ef}}} = \frac{2\text{kN} \cdot 4,2^3}{48 \cdot 1,57 \cdot 2,14} = 0,92 \text{ mm} = w_{\text{Balken}}$$

$$\text{Mit einer mitttragenden Breiten von: } b_{\text{ef}} = \frac{L}{1,1} \cdot \sqrt[4]{\frac{EI_{\text{Quer}}}{EI_{\text{längs}}}} = \frac{4,2}{1,1} \cdot \sqrt[4]{\frac{0,156}{1,57}} = 2,14 \text{ m}$$

$$w_{\text{UZ}}(1\text{kN}) = \frac{1\text{kN} \cdot L^3}{48 \cdot EI_{\text{UZ}}} = \frac{1\text{kN} \cdot 3,8^3}{48 \cdot 8,05} = 0,14 \text{ mm}$$

$$0,5 \cdot w_{\text{UZ}} = 0,07 \text{ mm}$$

$$w_{\text{res}} = 0,5 \cdot w_{\text{UZ}} + w(2\text{kN}) = 0,07 + 0,92 = 0,99 \text{ mm}$$

Alle Nachweise sind eingehalten:

$$\text{Durchbiegung des Unterzugs nach (Gl. 12): } w_{\text{UZ}} = 0,14 \text{ mm} < 0,25 \text{ mm}$$

$$\text{Resultierende Eigenfrequenz nach (Gl. 13): } f_{e,\text{res}} = 6,64 \text{ Hz (bzw. } 7,07 \text{ Hz)} > 6 \text{ Hz}$$

$$\text{Resultierende Durchbiegung (Gl. 14): } w(2\text{kN}) = 0,99 \text{ mm} < 1,0 \text{ mm}$$

Konstruktive Anforderungen nach Tab. 3:

Holzbalkendecke im EFH mit schwimmendem Nassestrich: keine Schüttung erforderlich.

5. Zusammenfassung

Die hier dargestellten Konstruktions- und Bemessungsregeln für Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken sind Ergebnis des Forschungsberichtes [Winter/Hamm/Richter, 2010]. Der Bericht ist öffentlich und kann z.B. unter <http://www.hochschule-biberach.de/web/ifh/publikationen> heruntergeladen werden.

Ergänzend zu dem Bericht werden hier Gleichungen und Diagramme vorgestellt, mit denen auch nachgiebige Lagerungen relativ einfach erfasst werden können.

6. Literatur

[Eurocode 5: 2010]

Eurocode 5: DIN EN 1995-1-1: *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*. Dezember 2010.

[Eurocode 5: 2010 / NA - D]

Eurocode 5: DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12: *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*. Dezember 2010.

[Hamm, 2008]:

Hamm, Patricia: *Schwingungsverhalten von Decken bei Auflagerung auf Unterzügen*. In: *holzbau, die neue quadriga*. 1/2008. S. 41-46.

[Hamm, 2011]:

Hamm, Patricia: *Schwingungen bei Holzdecken – Konstruktionsregeln für die Praxis*. In: *1. Internationale Schall- und Akustiktagung 2011*. 16./17. März 2011 in Bad Wörishofen. Hrsg.: forum-holzbau, CH-Biel.

[Hamm, 2016]:

Hamm, Patricia: *Schwingungen bei Holzdecken - Konstruktionsregeln für die Praxis*. In: *KI-Journal*; Ausgabe 1/2016; Bundesanzeiger Verlag GmbH

[HIVOSS, 2008]:

Schwingungsbemessung von Decken – Leitfaden. 2008. <http://www.stb.rwth-aachen.de/projekte/2007/HIVOSS/download.php>

[Kreuzinger/Mohr, 1999]:

Kreuzinger, Heinrich; Mohr, Bernhard: *Gebrauchstauglichkeit von Wohnungsdecken aus Holz; Abschlussbericht Januar 1999*. TU München, Fachgebiet Holzbau. Forschungsvorhaben durchgeführt für die EGH, DGfH.

[Ohlsson, 1982]:

Ohlsson, S.: *Floor vibrations and human discomfort*. Department of Structural Engineering, Chalmers University of Technology. Göteborg, Sweden. 1982.

[Stumpf, 2015]

Stumpf, Darja: *Parameterstudie zum Einfluss der nachgiebigen Lagerung auf das Schwingungsverhalten von Holzdecken*. Bachelorthesis. Hochschule Biberach. 2015

[Winter/Hamm/Richter, 2010]:

Winter, S.; Hamm, P.; Richter, A.: *Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken. Schlussbericht Juli 2010*. TU München, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion. Forschungsvorhaben gefördert aus den Haushaltsmitteln des BMWA über die AiF.

7. Anhang

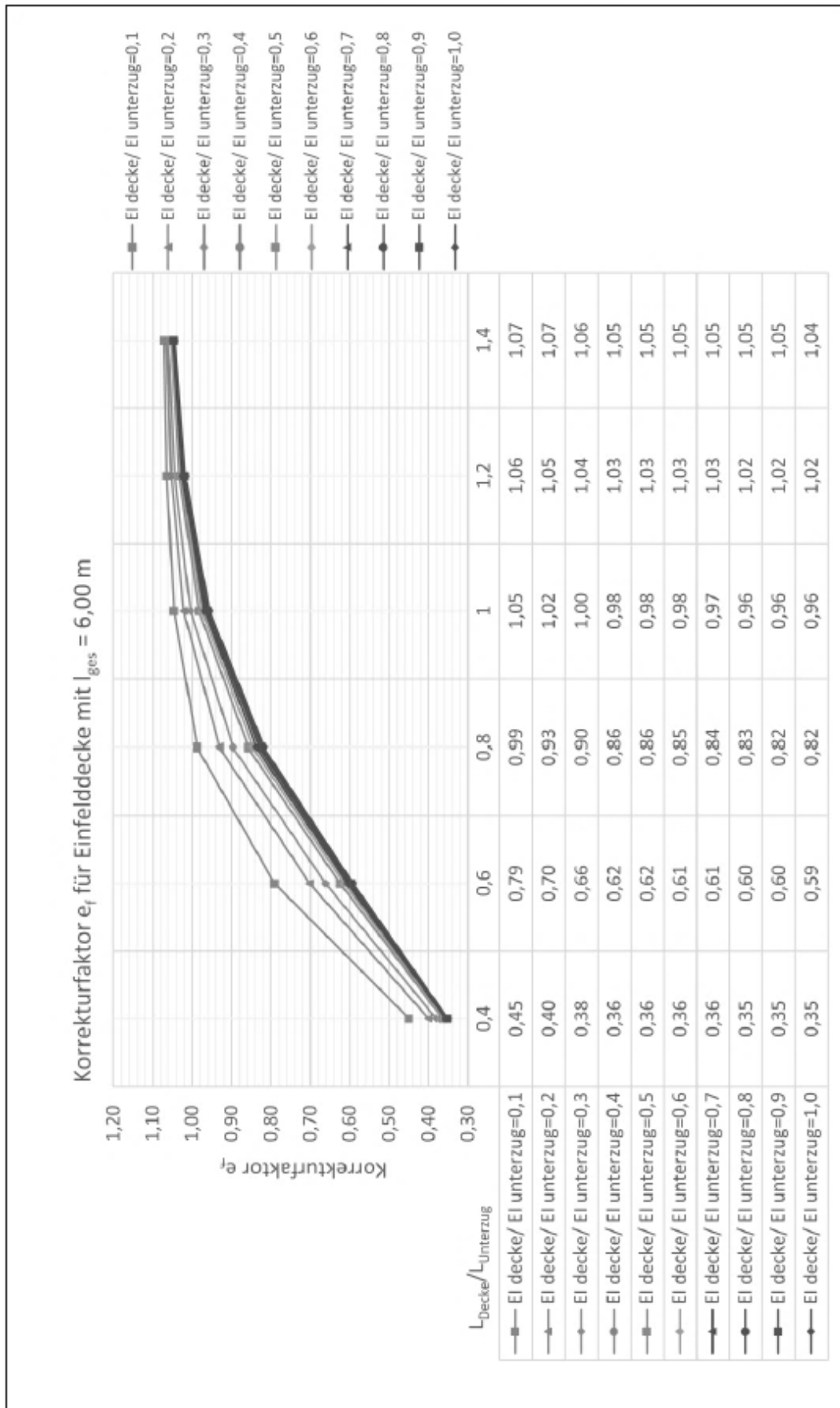


Abbildung Anhang 1: Korrekturfaktor e_f für eine Einfelddecke mit $l_{ges} = 6,00\text{ m}$

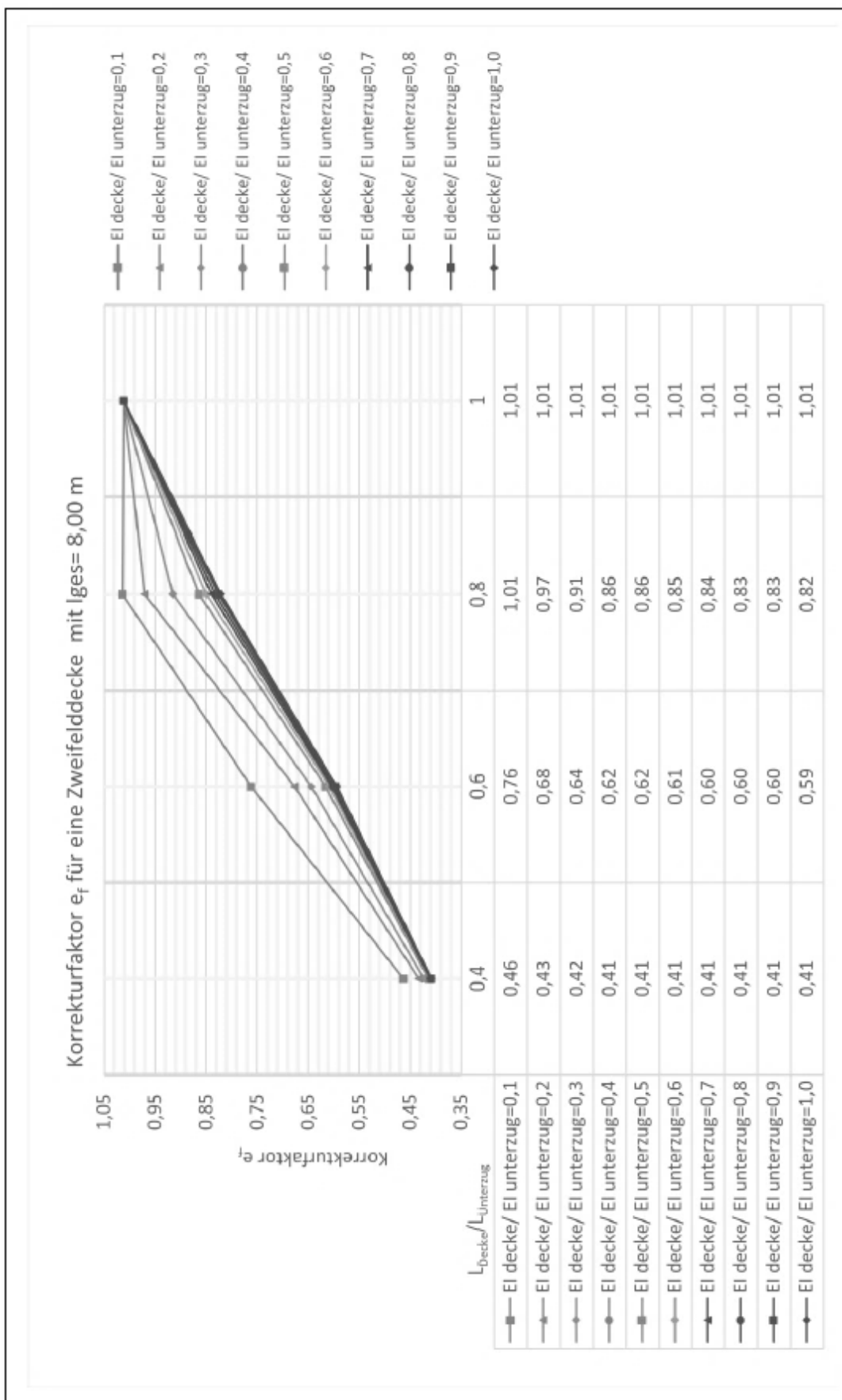


Abbildung Anhang 2: Korrekturfaktor e_f für eine Zweifelddecke mit $l_{ges} = 8,00$ m

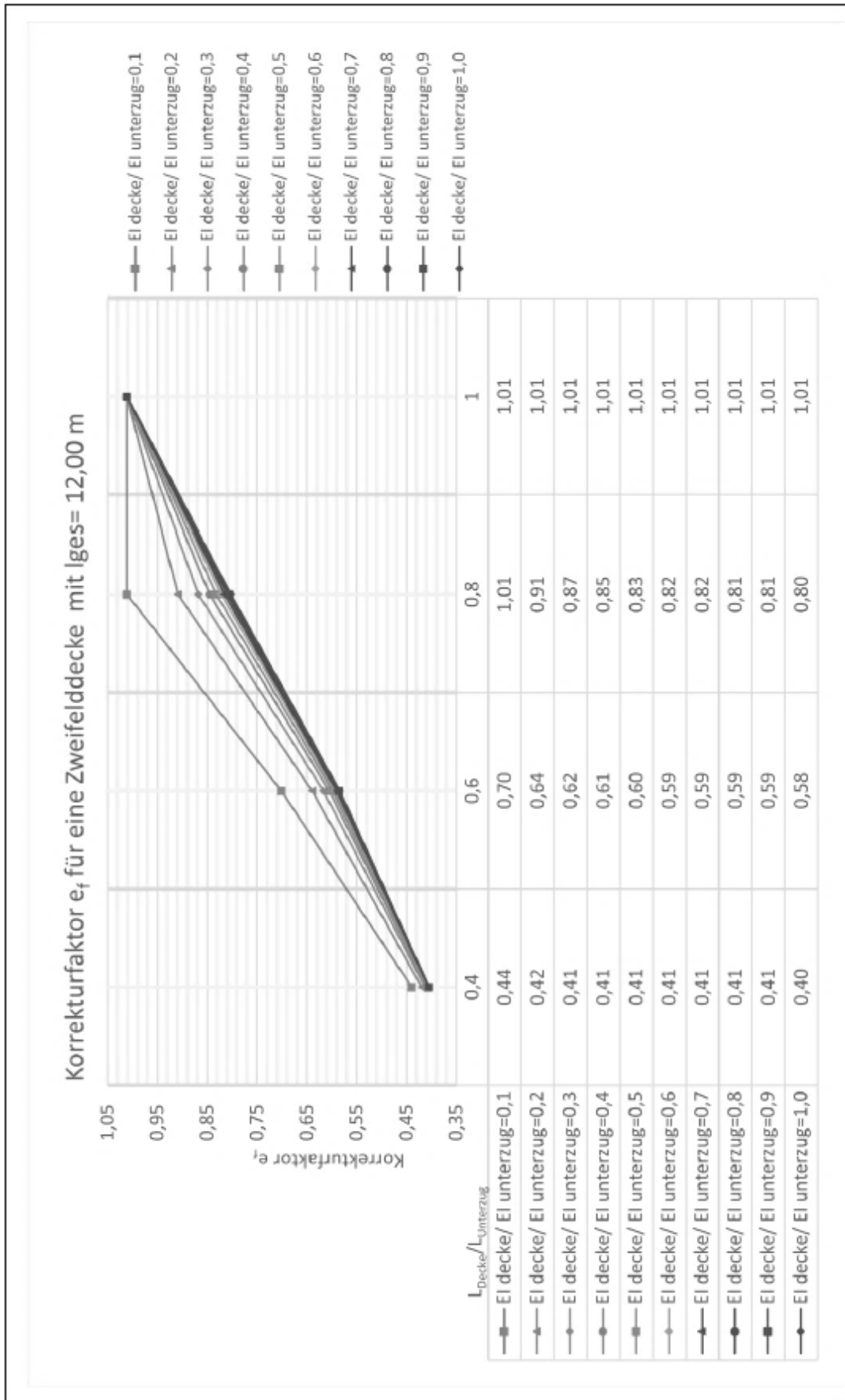


Abbildung Anhang 3: Korrekturfaktor e_f für eine Zweifelddecke mit $l_{ges} = 12,00\text{ m}$

Optimierung von Holzdecken in Bezug auf die DIN 4109

Andreas Rabold
Hochschule Rosenheim
und ift Rosenheim
Rosenheim, Deutschland



Optimierung von Holzdecken in Bezug auf die DIN 4109

1. Einleitung

Mit der neuen DIN 4109 [1] stehen deutlich bessere Nachweismöglichkeiten für den Holzbau zur Verfügung. Nachfolgend sollen diese Möglichkeiten, aber auch die noch zu schließenden Lücken am Beispiel der Holzdecke aufgezeigt werden. Hierbei wird zwischen der Decke als Trennbauteil und der Decke als flankierendes Bauteil unterschieden. Ausgehend von den neuen Anforderungen und Berechnungsmodellen werden Planungs- und Nachweismöglichkeiten vorgestellt und durch weiterführende Prognosemodelle ergänzt. Besonderer Wert wird hierbei auf Massivholzkonstruktionen gelegt, da diese in der neuen DIN 4109 noch nicht ausreichend behandelt werden.

2. Holzdecken als Trennbauteile

Die Einsatzbereiche von Holzdecken als Trennbauteile gehen von der Wohnungstrenndecke in Zweifamilienhäusern über Trenndecken in Schulen und Bürogebäuden bis hin zur Trenndecke in Mehrfamilienhäusern. Neben den statischen und brandschutz-technischen Anforderungen sind in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung auch die entsprechenden Anforderungen an den Schallschutz einzuhalten.

2.1. Anforderungen und Zielwerte für den erhöhten Schallschutz

Eine Übersicht einiger Anforderungen an Trenndecken nach der neuen DIN 4109 [1] ist in Tabelle 1 dargestellt. Diese als Mindestanforderung festgelegten Werte sind nach der bauaufsichtlichen Einführung immer für die Übertragung aus fremden Nutzungseinheiten anzuwenden.

Tabelle 1: Zusammenstellung von Anforderungen nach DIN 4109 an Trenndecken (Auswahl)

Bauteil	Anforderungen	
Wohnungstrenndecken	erf. $R'_w \geq 54$ dB	zul. $L'_{n,w} \leq 50$ dB ¹⁾
Decken zwischen Unterrichtsräumen in Schulen u.ä.	erf. $R'_w \geq 55$ dB	zul. $L'_{n,w} \leq 53$ dB
Decken zwischen „lauten“ Räumen und Unterrichtsräumen	erf. $R'_w \geq 55$ dB ²⁾	zul. $L'_{n,w} \leq 46$ dB

¹⁾ Trenndecken in Bürogebäuden, Bestandsgebäuden (Sanierung) und Zweifamilienhäusern mit Leichtbaudecken: zul. $L'_{n,w} \leq 53$ dB

²⁾ zu Sporthallen und Werkräumen: erf. $R'_w \geq 60$ dB

Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz, die über die Mindestanforderungen der neuen DIN 4109 hinausgehen, wurden in der Überarbeitung nicht festgelegt. Sollen im privatrechtlichen Bereich Zielwerte für den erhöhten Schallschutz vereinbart werden, so kann dies z.B. nach dem unverändert gebliebenen Beiblatt 2 der DIN 4109:1989 [2] oder der VDI 4100 [3] erfolgen.

Die Vereinbarungen sollten vertraglich festgehalten werden. Hierbei ist der Bauherr zu informieren, welches Schallschutzniveau er bei den gesetzlich geregelten Mindestanforderungen bzw. den darüberhinausgehenden Zielwerten erwarten kann. Häufig geht der Bauherr zunächst davon aus, dass der Nachbar bei Einhaltung der Mindestanforderungen nach DIN 4109 nicht wahrnehmbar ist. Dies ist jedoch nicht der Anspruch der Mindestanforderungen, die lediglich einen Schutz vor unzumutbaren Übertragungen aus fremden Nutzungseinheiten gewährleisten sollen.

Anhaltswerte zum subjektiven Empfinden der Schalldämmung zur Nachbarwohnung bei den unterschiedlichen Schallschutzniveaus werden z.B. in VDI 4100 (und Abbildung 1) gegeben.

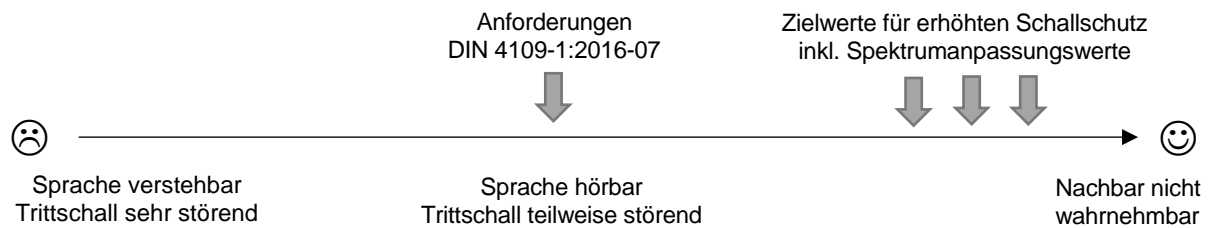


Abbildung 1: Wahrnehmung der Schalldämmung zur Nachbarwohnung durch den Nutzer in Anlehnung an [3], [4].

Gebäude, die allein durch anspruchsvollere Zielwerte an $L'_{n,w}$ und R'_w gewährleisten sollen, dass der Nachbar nicht wahrnehmbar ist, werden unabhängig von der Bauweise unwirtschaftlich. Umfangreiche Untersuchungen in verschiedenen europäischen Ländern haben gezeigt, dass es sinnvoller ist, die Zielwerte für den Bauteilwert inklusive Spektrumanpassungswerte im erweiterten Frequenzbereich festzulegen [5] - [12].

2.2. Schalltechnische Planung von Holzdecken

Für die schalltechnische Planung von Holzdecken hat sich in der Bauvorhabenbegleitung folgende Vorgehensweise bewährt:

– Schallschutzkonzept:

- Gemeinsam mit dem Bauherrn Zielwerte festlegen; nach der aktuellen DIN 4109 (s. Tabelle 1) oder nach VDI 4100 bzw. Beiblatt 2 der alten DIN 4109.
- Deckenkonstruktion im Bauteilkatalog oder anhand von Herstellerangeben (AbP, Prüfzeugnis) auswählen.
- Beurteilung der Decke im tieffrequenten Bereich $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 53$ dB oder $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 46$ dB (Konstruktionshilfen s. Anhang 1).

– Schallschutznachweis:

- Trittschallberechnung nach Gleichung (1) (K_1 und K_2 nach [1] oder Anhang 2)

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 \quad (1)$$

- Luftschallberechnung nach Gleichung (2) und Gleichung (3)¹ aus dem bewerteten Schalldämm-Maß R_w der Decke der Trennfläche S_S und den Kantenlängen l_f

$$R'_w = -10 \lg(10^{-0,1R_w} + \sum 10^{-0,1R_{Ff,w}}) \quad (2)$$

$$R_{Ff,w} = 67 + 10 \lg\left(\frac{S_S}{10m^2}\right) + 10 \lg\left(\frac{4,50m}{l_f}\right) \quad (3)$$

- Nachweis nach Gleichung (4)

$$R'_w - 2 \text{ dB} \geq \text{erf.} R'_w$$

$$\text{bzw. } L'_{n,w} + 3 \text{ dB} \leq \text{zul. } L'_{n,w} \quad (4)$$

Die dargestellte Vorgehensweise ist gut auf Standardkonstruktionen anwendbar und führt mit geringem Planungsaufwand zu zufriedenstellenden Ergebnissen.

Als besonders wichtig hervorzuheben ist die zusätzliche Beurteilung der Decke im tieffrequenten Bereich. Hierdurch wird sichergestellt, dass der Bewohner durch die Trittschallübertragung nicht gestört wird.

¹ Für die Berechnung des Flankendämm-Maßes $R_{Ff,w}$ nach Gleichung (3) darf für Holzständerwände und Montagewände (C-Profil-Wände), die durch die Decke vollständig unterbrochen werden, ein $D_{n,t,w} = 67$ dB verwendet werden.

Das einfache Verfahren weist jedoch auch noch deutliche Lücken auf, die durch aktuelle Untersuchungen zu schließen sind. Zu nennen sind hier insbesondere:

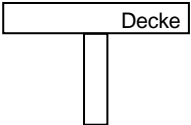
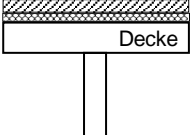
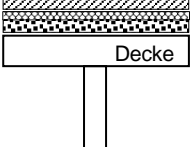
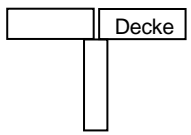
- Deckenkonstruktionen
 - Die Bauteilsammlungen, die in den Bauteilkatalog eingegangen sind, wurden im Wesentlichen 2004 abgeschlossen. Der Bauteilkatalog war somit bei seiner Verabschiedung bereits 12 Jahre alt. Deutliche Weiterentwicklungen erfolgten vor allem bei den Massivholzdecken, sowie bei den Deckenkonstruktionen für die Altbausanierung. Ein aktueller Stand typischer Konstruktionen und noch zu prüfender Aufbauten wurde von L. Huissel [13] zusammengetragen.
 - Für Wohnungstrenndecken in Mehrgeschossern fehlen im Bauteilkatalog wirtschaftliche Konstruktionen, die den neuen Anforderungen (zul. $L'_{n,w} \leq 50$ dB) genügen können. Hier wird die Weiterentwicklung in einem gemeinsamen Projekt mit den Holzbauverbänden (DHV und BDF) erfolgen.
- Trittschallberechnung
 - Die Korrektursummanden K_1 und K_2 sind noch nicht auf Massivholzdecken mit abgehängten Unterdecken anwendbar. Ebenso fehlen noch Werte für flankierende Wände mit zusätzlicher Beplankung oder Installationsebenen.
 - Das Verfahren geht bislang von vier gleichen Wänden aus. Bei unterschiedlichen Wänden kann auf der sicheren Seite liegend die schlechteste Variante gewählt werden. Hier soll eine differenziertere Berücksichtigung ermöglicht werden.
 - Korrektursummanden für diagonale oder horizontale Übertragungen fehlen.
- Luftschallberechnung
 - Die mit $D_{n,f,w} = 67$ dB angegebene Norm-Flankenpegeldifferenz in [1] ist nur für flankierende Holzständerwände und Montagewände (C-Profil-Wände), die durch die Decke vollständig unterbrochen werden, anwendbar. Durchlaufende flankierende Wände (balloon framing) werden nicht berücksichtigt.
 - Flankierende Wände in Massivholzbauweise können derzeit noch nicht nachgewiesen werden. Bei diesen Konstruktionen zeigt sich auf Grund einer stärkeren Kopplung zum Trennbauteil, dass die gemischten Übertragungswege D_f und F_d berücksichtigt werden sollten. Planungsdaten für Massivholz-konstruktionen werden derzeit in [14], [15], [16] erarbeitet.

3. Massivholzelemente als flankierende Bauteile

Bei der schalltechnischen Betrachtung von Trennwänden ist die Decke als flankierendes Bauteil zu berücksichtigen. In vielen Situationen ist es nicht wirtschaftlich oder statisch zu aufwändig, die Decke auf den Trennwänden vollständig zu trennen. Eine durchlaufende Decke kann jedoch die Schalldämmung maßgeblich beeinflussen und sollte daher gut geplant werden. Planungsdaten für flankierende Holzbalkendecken werden z.T. durch den Bauteilkatalog der neuen DIN 4109 abgedeckt.

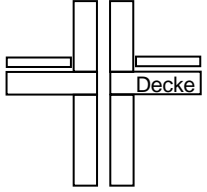
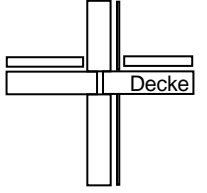
Für Massivholzdecken fehlen bisher Planungswerte. In Tabelle 2 werden deshalb orientierende Messergebnisse für verschiedene Anschlusssituationen und Deckenaufbauten gegeben. Zur Bezeichnung der Übertragungswege siehe auch Abbildung 2, rechts.

Tabelle 2: Messwerte für die Flankendämm-Maße $R_{Ff,w}$, $R_{Fd,w}$ und $R_{Df,w}$ einer flankierenden Brettsperrholzdecke

Skizze	Decke	Wand	Messwerte für $l_{lab} = 4,30 \text{ m}$, $S_{S,lab} = 11,8 \text{ m}^2$
	160 mm BSP	80 mm BSP	$R_{Ff,w} = 44 \text{ dB}$ $R_{Fd,w} = 50 \text{ dB}$ $R_{Df,w} = 50 \text{ dB}$
	50 mm ZE 40 mm MFT 160 mm BSP	80 mm BSP	$R_{Ff,w} = 46 \text{ dB}$ $R_{Fd,w} = 50 \text{ dB}$ $R_{Df,w} = 50 \text{ dB}$
	50 mm ZE 40 mm MFT 60 mm Splitt 160 mm BSP	80...140 mm BSP	$R_{Ff,w} = 61 \text{ dB}$ $R_{Fd,w} = 55 \text{ dB}$ $R_{Df,w} = 55 \text{ dB}$
	160 mm BSP getrennt	80...140 mm BSP 2 x 18 mm GF 80...140 mm BSP 2 x 18 mm GF	$R_{Ff,w} = 50 \dots 54 \text{ dB}$ $R_{Fd,w} = 51 \dots 53 \text{ dB}$ $R_{Df,w} = 51 \dots 53 \text{ dB}$ $R_{Ff,w} = 54 \dots 58 \text{ dB}$ $R_{Fd,w} = 58 \dots 60 \text{ dB}$ $R_{Df,w} = 58 \dots 60 \text{ dB}$

Konstruktive Hinweise zur Ausführung der flankierenden Massivholzbauteile werden in Tabelle 3 gegeben.

Tabelle 3: Anschlusssituationen und Ausführungshinweise für flankierende Massivholzbauteile

Skizze	Trennbauteil	Maßgebliche Flankenbauteile
	Haus-trennwand	<ul style="list-style-type: none"> • Trennfuge im ganzen Gebäude durchgehend • Im DG: $R_{Ff,w}$ des flankierenden Dachs beachten • Im EG: $R_{Ff,w}$ der flankierenden Kellerdecke beachten
	Wohnungs-trennwand	<ul style="list-style-type: none"> • $R_{Ff,w}$ der flankierenden Decke beachten. Decke auf Trennwand nach Möglichkeit trennen, Rohdeckenbeschwerung $m' \geq 120 \text{ kg/m}^2$ oder Unterdecke • Im DG: $R_{Ff,w}$ des flankierenden Dachs beachten • Im EG: $R_{Ff,w}$ der flankierenden Kellerdecke beachten

4. Differenzierte Berechnung

Sind die flankierenden Wände von Trenndecken unterschiedlich ausgeführt bzw. teilweise durch Zusatzmaßnahmen (Zusatzbeplankung, Installationsebenen, Elastomere im Wand- und Deckenaufleger) verbessert, so ist es sinnvoll die Flankenübertragung differenziert für die einzelnen Wände und Übertragungswege zu betrachten. Gleiches gilt für die horizontale Übertragung von flankierenden Massivholzdecken für die keine Planungsdaten im Bauteilkatalog vorliegen.

Die differenzierte Berechnung erfolgt nach:

$$R'_w = -10 \lg(10^{-0,1R_w} + \sum 10^{-0,1R_{ij,w}}) \quad (5)$$

$$L'_{n,w} = 10 \lg(10^{0,1L_{n,w}} + \sum 10^{0,1L_{n,ij,w}}) \quad (6)$$

Für die Trittschallübertragung sind neben dem bewerteten Norm-Trittschallpegel der Decke die Flankenübertragungen auf dem Weg $ij = Df$ und Dff zu berücksichtigen. Die Luftschalldämmung beinhaltet die Wege $ij = Ff$, Df und Fd (s. Abbildung 2).

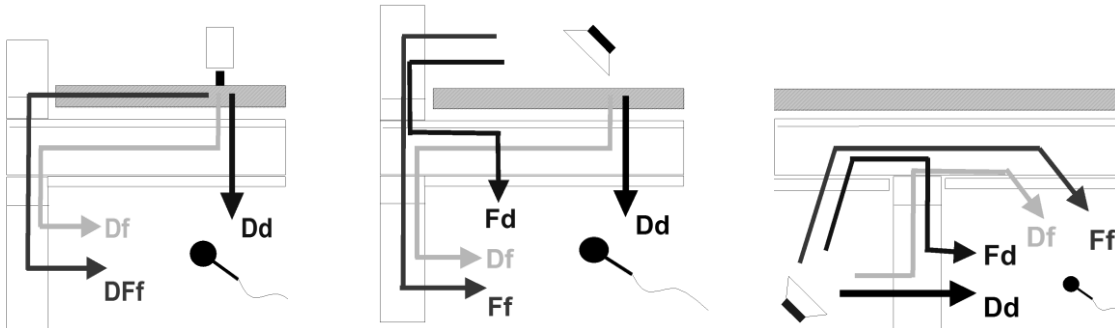


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Beiträge zur Schallübertragung im Holzbau: Bild links Trittschallübertragung; Bild in der Mitte und rechts Luftschallübertragung. Direkte Schallübertragung (Weg Dd) und Beiträge der Flankenübertragung auf den Übertragungswegen Ff , Df , Fd und Dff

In [14] konnte gezeigt werden, dass die Anwendung der Massivbau-Berechnungsmodelle [1],[17] auch für Massivholzbauteile, möglich ist. Die Flankenübertragung kann aus den Schalldämm-Maßen der Decke und der flankierenden Wand ($R_{i,w}$ und $R_{j,w}$), sowie den Verbesserungen durch Vorsatzschalen $\Delta R_{ij,w}$ und dem Stoßstellendämm-Maß K_{ij} für den jeweiligen Übertragungsweg ij berechnet und auf die Trennfläche S_s und die gemeinsame Kantenlänge l_f bezogen werden.

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \lg \frac{S_s}{l_o l_f} \quad (7)$$

$$L_{n,ij,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_{ij,w} - K_{ij} - 10 \lg \frac{S_s}{l_o l_f} \quad (8)$$

Die Berechnung kann sowohl frequenzabhängig als auch mit Einzahlwerten erfolgen. In beiden Fällen ist es sinnvoll rechnergestützte Umsetzungen zu verwenden, die die Besonderheiten im Holzbau berücksichtigen [15].

4.1. Umsetzung für Holzdecken

Für die Trittschallberechnung mit Einzahlwerten können die Eingangsdaten auch aus Labormessungen der Flankenübertragung $L_{n,ij,lab,w}$ ermittelt werden, wie sie für die Ermittlung der Korrektursummanden K_1 und K_2 in [18] durchgeführt wurden. Hierbei können zusätzliche Verbesserungen durch Vorsatzschalen $\Delta R_{ij,w}$ und Elastomere im Deckenstoß ΔK_{ij} berücksichtigt werden.²

$$L_{n,Df,w} = L_{n,Df,lab,w} - \Delta K_{ij} - \Delta R_{j,w} - 10 \lg \frac{S_S}{l_0 l_f} \quad (9)$$

$$L_{n,DFf,w} = L_{n,DFf,lab,w} - \Delta K_{ij} - \Delta R_{ij,w} - 10 \lg \frac{S_S}{l_0 l_f} \quad (10)$$

Liegen keine Labordaten für den Weg Df vor, kann $L_{n,Df,w}$ aus K_1 (Anhang 2) wie folgt ermittelt werden:

$$L_{n,Df,lab,w} = 10 \lg(10^{0,1(L_{n,w}+K_1)} - 10^{0,1L_{n,w}}) \quad (11)$$

Für den Weg Dff kann der Laborwert für die unterschiedlichen Situationen der Tabelle für K_2 entnommen werden (Anhang 2).

Die bewerteten Flankendämm-Maße bei Luftschallanregung werden für flankierende

Holzständerwände (vertikale Übertragung) und flankierende Holzbalkendecken (horizontale Übertragung aus der Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ berechnet, die für verschiedene Ausführungen dem Bauteilkatalog entnommen werden kann.

$$R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10 \lg \left(\frac{S_S}{10m^2} \right) + 10 \lg \left(\frac{4,50m}{l_f} \right) \quad (12)$$

Werden zusätzliche Vorsatzschalen montiert, so kann das Flankendämm-Maß um die Verbesserung $\Delta R_{Ff,w}$ erhöht werden.

Flankierende Massivholzwände und -decken werden nach Gleichung (7) berechnet.

4.2. Stoßstellendämm-Maße für Massivholzelemente

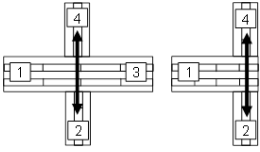
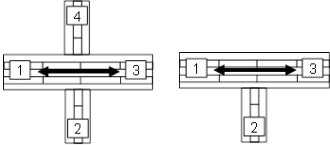
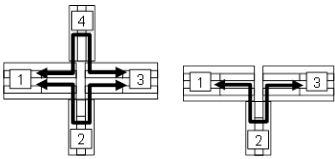
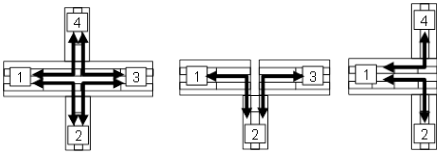
Eine zentrale Aufgabe des Projektes „Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten“ war die Ermittlung von Stoßstellendämm-Maßen von verschiedenen Massivholz-Bauteilstößen, die für die Berechnung der Flankenübertragung nach den Gleichungen (7) und (8) erforderlich sind.

Hierzu wurden Bauteilstöße verschiedener Hersteller in realistischer Größe unter Laborbedingungen aufgebaut und das Stoßstellendämm-Maß nach DIN EN ISO 10848 ermittelt. Zusätzlich konnten in einer Arbeit von A. Timpte [19] Messdaten vergleichbarer Aufbauten aus verschiedenen europäischen Instituten zusammengetragen und verglichen werden.

Tabelle 4 zeigt als Auswertung der gesammelten Daten die Mittelwerte der Stoßstellendämm-Maße für verschiedene Decken-Wand-Stöße.

² Die Laborwerte wurden auf eine Kantenlänge im Labor $l_{lab} = 20$ m und die Trennfläche $S_{S,lab} = 20$ m² bezogen, wodurch sich diese Daten in Gleichung (10) und (11) herauskürzen.

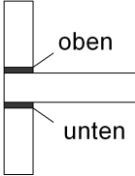
Tabelle 4: Stoßstellendämm-Maße K_{ij} für den Bauteilstoß Decke / Wand von Massivholzelementen ($t = 80 - 200 \text{ mm}$), Stoß verschraubt oder mit Winkeln montiert [14],[19].

Stoßstellentyp	Übertragungsrichtung	Stoßstellendämm-Maß
	„vertikale Übertragung“ Weg Ff Wand durch Decke unterbrochen	$K_{Ff} = 21 \text{ dB}$
	„horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke durchlaufend	$K_{Ff} = 3 \text{ dB}$
	„horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke getrennt	$K_{Ff} = 12 + 10 \lg(m_2'/m_1')$
	„gemischte Übertragung“ Weg Df und Fd	$K_{Fd} = 14 \text{ dB}$ $K_{Df} = 14 \text{ dB}$

Die Ergebnisse sind mit Ausnahme der horizontalen Übertragung über ein getrenntes Deckenelement (Tabelle 4, Zeile 3) unabhängig von den Elementdicken und flächenbezogenen Massen.

Werden Bauteilstöße durch Elastomere (wirksam) entkoppelt, so kann das inklusive der Elastomere gemessene Stoßstellendämm-Maß für die Berechnung verwendet oder eine Verbesserung des Stoßstellendämm-Maßes ΔK_{ij} angegeben werden. Ergebnisse zur Verbesserung durch elastisch entkoppelte Bauteilstöße wurden von M. Schramm und F. Dolezal bereits 2010 veröffentlicht [20]. Ein Vergleich mit aktuellen Messwerten die mit zugelassenen Winkeln + Entkopplung ermittelt wurden, werden in Tabelle 5 gezeigt.

Tabelle 5: Verbesserung der Stoßstellendämm-Maße ΔK_{ij} durch elastische Entkopplungen

Anordnung der Elastomere	Entkoppelte Befestigungsmittel, Daten nach [20]	Entkoppelte Befestigungsmittel, Daten nach [21],[22],[14]
	oben oder unten	$\Delta K_{ij} = 7 \dots 10 \text{ dB}$
	oben und unten	$\Delta K_{ij} = 8 \dots 19 \text{ dB}$
		$\Delta K_{ij} = 4 \dots 10 \text{ dB}$
		$\Delta K_{ij} = 13 \dots 15 \text{ dB}$

Auf den Übertragungsweg Fd wirkt sich nur das obere Elastomer aus. Auf Weg DF nur das untere Elastomer. Die Wege Ff und DFf werden von beiden Elastomeren beeinflusst.

4.3. Verbesserung durch Vorsatzschalen

Die Verbesserung durch Installationsebenen (Vorsatzschalen) hängt im Wesentlichen von der Kopplung der Schalen (Übertragung durch die Befestigung) und der Übertragung durch das Gefach zwischen den Befestigungen ab. Die Übertragung durch das Gefach wird maßgeblich durch die Masse-Feder-Masse Resonanz der Vorsatzschale beeinflusst. Diese lässt sich aus den flächenbezogenen Massen des Wandelements m'_1 und der Beplankung m'_2 sowie der dynamischen Steifigkeit s' der Schicht zwischen Wandelement und Beplankung berechnen.

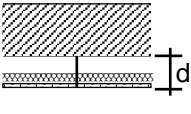
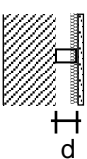
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{s' \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \quad (13)$$

Ist die Zwischenschicht leer oder mit einem leichten, weichen Hohlraumdämmstoff ausgefüllt so kann für s' die dynamische Steifigkeit der Luftschicht eingesetzt werden. Gleichung (13) wird dann mit der Luftschichtdicke d zu:

$$f_0 \approx 160 \sqrt{\frac{0,08}{d} \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \quad (14)$$

Die Verbesserung der Vorsatzschalen tritt oberhalb der Resonanzfrequenz f_0 auf. D.h. umso kleiner f_0 ist, umso größer ist die Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes ΔR_w durch die Vorsatzschale. Eine Auswertung der Verbesserungen durch Vorsatzschalen bei Massivholzelementen ist in Tabelle 6 dargestellt [23],[24].

Tabelle 6: Verbesserungen durch Vorsatzschalen vor Massivholzteilen in Abhängigkeit der Konstruktion und dem Grundbauteil [23], [24]

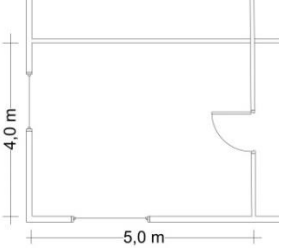
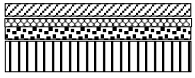
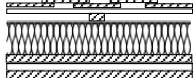
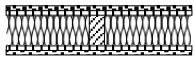
		Ausführung und Befestigung			
		starr verbunden	entkoppelt		
			$f_0 = 125 \dots 150$ Hz	$f_0 = 60 \dots 100$ Hz	$f_0 \leq 50$ Hz
Grundbauteil	Decke + Unterdecke 	$d = 20 \dots 60$ mm $f_0 = 70 \dots 140$ Hz $\Delta R_w = 0 \dots 6$ dB $\Delta L_{n,w} = 0 \dots 6$ dB	$d = 27$ mm $f_0 = 125 \dots 140$ Hz $\Delta R_w = -5 \dots 9$ dB $\Delta L_{n,w} = 4 \dots 12$ dB	$d = 40 \dots 100$ mm $f_0 = 60 \dots 70$ Hz $\Delta R_w = 2 \dots 6$ dB $\Delta L_{n,w} = 2 \dots 8$ dB	$d = 120 \dots 170$ mm $f_0 = 40 \dots 50$ Hz $\Delta R_w = 7 \dots 14$ dB $\Delta L_{n,w} = 7 \dots 20$ dB
	Wand + Installations-ebene 	$d = 20 \dots 60$ mm $f_0 = 90 \dots 120$ Hz $\Delta R_w = 2 \dots 6$ dB	$d = 27$ mm $f_0 = 125 \dots 150$ Hz $\Delta R_w = 5 \dots 9$ dB	z.T. freistehend $d = 40 \dots 70$ mm $f_0 = 74 \dots 90$ Hz $\Delta R_w = 15 \dots 21$ dB	freistehend $d = 85 \dots 110$ mm $f_0 = 25 \dots 50$ Hz $\Delta R_w = 25 \dots 30$ dB

5. Planung am Ausführungsbeispiel

Beispiele für den schalltechnischen Nachweis von Konstruktionen, die über die neue DIN 4109 abgedeckt werden, wurden in [25] vorgestellt. Nachfolgend sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie die Berücksichtigung von nicht abgedeckten Konstruktionsvarianten und Zusatzmaßnahmen in der Planung möglich ist.

Als Ausführungsbeispiel wird eine Massivholzdecke mit schwimmendem Zementestrich und einer Rohdeckenbeschwerung aus Splitt gewählt. Die flankierenden Massivholz-Außenwände sollen ihre Sichtholz-Oberfläche behalten. Die Innenwände werden als Holzständerwände ausgeführt. Die Eingangs- und Berechnungsdaten werden in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Eingangsdaten für die Berechnung (Dickenangaben in mm)

Grundriss / Anforderungen	Decke	Außenwand	Innenwand
 <p>4,0 m 5,0 m</p>	 <p>50 Zementestrich 40 MFT, $s' = 6 \text{ MN/m}^3$ 80 Splitt, $m' = 120 \text{ kg/m}^2$ 160 Brettchichholz</p>	 <p>Schalung Lattung 160 Dämmung 80 Brettsperrholz</p>	 <p>12,5 GKB 13 Spanplatte 100 KVH+MW 13 Spanplatte 12,5 GKB</p>
$S_s = 20 \text{ m}^2$ erf. $R'_w \geq 54 \text{ dB}$ zul. $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$R_w = 70 \text{ dB}$ $L_{n,w} = 41 \text{ dB}$ $R_{D,w} = 52 \text{ dB}^{1)}$	$l_f = 9,0 \text{ m}$ $K_1 = 4 \text{ dB}$ $R_{f,w} = 32 \text{ dB}^{1)}$	$l_f = 9,0 \text{ m}$ $K_1 = 1 \text{ dB}$ $D_{n,f,w} = 67 \text{ dB}$
Beurteilung der Decke s. Anhang 1, Tab 2, Z.1	$L_{n,w} + C_{150-2500} < 53 \text{ dB}$		
Berechnung nach DIN 4109	$L'_{n,w} = 48 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$ $L'_{n,w} + u_{\text{prog}} > \text{zul. } L'_{n,w}$ nicht erfüllt!	Außenwand maßgeblich: $K_1 = 4 \text{ dB}, K_2 = 3 \text{ dB}$	
Differenzierte Berechnung	$L'_{n,w} = 46,1 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$ $L'_{n,w} + u_{\text{prog}} < \text{zul. } L'_{n,w}$ erfüllt!	$L_{n,Df,w} = 39,3 \text{ dB}$ $L_{n,DFf,w} = 41,5 \text{ dB}$	$L_{n,Df,w} = 31,7 \text{ dB}$ $L_{n,DFf,w} = 36,5 \text{ dB}$
	$R'_w = 54,3 \text{ dB} - 2 \text{ dB}$ $R'_w - u_{\text{prog}} < \text{erf. } R'_w$ nicht erfüllt!	$R_{Ff,w} = 56,5 \text{ dB}$ $R_{Fd,w} = 59,5 \text{ dB}$ $R_{Df,w} = 77,5 \text{ dB}$	$R_{Ff,w} = 67,0 \text{ dB}$
Zusatzmaßnahme Außenwand:	$L'_{n,w} = 44,7 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$ $L'_{n,w} + u_{\text{prog}} < \text{zul. } L'_{n,w}$ erfüllt!	$L_{n,Df,w} = 39,3 \text{ dB}$ $L_{n,DFf,w} = 33,5 \text{ dB}$	$L_{n,Df,w} = 31,7 \text{ dB}$ $L_{n,DFf,w} = 36,5 \text{ dB}$
Elastomer oben $\Delta K_{ij} = 8 \text{ dB}$	$R'_w = 60,7 \text{ dB} - 2 \text{ dB}$ $R'_w - u_{\text{prog}} < \text{erf. } R'_w$ erfüllt!	$R_{Ff,w} = 64,5 \text{ dB}$ $R_{Fd,w} = 67,5 \text{ dB}$ $R_{Df,w} = 77,5 \text{ dB}$	$R_{Ff,w} = 67,0 \text{ dB}$

¹⁾ Schalldämm-Maß des Massivholzelements (bei der Decke inkl. Splitt) für die Berechnung nach Gleichung (7)

Folgende Ergebnisse werden in Tabelle 7 zusammengefasst:

- Zur Beurteilung des subjektiven Empfindens der Trittschallübertragung wird der Deckenaufbau in Zeile 2 zunächst mit den Konstruktionshilfen in Anhang 1 verglichen. Der Aufbau genügt den Bedingungen für $L_{n,w} + C_{150-2500} < 53$ dB. D.h. es ist keine störende Trittschallübertragung zu erwarten.
- Der Trittschallnachweis nach DIN 4109 wird in Zeile 3 nicht erfüllt. Die Korrektursummanden wurden für die Massivholzwand als maßgebende Wand auf der sicheren Seite gewählt. Der Luftschallnachweis nach DIN 4109 ist auf Grund der flankierenden Massivholzwände noch nicht möglich.
- In Zeile 4 werden die Ergebnisse der genaueren Berechnung für die unterschiedlichen Wandausführungen nach Gleichung (9) – (11) gezeigt. Dadurch werden die Trittschallanforderungen erreicht. Die Luftschallberechnung nach Gleichung (7) und (12) erreicht die Anforderungen hingegen nicht.
- Wird als Zusatzmaßnahme ein Elastomer mit einem $\Delta K_{ij} = 8$ dB unter der oberen Außenwand angeordnet, so werden auch die Anforderungen an die Luftschalldämmung erreicht (Zeile 5).

Da die differenzierte Berechnung von den Vorgaben der DIN 4109 abweicht, muss der Nachweis für die Trenndecke über eine Baumessung erfolgen.

Ausführungsmöglichkeiten von Trenndecken in Mehrgeschossern und verschiedenen Zusatzmaßnahmen für die flankierenden Wände werden in Tabelle 8 für fünf Bauvorhaben gezeigt.

Tabelle 8: Vergleich von Prognose und Messung der Luft- und Trittschalldämmung für 5 Mehrgeschosser

BV	Decke	Wände	Zusatzmaßnahmen	Prognose	Baumessung
1	50 Zementestrich 30 MFT, $s' = 6$ MN/m ³ 80 Kalksplitt 180 Kastenelement+Tilger	Holzständer	Keine	$R'_w = 62,9$ dB $L'_{n,w} = 45,4$ dB	$R'_w = 63$ dB $L'_{n,w} = 45$ dB
2	80 Zementestrich 50 MFT, $s' = 6$ MN/m ³ 85 Kalksplitt 200 Brettsperrholz	100 MH	Elastomer oben+unten	$R'_w = 63,5$ dB $L'_{n,w} = 42,5$ dB	$R'_w = 66$ dB $L'_{n,w} = 45$ dB
3	65 Zementestrich 40 MFT, $s' = 6$ MN/m ³ 90 Kalksplitt 100 Brettschichtholz	100 MH 12,5GKB	Elastomer oben	$R'_w = 60,5$ dB $L'_{n,w} = 45,8$ dB	$R'_w = 63$ dB $L'_{n,w} = 45$ dB
4	60 Zementestrich 40 MFT, $s' = 6$ MN/m ³ 15 Holzfaserplatte 447 Holz-Beton-Verbund	≥ 100 MH	Vorsatzschalen		$R'_w = --$ dB $L'_{n,w} = 44$ dB
5	60 Zementestrich 40 MFT, $s' = 6$ MN/m ³ 90 Kalksplitt 200 Brettschichtholz	2x18 GF ≥ 100 MH 2x18GF	K ₂ 60 Kapselung	$R'_w = 60,1$ dB $L'_{n,w} = 44,0$ dB	$R'_w = 59$ dB $L'_{n,w} = 43$ dB

Im Wesentlichen werden drei mögliche Maßnahmen unterschieden:

- Deckenaufleger und/oder Wandaufleger mit Elastomer (wirksam) entkoppeln
- Flankierende Wände mit Vorsatzschalen nach Tabelle 6 ausführen $\Delta R_w > 5$ dB
- Flankierende Wände nach K_260 Kriterium ausführen (2 x 18 mm GF)

Wie die Ergebnisse der Baumessungen belegen, konnte in allen Fällen ein erhöhter Schallschutz erreicht werden.

6. Zusammenfassung

Mit dem deutlich umfangreicheren Bauteilkatalog (Teil 33) bietet die neue DIN 4109 wesentlich bessere Möglichkeiten für die schalltechnische Planung von Holzhäusern. Noch vorhandene Lücken betreffen vor allem Kosten-Nutzen-optimierte Deckenkonstruktionen und Massivholzbauteile. Als ein Beitrag zur Schließung dieser Lücken wurden für Decken, die als Trenndecken oder flankierende Decken von Trennwänden eingesetzt werden sollen, Berechnungsmöglichkeiten und Planungsdaten aufgezeigt. Die ausführliche Berechnung bietet die Möglichkeit die tatsächliche Bausituation genauer zu berücksichtigen und ist auch für Massivholzbauteile durchführbar.

7. Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die hilfreichen Diskussionen und Unterstützung besonders bei Andreas Mayr und Ulrich Schanda, sowie für die finanzielle Unterstützung durch die AiF und die DFG.

8. Literatur

- [1] DIN 4109-1:2016-07 Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen
DIN 4109-2:2016-07 Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
- [2] Beiblatt 2 zu DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, Ausgabe 1989
- [3] VDI 4100 „Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz, Ausgabe 2012 und
VDI4100 „Schallschutz von Wohnungen - Kriterien für Planung und Beurteilung“, Ausgabe 2007
- [4] DEGA-Empfehlung 103, „Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis“, März 2009
- [5] Lang, J., Schallschutz im Wohnungsbau, Forschungsbericht ifip TU Wien, 2006
- [6] Hveem, S., Homb, A., Haagberg, K., Rindel, J. H., „Low-frequency footfall noise in multi-storey timber frame buildings“, NKB report 1996:12 E
- [7] Jeon, J., Y., Jeong, J. H., „Objective and Subjective Evaluation of Floor Impact Noise“, Journal of Temporal Design in Architecture and the Environment, 2002, 2, 20-28
- [8] Warnock, A.C.C., „Low-frequency impact sound transmission through floor systems“, InterNoise, 2000
- [9] Scholl, W., „Das Normhammerwerk muss laufen lernen“, Tagungsband DAGA, 2001
- [10] Burkhart, C., Tieffrequenter Trittschall – Messergebnisse, mögliche Ursachen, Tagungsband DAGA 2002
- [11] B. Rasmussen, J. H. Rindel: Sound insulation of dwellings – Legal requirements in Europe and subjective evaluation of acoustical comfort. Proceedings of DAGA, 2003, 118–121
- [12] Kühn, B., Blickle R., „Trittschalldämmung und Gehgeräusche-Immission von Geschossdecken aus Holz“, WKSB, 2004, 52
- [13] Huissel, L., Ausarbeitung eines aktuellen Bauteilkataloges für den Schallschutz von Holzdecken zur Verwendung in der Fachliteratur und Normung, Bachelorarbeit Hochschule Rosenheim, 2016
- [14] Wohlmuth, B., Rank, E., Kollmannsberger, S., Schanda, U., Rabold, A., Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten - Modellierung, numerische Simulation, Validierung - Forschungs-Kooperationsprojekt TU München, Hochschule Rosenheim, ift Rosenheim, in Bearbeitung
- [15] Châteauevieux-Hellwig, C., Mecking, S., Brummer, B., Rabold, A., Anwendung zur SEA basierten Berechnung nach EN 12354 für Massivholzelemente, Tagungsband DAGA 2016
- [16] Rabold, A., Schramm, M., Châteauevieux-Hellwig, C., SEA based prediction for integrated vibroacoustical design optimization of multi-storey buildings, Conference proceedings Euronoise'15, Maastricht
- [17] DIN EN ISO 12354, Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, 2016
- [18] Holtz, F., Rabold, A., Hessinger, J., Bacher, S.: Ergänzende Deckenmessungen zum Vorhaben: Integration des Holz- und Skelettbau in die neue DIN 4109, Abschlussbericht des Labors für Schall- und Wärmemesstechnik zum DGfH-Forschungsvorhaben 2005
- [19] Timpte, A., Stoßstellendämm-Maße im Massivholzbau – Konstruktionen, akustische Kenngrößen, Schallschutzprognose, Masterarbeit TU Berlin und Hochschule Rosenheim, 2016
- [20] Schramm, M., Dolezal, F., Rabold, A., Schanda, U., Stoßstellen im Holzbau – Planung, Prognose und Ausführung, Tagungsband DAGA 2010.
- [21] Kruse, T., Messtechnische Untersuchung zur Stoßstellendämmung und Ausbreitungsdämpfung von Brettsperrholzbauteilen, Bachelorarbeit Hochschule Rosenheim, 2015
- [22] Nicklaus, S., „Untersuchung zur schalltechnischen Entkopplung von Massivholzbauteilen an Wand-Decken-Stößen“, Bachelorarbeit Hochschule Rosenheim, 2017
- [23] Hernández, A., M., Influence of suspended ceilings to airborne and impact sound insulation in massive wooden floors, Projektarbeit Hochschule Rosenheim, 2016
- [24] Ift Bauteildatenbank Wände
- [25] Mayr, A., Einig, J., Rabold, A., Bauteilkatalog Leichtbau nach DIN 4109, Tagungsband HolzBauSpezial, Bad Wörishofen 2017

Anhang 1

Konstruktionshilfen	Zielwert:			
	$L_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 53 \text{ dB}$		$L_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 46 \text{ dB}$	
	Verkehrslast		Verkehrslast	
	$p < 2,5 \text{ kN/m}^2$	$p < 5 \text{ kN/m}^2$	$p < 2,5 \text{ kN/m}^2$	$p < 5 \text{ kN/m}^2$
	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 60 mm Splitt, $m' \geq 90$ oder ≥ 40 mm Betonpl., $m' \geq 100$ ≥ 13 mm V20, $m' \geq 7$ ≥ 24 mm Dielen, $m' \geq 11$ ≥ 200 mm Balken	≥ 25 mm TE, $m' \geq 25$ ≥ 12 mm TSD, $s' \leq 40$ ≥ 120 mm Splitt, $m' \geq 180$ ≥ 13 mm V20, $m' \geq 7$ ≥ 24 mm Dielen, $m' \geq 11$ ≥ 200 mm Balken	≥ 80 mm ZE, $m' \geq 190$ ≥ 20 mm TSD, $s' \leq 20$ ≥ 100 mm Splitt, $m' \geq 150$ ≥ 13 mm V20, $m' \geq 7$ ≥ 24 mm Dielen, $m' \geq 11$ ≥ 200 mm Balken	≥ 80 mm ZE, $m' \geq 190$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 100 mm Splitt, $m' \geq 150$ ≥ 13 mm V20, $m' \geq 7$ ≥ 24 mm Dielen, $m' \geq 11$ ≥ 200 mm Balken
	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 60 mm Splitt, $m' \geq 90$ oder ≥ 50 mm Betonpl., $m' \geq 120$ ≥ 22 mm V20, $m' \geq 14$ ≥ 220 mm Balken + Däm.	≥ 25 mm TE, $m' \geq 25$ ≥ 12 mm TSD, $s' \leq 40$ ≥ 30 mm Splitt, $m' \geq 45$ oder ≥ 50 mm Betonpl., $m' \geq 120$ ≥ 22 mm V20, $m' \geq 14$ ≥ 220 mm Balken + Däm.	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 20 mm TSD, $s' \leq 20$ ≥ 60 mm Splitt, $m' \geq 90$ ≥ 22 mm V20, $m' \geq 14$ ≥ 220 mm Balken + Däm.	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 22 mm V20, $m' \geq 14$ ≥ 200 mm Balken + Däm. ≥ 100 mm Abh. + Däm. ≥ 100 mm Abh. + Däm. ≥ 12,5 mm GF, $m' \geq 13$ ≥ 12,5 mm GF, $m' \geq 13$
	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 220 mm Balken mit ≥ 220 mm HWF, druckfest ≥ 22 mm V20, $m' \geq 14$ ≥ 25 mm GKB, $m' \geq 20$ ≥ 25 mm GKB, $m' \geq 20$			≥ 80 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 220 mm Balken mit ≥ 140 mm HWF, druckfest ≥ 80 mm Splitt, geb. ≥ 22 mm V20, $m' \geq 14$ ≥ 25 mm GKB, $m' \geq 20$ ≥ 25 mm GKB, $m' \geq 20$

- ZE: Zement-, Anhydrit-, oder Flieseestrich mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- TE: Gipsfaser Trockenestrichelemente, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- V20, Dielen: Verlegespanplatten und Massivholzdielen mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- TSD: Mineralfaser- oder Holzweichfaser Trittschalldämmplatte mit der angegebenen dynamischen Steifigkeit s' in MN/m^3
- Splitt: Kalksplitt in Pappwaben, oder gebundener Splitt mit Latexmilch, oder Zementemulsion, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- Betonpl.: Betonplatten, auf der Rohdecke verklebt oder im Sandbett verlegt, Kantenlänge $\leq 0,30 \text{ m}$, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- Balken, Däm.: Balkenlage nach Statik mit Hohlraumdämmung aus Faserdämmstoff, $d \geq 100 \text{ mm}$
- HWF: Druckfeste Holzweichfaser Dämmplatte, Rohdichte $\rho \approx 140 \text{ kg/m}^3$
- Lattung: Massivholzlatten, $24 \times 48 \text{ mm}$, geschraubt, geklammert oder genagelt, Achsabstand 417 mm
- Abh.: Federschienen und Abhänger mit Entkopplung durch Sylomer und Hohlraumdämmung aus Faserdämmstoff, $d \geq 100 \text{ mm}$
- GF, GKB: Gipsfaserplatten und Gipskartonplatten mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2

Konstruktionshilfen	Zielwert:			
	$L_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 53 \text{ dB}$		$L_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 46 \text{ dB}$	
	Verkehrslast		Verkehrslast	
	$p < 2,5 \text{ kN/m}^2$	$p < 5 \text{ kN/m}^2$	$p < 2,5 \text{ kN/m}^2$	$p < 5 \text{ kN/m}^2$
	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 60 mm Splitt, $m' \geq 90$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$	≥ 25 mm TE, $m' \geq 25$ ≥ 12 mm TSD, $s' \leq 40$ ≥ 120 mm Splitt, $m' \geq 180$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$	≥ 80 mm ZE, $m' \geq 190$ ≥ 20 mm TSD, $s' \leq 20$ ≥ 120 mm Splitt, $m' \geq 180$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 120 mm Splitt, $m' \geq 180$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$
	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 70 mm Beton, $m' \geq 170$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$	≥ 12 mm TE, $m' \geq 13$ ≥ 28 mm V20, $m' \geq 16$ ≥ 30 mm TSD, $s' \leq 15$ ≥ 120 mm Beton, $m' \geq 290$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$	≥ 80 mm ZE, $m' \geq 190$ ≥ 30 mm TSD, $s' \leq 15$ ≥ 120 mm Beton, $m' \geq 290$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 120 mm Beton, $m' \geq 290$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$
	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 70 mm Beton, $m' \geq 170$ ≥ 100 mm Splitt, $m' \geq 150$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$	≥ 25 mm TE, $m' \geq 25$ ≥ 12 mm TSD, $s' \leq 40$ ≥ 70 mm Beton, $m' \geq 170$ ≥ 100 mm Splitt, $m' \geq 150$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 20 mm TSD, $s' \leq 20$ ≥ 70 mm Beton, $m' \geq 170$ ≥ 100 mm Splitt, $m' \geq 150$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$	≥ 50 mm ZE, $m' \geq 120$ ≥ 40 mm TSD, $s' \leq 7$ ≥ 70 mm Beton, $m' \geq 170$ ≥ 100 mm Splitt, $m' \geq 150$ ≥ 150 mm MHD, $m' \geq 50$

- ZE: Zement-, Anhydrit-, oder Flieseestrich mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- TE: Gipsfaser Trockenestrichelemente, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- V20: Verlegespanplatten, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- TSD: Mineralfaser- oder Holzweichfaser Trittschalldämmplatte mit der angegebenen dynamischen Steifigkeit s' in MN/m^3
- Splitt: Kalksplitt in Pappwaben, oder gebundener Splitt mit Latexmilch, oder Zementemulsion, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- Beton: Holzbetonverbund, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
- MHD: Brettstapel-, Brettschichtholz-, Brettspertholz-, Hohlkasten- oder Leimprofilholzdecken, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2 , Elementhöhe nach Statik

Anhang 2

Korrektursummand K_1 zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg Df.

		Deckenaufbau				
		2 x GKP an FS	1 x GKP an FS	GKP Lattung o. direkt	offene HBD	BSD o. HKD
Wandaufbau im Empfangsraum	Wandbeplankung: GKP+HWS	$K_1 = 6$ dB	$K_1 = 3$ dB	$K_1 = 1$ dB		
	GF	$K_1 = 7$ dB	$K_1 = 4$ dB	$K_1 = 1$ dB		
	HWS Holz o. HWS Element	$K_1 = 9$ dB	$K_1 = 5$ dB	$K_1 = 4$ dB		

Legende:

- GKP Gipskartonplatte, Rohdichte von $\rho \geq 700$ kg/m³, mechanisch verbunden
- GF Gipsfaserplatte, Rohdichte von $\rho \geq 1100$ kg/m³, mechanisch verbunden
- HWS ... Holzwerkstoffplatte, Rohdichte von $\rho \geq 650$ kg/m³, mechanisch verbunden
- HBD Holzbalkendecke
- FS Federschiene
- Holz o. HWS Element Massivholzelemente oder 80-100 mm Holzwerkstoffplatte, $m' \geq 50$ kg/m²
- GKP Lattung o. direkt HBD mit Unterdecke an Lattung oder GKP + HWS direkt montiert
- offene HBD Holzbalkendecke mit sichtbarer Balkenlage
- BSD o. HKD Brettstapel-, Brettschichtholz- oder Hohlkastendecke




Korrektursummand K_2 zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg DFf.

		Trittschallübertragung auf dem Weg Dd + Df :																				$L_{n,DF,w}$ [dB]		
		$L_{n,w} + K_1$ in dB																						
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	> 55	
Wandaufbau im Empfangsraum	GKP + HWS	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	$n = 4$ 44 $\sigma = 1,3$
	GF	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	$n = 7$ 40 $\sigma = 1,7$
	HWS	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$n = 8$ 38 $\sigma = 1,5$
Wandaufbau im Sende- und Empfangsraum	GKP + HWS	11	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	$n = 1$ 46
	GF	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	$n = 7$ 45 $\sigma = 1,5$
	HWS	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	$n = 6$ 42 $\sigma = 0,9$

Legende:

- GKP 9 mm – 12,5 mm Gipskartonplatte, Rohdichte von $\rho \geq 700$ kg/m³, mechanisch verbunden
- GF 12,5 mm – 15 mm Gipsfaserplatte, Rohdichte von $\rho \geq 1100$ kg/m³, mechanisch verbunden
- HWS 13 mm – 22 mm Holzwerkstoffplatte, Rohdichte von $\rho \geq 650$ kg/m³, mechanisch verbunden
- Holz- o. HWS- Element ... Massivholzelemente oder 80-100 mm Holzwerkstoffplatte, $m' \geq 50$ kg/m²

Estrichaufbau:

- a)  ZE/HWF: mineralisch gebundener Estrich oder Gussasphalt auf Holzweichfaser- Trittschalldämmplatten
Randdämmstreifen: > 5 mm Mineralfaser- oder PE - Schaum- Randstreifen
- b)  ZE/MF: mineralisch gebundener Estrich oder Gussasphalt auf Mineralfaser-, oder PST Trittschalldämmplatten
Randdämmstreifen: > 5 mm Mineralfaser- oder PE - Schaum- Randstreifen
- c)  TE: Trockenestrich auf Mineralfaser-, PST-, oder Holzweichfaser- Trittschalldämmplatten
Randdämmstreifen: > 5 mm Mineralfaser- oder PE - Schaum- Randstreifen

Block B2

PROZESSE: Optimieren und Produzieren

Planungskultur für den Holzbau – leanWOOD

Manfred Stieglmeier
Technische Universität München
Fakultät für Architektur
Professur für Entwerfen und Holzbau
München, Deutschland



Planungskultur für den Holzbau – leanWOOD



Abbildung 1: Kooperativer Planungsprozess im Holzbau

1. Ausgangssituation

1.1. Anlass

Der moderne Holzbau zeichnet sich durch die Produktion von Bauelementen in der Werkstatt mit hohem Vorfertigungsgrad und hoher Qualität aus. Die Vorfertigung ist eine Prämisse der Wirtschaftlichkeit sowie der Qualitätssteigerung und erfordert einen erhöhten Planungsaufwand, der die Fertigung der Bauelemente, deren Transportlogistik und die Montage berücksichtigt. Die traditionellen Bauweisen, die sich vor allem auf die Vor-Ort-Produktion konzentrieren, haben seit Jahrhunderten den Rahmen der Organisation des Projektablaufs und der Gesetzgebung geprägt. Der heute übliche Projektablauf mit den separierten Einzelschritten Planung, Ausschreibung, Produktion und Bau stellt ein großes Hemmnis für den vorgefertigten Holzbau dar, da in der Regel der Holzbaubetrieb nicht in den Planungsprozess eingebunden wird und somit entscheidendes Wissen für eine komplette Ausführungsplanung fehlt. Aufgrund der Komplexität sind heute die meisten Architekten und Ingenieure mit den vielfältigen Anforderungen des Holzbaus, vor allem beim mehrgeschossigen Bauen, überfordert und auf die Beratung durch Holzbauspezialisten angewiesen. Idealerweise würde daher heute ein Bauprojekt produktionsgerecht von einem Team aus Architekten, Ingenieuren und Holzbauplanern von Anfang an gemeinsam geplant werden. Hier setzt leanWOOD¹ an.

¹ leanWOOD – Innovative lean processes and cooperation models for planning, production and maintenance of urban timber buildings. Project of WoodWisdom Net 4th Call 2013. National gefördert vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Koordination: 2014 – 2016 Wolfgang Huss, 2016 – 2017 Manfred Stieglmeier. Informationen unter www.leanwood.eu

1.2. Zielsetzung

Erklärtes Ziel des Forschungsprojekts ist die Entwicklung von Empfehlungen für neue Organisations- und Prozessmodelle für den vorgefertigten Holzbau vor dem Hintergrund innovativer Vergabe- und Kooperationsmodelle basierend auf den existierenden nationalen gesetzlichen Rahmenbedingungen, sowie Schnittstellen und Verantwortlichkeiten zwischen den am Planungsprozess beteiligten Fachleuten zu klären. Aufbauend auf den existierenden Regularien beim Bauen, wird versucht Lösungsvorschläge zur Anpassung des klassischen Leistungsbilds der Planungsbeteiligten auszuarbeiten. LeanWOOD entwickelt Lösungen, wie sich das Leistungsbild der Planer aufgrund der Anforderungen der Vorfertigung im Rahmen der gültigen nationalen Honorar- und Vergabeordnung anpassen lässt. Das Berufsbild des Schweizer Holzbauingenieurs wird auf seine Übertragbarkeit dahingehend hinterfragt, ob er ein Bindeglied zwischen dem Architekten und dem Holzbauunternehmer in einem frühen Stadium der Planung darstellen könnte. Vor diesem Hintergrund setzt sich leanWOOD mit der Ausbildung des Holzbauingenieurs auseinander und zeigt Vorschläge auf. Die oben genannten Problemstellungen werden im Wesentlichen von den deutschsprachigen Partnern bearbeitet.

1.3. Methodik

Für die Arbeit am Forschungsprojekt leanWOOD wurde ein Konsortium von 5 Forschungspartnern aus 4 verschiedenen Ländern und ihren jeweiligen Praxispartnern eingerichtet, um die Problemstellungen zu hinterfragen und Lösungsvorschläge zu entwickeln. Auf der Basis zahlreicher Interviews mit Vertretern aus der Praxis und Workshops mit Experten aus der Administration und der Wissenschaft wurden Hemmnisse identifiziert sowie die nationalen Rahmenbedingungen analysiert und verglichen. Die nationale Ausgangslage der beteiligten Partner in Bezug auf Baukultur und Baurecht ist sehr unterschiedlich. Dies zeigt sich bei Vergabeprozessen und Kooperationsmodellen (z. B. unterschiedliche öffentliche Vergabepraktiken) sowie im Baurecht (z. B. Brandschutz, Schallschutz, Ökologie). Darüber hinaus wurden Best-Practice-Beispiele in den teilnehmenden Ländern mit einem speziell für das Projekt entwickelten Evaluierungsinstrument untersucht und bewertet. Es lässt Rückschlüsse auf die Schwierigkeiten, aber auch die Stärken des vorgefertigten Holzbaus entsprechend den jeweiligen nationalen Rahmenbedingungen zu.

2. Besonderheiten beim Bauen mit Holz

2.1. Charakteristika beim Bauen mit Holz

Die Prämisse der Vorfertigung und die Sensibilität des Baustoffs Holz sind die wesentlichen Unterschiede zwischen der Planung eines Holzbaus und der eines konventionellen Massivbaus. Schon in den frühen Planungsphasen sind neben den klassischen architektonischen Themen wie dem Umgang mit dem Raumprogramm und dem Ort sehr konkrete Einflussfaktoren zu bedenken und frühzeitig in die Planung zu integrieren: Neben der Synthese aus Raumbildung und holzbaugerechter Tragstruktur sind die Rahmenbedingungen des Brandschutzes, der Vorfertigung, des Energiekonzeptes und der Bauphysik nicht nur bestimmend für die Konstruktion, sondern auch für den Entwurf selbst: Besonders sichere Fluchtwegkonzepte beispielsweise können den Einsatz von Holz im Bauen an der Hochhausgrenze erst ermöglichen. Die sinnvolle Anordnung von schallemittierenden und schutzbedürftigen Räumen kann Anforderungen an die Bauteile senken helfen.

Die Vorfertigung erfordert frühere Entscheidungen als beim konventionellen Bauen und lässt keine Korrekturen vor Ort zu. Elementierung und Montageablauf müssen früh bedacht werden und haben Auswirkungen auf die Gestaltung sowie die Konstruktion und Materialauswahl. Beim höchsten Vorfertigungsgrad, den Raumzellen, bestimmen die Transportwege und Fertigungsmöglichkeiten schon den Vorentwurf entscheidend mit. Festlegungen müssen auf Grundlage von sehr aussagekräftigen Plänen, Visualisierungen und Modellen definitiv getroffen werden, Änderungen haben mit fortschreitendem Planungsprozess wachsenden Einfluss auf Termine, Qualität und Kosten.

Der wesentliche konstruktive Unterschied zum planerisch eher robusten Massivbau liegt darin, dass sämtliche Bauteile immer integral mit allen Schichten betrachtet werden müssen: Vor allem Brandschutz und Schallschutz in den Innenbauteilen, aber auch Feuchte- und Wärmeschutz in der Hülle werden fast immer von Rohbau und Ausbau gemeinsam geleistet. Daher müssen auch alle Schichten zusammen konzipiert werden. Das konventionelle, schrittweise und baubegleitende Planen von Rohbau, Fassade und Ausbau funktioniert im Holzbau nicht.

Der Holzbau bietet derzeit eine enorme Vielfalt von Konstruktionen und Aufbauten an. Die Wahl der Bauteilaufbauten hat wiederum großen Einfluss auf die Ausbildung der Detailanschlüsse. Die Bewältigung dieser Komplexität ist nur durch ein kompetentes Planungsteam zu gewährleisten. Die im deutschsprachigen Raum etablierte und wertvolle Trennung von Planung und Ausführung stößt hier an seine Grenzen.

2.2. Trennung von Planung und Ausführung

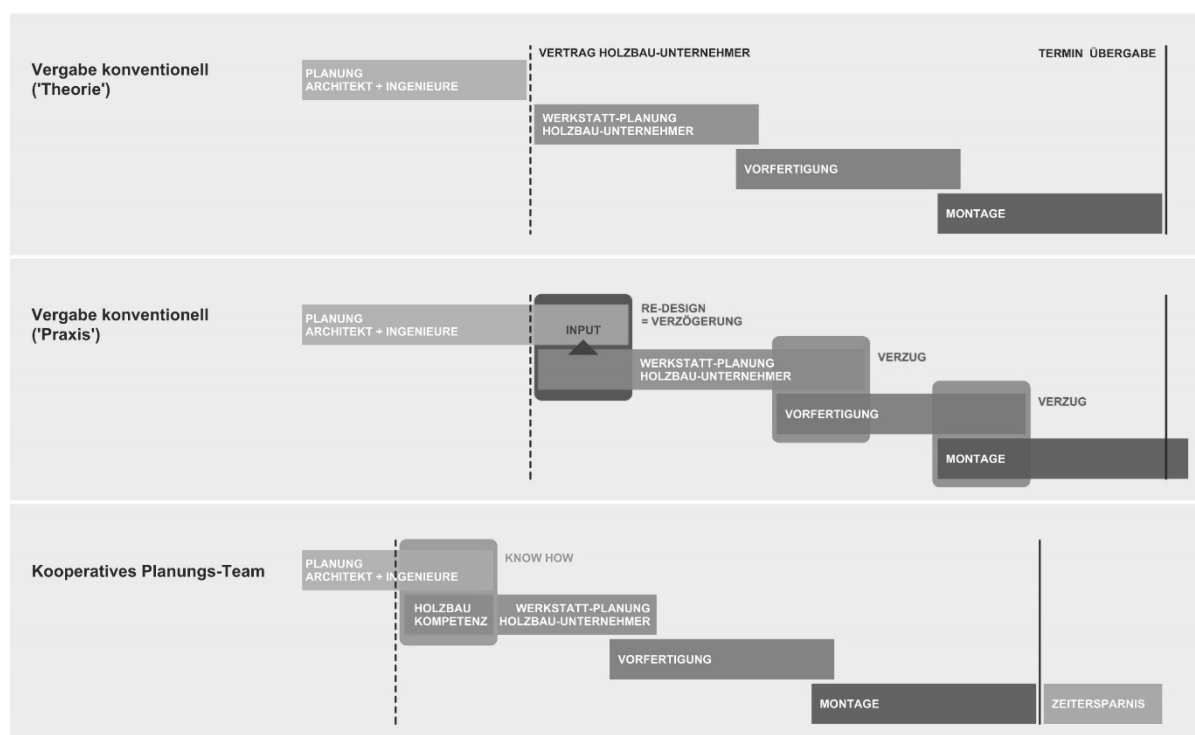


Abbildung 2: Konventionelle vs. kooperative Planung

Bei der Trennung von Planung und Ausführung erstellt das Planungsteam, bestehend aus jeweils einzeln beauftragtem Architekt und Fachplanern, in kontinuierlicher Abstimmung mit dem Bauherrn in aufeinander aufbauenden Planungsphasen von Vorentwurf, Entwurf und Ausführungsplanung eine sich stetig konkretisierende und zuletzt bis ins Detail klar definierte und für die Firmen umsetzbare Planung. Die Aufgabe der Firma beschränkt sich darauf, diese Vorgaben in ihrer Werk- und Montageplanung zu organisieren und die Arbeiten vor Ort umzusetzen. Diese Vorgehensweise ist im Praxisgeschehen des vorgefertigten Holzbaus aus oben erwähnten Gründen kaum anzuwenden.

Der Erstkontakt zwischen dem Architekten und der ausführenden Firma geschieht nach konventionellem, von der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI 2013) geprägtem Verlauf nach der siebten von neun Leistungsphasen. Zu diesem Zeitpunkt hat der Architekt bereits 66% seiner Leistung erbracht.

Ohne die spezialisierte Holzbau-Kompetenz in der Planungsphase sind nur wenige Architekten, Tragwerksplaner, Haustechnik- und Brandschutzbüros in der Lage, die Belange der Baukonstruktion, Ökonomie und des Fertigungsprozesses so gut einzuschätzen, dass eine optimierte Planung entstehen könnte. Der Normalfall ist vielmehr eine ‚Re-Design‘-Phase nach erfolgter Vergabe und eine Optimierung der bereits erstellten Planung infolge des späten Inputs des Ausführenden.

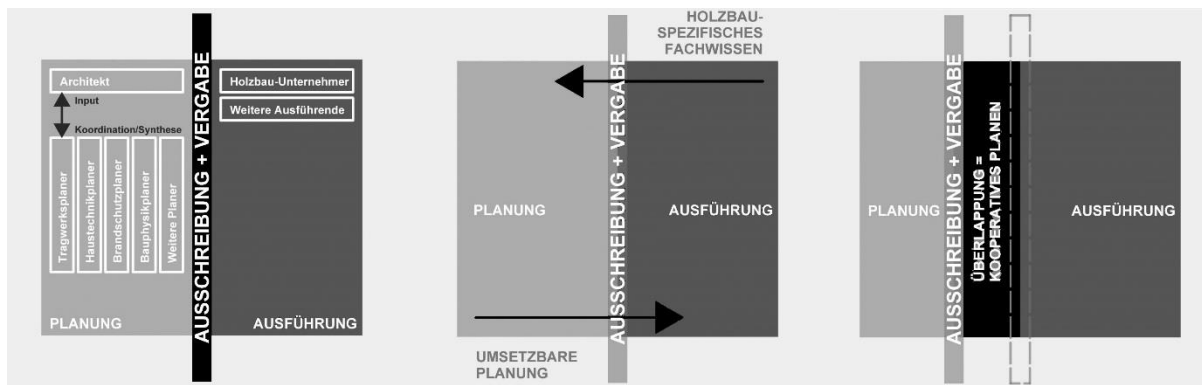


Abbildung 3: Status quo und mögliche Strategien für Planung und Ausführung

2.3. Firmenspezifik

Jedes Holzbau-Unternehmen hat ein spezifisches Profil, das Einfluss auf die Konstruktion eines Gebäudes nehmen kann: Hier seien nur beispielhaft die eigenen Produktionsmöglichkeiten, der Erfahrungsschatz, die Planungskompetenz und auch das Zuliefernetzwerk genannt. Diese Spezifik macht eine optimierte Detail-Planung unabhängig von der beauftragten Holzbau-Firma nur bedingt möglich. Dieses Problem lässt sich auf zwei grundlegende Arten lösen:

- Mittel- bis langfristig: Eine wesentlich stärker standardisierte Baukonstruktion und stärker vereinheitlichte Produktions-Standards der Holzbau-Unternehmen ermöglichen eine firmenunabhängige Planung.
- Kurzfristig: Die ausführende Firma wird früh ins Projekt integriert und bringt Knowhow und Firmenspezifik rechtzeitig in die Planung ein.

2.4. Unzureichende Schnittstellen-Definition

Eine holzbaugerechte Planung bedarf eines Planungsteams, bei dem allen Beteiligten die spezifischen Eigenheiten der vorfertigten Holzbauweise klar sind. Leistungen müssen früher und in höherer Planungstiefe erbracht werden. In der Praxis zeigt sich oft, dass ohne die spezialisierte Holzbaukompetenz in der Planungsphase nur wenige Architekten, Tragwerksplaner und Haustechnikbüros in der Lage sind die Belange des vorgefertigten mehrgeschossigen Holzbaus so gut einzuschätzen, dass eine optimierte Planung entstehen kann. Insbesondere an der Schnittstelle von Holzbaukonstruktion, Brandschutz und Haustechnik kommt es regelmäßig zu Planungslücken und Missverständnissen wegen unklarer Zuständigkeiten.

Die Zuordnung wer wann welche Leistungen zu erbringen hat ist derzeit nicht ausreichend geklärt, die Zuständigkeiten zwischen Architekt, Tragwerksplaner, Technischer Ausrüstung und Brandschutz nicht immer eindeutig definiert. Die Visualisierung von Planungsabläufen, Checklisten und klare Zuordnungen von Zuständigkeiten im Detail fehlen; dies ist insbesondere für Berufsanfänger und nicht holzbauerfahrene Planer von besonderer Bedeutung.

2.5. Kooperation und Vergabemodelle

Die Holzbaukompetenz im Planungsteam zu einem frühen Zeitpunkt erweist sich als wertvoller Bestandteil einer umfassenden professionellen Gebäudeplanung. Je Vergabemodell und Auftragsverhältnis stehen dem jedoch Hindernisse gegenüber.

Privater Bauherr: Eine Beratung auf Honorarbasis im frühen Planungsstadium von Bauherrn und Architekt durch den Holzbauer zur Findung des richtigen Holzbausystems als Grundlage für die Ausschreibung erweist sich oft als sinnvoll und hilfreich.

Öffentliche Auftraggeber: Sie sind bei der Vergabe von Aufträgen dem Vergaberecht unterworfen. Dieses sieht eine strikte Trennung zwischen Planung und Ausführung vor. Das bedeutet für den vorgefertigten Holzbau zunächst eine firmenunabhängige Planung. Diese kann sich, insbesondere bei hohem Kostendruck und fehlender Holzbau Erfahrung im Planungsteam als sehr schwierig erweisen.

Großprojekte: Im Rahmen des Vergaberechts ist bislang nur das TU-Modell¹ oder das GU-Modell² möglich, das Planung und Ausführung integrativ zusammenführt. Diese Modelle haben den Nachteil, dass sie meist hierarchisch gegliedert sind und der Architekt seine Rolle als Sachwalter des Bauherrn nicht mehr wahrnehmen kann.

2.6. Schwachstellen in der digitalen Kette

Die Vision einer verlustfreien digitalen Datenweitergabe, angefangen von der CAD-Planung des Architekten über den Austausch dreidimensionaler Daten mit den Fachplanern, die Übergabe der umsetzungsreifen Daten des Planungsteams an den Holzbau-Unternehmer, dessen CAM-Werkstattplanung und die Fertigung in CNC-Technologie ist heute erst zum Teil umgesetzt: Der Normalfall ist weiterhin die zweidimensionale Planung des Architekten und auch der meisten Fachplaner. Diese Daten werden im dwg oder dxf Format vom Holzbauer eingelesen und in der Werkstattplanung zunächst zweidimensional weiterbearbeitet. Der Schritt zum 3D-Modell erfolgt in der Regel in der Abbund-Planung (CAM) des Holzbau-Unternehmers. Zuweilen werden erst hier Planungsprobleme erkannt und behoben. Die Weiterleitung der Daten an die Abbund-Automaten funktioniert nach Angaben der Unternehmer problemlos, diese Schnittstelle scheint technisch gelöst. Die Übergabe von dreidimensionalen Formaten von der CAD-Planung in die CAM-Planung ist jedoch noch mit Datenverlusten behaftet, hier ist die Software-Schnittstelle nicht ausgereift. Komplette Gebäude in allen Schichten und Anschlüssen darzustellen ist derzeit noch eine große Herausforderung für die Leistungsfähigkeit von Hard- und Software und mit oft unverhältnismässig hohem Zeitaufwand verbunden.

2.7. Ausbildungslücken?

Die Berufsbilder von Zimmermann, Architekt und Bauingenieur sind stark im Wandel begriffen, was die Ausbildungen vor große Herausforderungen stellt:

Das Architekturstudium in Deutschland, Österreich und der Schweiz hat den Anspruch, eine weit gespannte Kompetenz zu vermitteln: Neben baukulturellen und architekturtheoretischen Aspekten, Baukonstruktion, Gestaltung, Basiskenntnissen in Tragwerkslehre und Haustechnik, energetischen Aspekten, Materialkunde und vielen spezifischen Vertiefungen bildet das architektonische Entwerfen auf hohem Niveau das Zentrum des Studiums. Das Thema Holzbau findet inzwischen sehr wohl seinen Platz in den Studiengängen. Die konkrete Berufsrolle, die Abläufe in einem Planungsprozess, die praktischen und formalen Tätigkeiten, die rechtlichen Hintergründe finden jedoch wenig Raum in der Ausbildung. Der thematische Kontrast zwischen dem Architekturstudium und der Praxis im Architekturbüro ist sehr stark.

Die Ausbildung von auf den Holzbau spezialisierten Ingenieuren gibt in einigen deutschen Hochschulen und Universitäten, sodass kompetenter Nachwuchs eigentlich in ausreichender Anzahl vorhanden sein sollte. Es gibt jedoch zu wenig entsprechend aufgestellte unabhängige Planungsbüros, die diesen Nachwuchs aufnehmen könnten. Eine wünschenswerte integrale Abdeckung der Themen Tragwerkslehre, Brandschutz und Bauphysik zusammen mit den praktischen Aspekten der Fertigung im Betrieb im Holzbau können nur wenige Büros in Deutschland anbieten. Ein großer Teil der Absolventen geht in die Holzbau-Betriebe. Problematisch ist zudem das Abwandern von Absolventen in benachbarte Industriebereiche, welche attraktivere Arbeitsbedingungen bieten können.

Haustechnik-Ingenieuren wird zu wenig Blick über die eigene Disziplin hinaus vermittelt, hier sollte das integrale Planen und holzbauspezifische Aspekte wie Brand- und Schallschutz mehr Platz finden. Viele Elektroplaner sind mit der vorgefertigten Bauweise und der damit verbundenen Detailtiefe in der Planung wenig vertraut. Im Einsatz von 3D-Software und der Datenübergabe an die ausführenden Firmen sind Lüftungsplaner anderen Sparten voraus.

¹ Total-Unternehmer Modell

² Generalunternehmer Modell

3. Ergebnisse aus leanWOOD

3.1. Idealer Planungsprozess

Architekten und Planer müssen sich disziplinieren Ihre Leistungen phasengerecht zu erbringen: unter Berücksichtigung aller Disziplinen (TGA, TWP, BS) von der konzeptionellen Planung hin zur letztendlich änderungsfreien Ausführungsplanung.

Im Rahmen von leanWOOD wird dieses Thema lösungsorientiert bearbeitet indem Planungsabläufe definiert werden und Planungsteams durch Visualisierung und Dokumentation notwendiger Planinhalte und Verantwortlichkeiten unterstützt werden:

Neben der Definition holzbauspezifischer Inhalte und der Festlegung der Darstellungstiefe (Level of Development/ Level of Information) in der Planung wird auch der Leistungsinhalt der einzelnen Akteure im Planungsteam genau definiert.

leanWOOD

OZ Ebene	Darzustellendes Bauteil	Plandarstellung	Spezifikation	Verantwortlich							Bemerkung				
				Grundriss	Schnitt	Anricht	3D	Beschreibung (Text)	Architekt	Tragwerkplaner		TGA Ingenieur	Elektroingenieur	Brandschutzplaner	Bauphysiker
1 BAUTEIL GRÜNDUNG															
101	Bauteilgeometrie (Länge / Breite / Höhe)	x	x	x											Schnittstelle-Auflager klären
102	Baugrund / Sauberkeitsschicht		x		x										
103	Auffüllungen / Abgrabungen			x											
104	Betonart		x	x	x										
105	Aussparungen		x	x											
106	Erdungsschutz		x	x											
107	Bewehrung		x	x	x										
108	Grund- und Einbauleitungen (TGA)		x	x											
109	Grund- und Einbauleitungen (Elektro)		x	x											
110	Einbauteile (z. B. Ankerplatten, Isokirbe)		x	x											
111	Entwässerung / Drainage		x	x											
112	Wärmedämmung		x	x	x										elektrische Leitfähigkeit, Sockeldämmung
113	Abdichtung		x	x	x										Anschiuß Abdichtung / luftdichte Ebene
2 BAUTEIL WAND															
20	Allgemeine Anforderungen														
201	Brandschutz		x	x	x										
202	Schallschutzklasse		x	x											
203	Bauphysik														Nachweisführung (DIN 4109, DIN 4108)
204	Akustik		x	x	x										Massnahme ggf. ausführlich dokumentieren
205	Konstruktiver Holzschutz														
206	Montagehinweise + Logistik		x	x	x										ggf. Statik und Gerüststellung beachten
207	Transportsicherung														ggf. Transportstatik
208	Elementierung		x	x	x										ggf. Transportstatik
21	Element: Holztafelbauwand		x	x	x										ggf. abP beachten
211	Teilelement Konstruktion														
2111	Komponente: Raster Ständer		x	x	x										Anschlagpunkte für Bauteile (z. B. Treppe)
2112	Komponente: Auflagerschwelle		x	x	x										ggf. Quellmittel
2113	Komponente: Rippe (Ständer, Schwelle, Rähm)		x	x	x										
2114	Komponente: Verbindungsmittel Schrauben		x	x	x										
2115	Komponente: Verbindungsmittel Bleche / Winkel		x	x	x										
2116	Komponente: Stahlteile (Zuganker, Konsolen usw.)		x	x	x										
2117	Komponente: Auflager (Schallschutz)														
212	Teilelement Beplankung Ständerwand														

leanWOOD © 2017 Interechitekten

● Hauptverantwortlicher Planer ○ Mitwirkung

1 / 13

Abbildung 4: Matrix zur Schnittstellendefinition «wer braucht was von wem?»

Das leanWOOD tool dient der Unterstützung in der Planung: Mit diesem Werkzeug kann sowohl die Planung geplant werden als auch die Einhaltung der notwendigen Schritte mit Hilfe einer Checkliste überprüft werden. In einer weiteren Entwicklung soll diese Hilfestellung durch die Übertragung in eine mobile App erweitert werden.

leanWOOD beleuchtet zudem die klassischen Leistungsbilder und zeigt auf nationaler Ebene Möglichkeiten im Rahmen der aktuellen HOAI wie das Leistungsbild den Anforderungen an die Planung eines vorgefertigten Holzbaus angepasst werden kann.

3.2. Planungsoperationen

Im Bereich der privaten Auftraggeber besteht ein größeres Spektrum bei der Wahl des Vergabe- und Kooperationsmodelle: in leanWOOD wurden unterschiedliche Modelle untersucht und bewertet. Beispielsweise kann das sogenannte Bauteammodell eine Alternative zu den traditionellen Modellen darstellen: Dieses Modell bedeutet einen frühen, gleichberechtigten Zusammenschluss aller beteiligten Akteure auf Augenhöhe, so dass kein Ungleichgewicht zwischen architektonischer Gestaltung und Wirtschaftlichkeit erzeugt wird.

Ein andauernder Dialog und Festlegung der Moderation ist Grundvoraussetzung zur Findung der «bestmöglichen» Lösung im Sinne der Aufgabenstellung.

Doch auch die aktuellen Vergaberegularien bieten Handlungsspielräume, die oftmals nicht bekannt sind oder deren Anwendung bestimmter Voraussetzungen bedarf. Hierzu gehört zum Beispiel die Beauftragung eines interdisziplinären Planungsteams zu Beginn eines Projekts: für diese gewinnbringende Konstellation ist eine vergaberechtlich fundierte Begründung notwendig.

3.3. Holzbauingenieur

Der Holzbauingenieur als Bindeglied zwischen Planung und Ausführung könnte die notwendige Holzbaukompetenz zum erforderlichen frühen Zeitpunkt in der Vor- und Entwurfsplanung entweder als honorierter Berater oder als Planungsingenieur mit eigenem Leistungsanteil einbringen. In der Schweiz hat sich das Berufsbild des Holzbauingenieurs bereits etabliert, der eine große Lücke im Kompetenzgefüge des Planungsteams schließt: Der Holzbauingenieur übernimmt die Tragwerksplanung im Holzbau und schreibt diese Leistungen auch aus. Daneben bietet er die Beratung zu Brandschutz und Bauphysik an, bündelt so wichtige Fachplanungsleistungen und verringert den Koordinationsaufwand der Architekten. Über diese Planungsleistungen hinaus sind manche Büros in der Lage, für die ausführenden Holzbau-Unternehmen die Werkstattplanung zu übernehmen. Der schon beschriebene Aspekt der Firmenspezifik erschwert diesen Link zwischen Planung und Ausführung jedoch. Hier würde eine konstruktive Standardisierung helfen und in einer gewissen Wechselwirkung auch befördert werden

3.4. Standardisierung z. B. dataholz.de

Der Markt bietet eine fast überdifferenzierte Auswahl an Materialien mit entsprechend vielen Konstruktionsmöglichkeiten. Bauaufsichtliche Zulassungen sind oft an einzelne Produkte gebunden und für vermeintlich identische Konkurrenzzeugnisse nicht gültig. Die Standardisierung im Holzbau steht derzeit im Anfangsstadium. Das laufende Forschungsvorhaben dataholz.de der TUM zur Übersetzung der österreichischen Holzbau-Datenplattform dataholz.com auf deutsche Rahmenbedingungen lässt auf Verbesserung hoffen. Für den Planungsprozess in Deutschland würde die Einführung einer wesentlich verbesserten Planbarkeit von Holzbaukonstruktionen bereits in den Leistungsphasen LP 2 und LP 3 bedeuten, da Sicherheit besteht, dass die geprüften Konstruktionen problemlos baurechtlich anwendbar sind.

In die Zukunft blickend könnte dataholz.com zur Standardisierung der Bauteil-Bibliotheken bei der BIM-Anwendung beitragen. Allerdings wäre dafür eine Weiterentwicklung als 3D-Komponente erforderlich.

3.5. BIM im Holzbau

Das Thema BIM im Holzbau wird kontrovers diskutiert und hat unterschiedliche Ergebnisse in der Implementierung auf dem Markt gebracht. Allerdings ist die Hypothese, dass die Holzindustrie in Open-Source-BIM Anleitungen für Designer investieren muss und an gemeinsamen Pilotprojekten zusammen mit BIM-Entwickler und Lean Construction Praktiker experimentieren sollte, um Software-Plattformen zu testen und aus der praktischen Erfahrung zu lernen. Das Risiko besteht darin, dass die Software-Plattformen und BIM Anforderungen angenommen werden und mit der Weiterentwicklung der Holzbauindustrie unvereinbar sind. Die Entwicklung von «ready-made» Objektbibliotheken für bearbeitete Holz Komponenten erfordert ein tiefes Verständnis für die Datenanforderungen und für die Modell Interoperabilität und Kompatibilität, Leitlinien für die Zusammenarbeit in der Konstruktion, spezifische Objektattribute und Toleranzen für CNC-Holzherstellung und Sensibilisierung für die rechtlichen Verpflichtungen, die mit der Spezifikation der geschützten Objektbibliotheken in Verbindung gebracht werden. Die Entwicklung von BIM-Plattformen schreitet unabhängig von der Holzindustrie voran, aber die Risiken der Industrie werden zurückgelassen. Anstatt Holzbaukonstruktionen einzuschränken, sollte es eine verbesserte Datenkonsistenz in BIM Spezifikationen, eine größere Auswahl an generischen BIM-Objekten und intelligente parametrische Steuerung für das Holzdesign geben

4. Fazit

Zu Beginn der Forschungsarbeit leanWOOD wurde im Rahmen von Interviews mit Vertretern der Praxis festgestellt, dass dem zwar wachsenden Marktanteil des mehrgeschossigen Holzbaus in Deutschland, insbesondere beim Wohnungsbau, eine zunehmend kritische Haltung von Architekten und Bauherrn, bedingt durch Einschränkung aus rechtlichen Rahmenbedingungen und komplexen Planungsprozessen, gegenübersteht, die langfristig zu einer Barriere für eine Weiterentwicklung des Holzbaus werden kann.

Am Ende von leanWOOD werden daher Ergebnisse anhand einer Publikation so aufbereitet und an Multiplikatoren verteilt, die ihrerseits dafür sorgen werden, dass das übergeordnete Brancheninteresse einer produktionsgerechteren Holzbauplanung breite Anwendung findet. Derzeit gibt es eine große Nachfrage aus der Praxis zu den endgültigen Ergebnissen des Projekts. Das Ergebnis ist letztlich wie ein Werkzeugkoffer zu sehen, der Werkzeuge für unterschiedliche Konstellationen im Planungsprozess anbietet und versteht sich als eine Art Entscheidungshilfe für Planer, öffentliche und private Bauherrn sowie Unternehmer um den vorgefertigten Holzbau wettbewerbsfähiger zu machen und für eine breite Akzeptanz zu sorgen.

Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen

Jörg Koppelhuber
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Technische Universität Graz
Graz, Österreich



Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen

1. Einleitung

Der Anteil des Holzbaus am Baugeschehen ist sowohl in Europa, als auch tendenziell weltweit seit einigen Jahren von stetigem Wachstum begriffen. Die Bauvorhaben im Holzbau gewinnen an Größe und Komplexität, die ausführenden Holzbauunternehmen entwickeln sich aus einem Nischenbereich hin zu Global Playern im Bauwesen.

Technische Errungenschaften und Kompetenzaufbau innerhalb der Unternehmen in den letzten Jahrzehnten eröffnen großartige bauliche Möglichkeiten mit dem Baustoff Holz. Ergänzend zu diesen Entwicklungen ist es daher notwendig, dass die Holzbau-Branche ihr Kompetenzfeld sowohl in baubetrieblicher als auch bauwirtschaftlicher Hinsicht erweitert.

Aus diesem Grund wurde am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Technischen Universität Graz im Jahr 2012 begonnen, systematisch das teils unbearbeitete Feld der baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themenbereiche mit holzbaulichem Bezug intensiver zu betrachten, um der Branche sichere Werkzeuge an die Hand zu geben, mit denen sie künftig wirtschaftlich erfolgreich am Markt tätig sein kann. Es zeigt sich, dass gerade im Hinblick baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Aspekte im Holzbau – also in der konkreten Umsetzungsphase der Bauvorhaben – großer Bedarf für die grundlegende Bearbeitung dieser Themenfelder besteht.

Das Thema der Industrialisierung im Bauwesen beschäftigt die Ingenieure und Unternehmer seit mehr als 100 Jahren. Die Ideen ähnlich einer industriellen Produktion, wie bspw. in der Automobilbranche, auf die Bauproduktion auf einer Baustelle anzupassen und somit das Thema rationeller Fertigungsprozesse zu forcieren, haben vor allem im Holzbau durch seinen hohen Grad an Vorfertigung einen wesentlichen Befürworter der Industrialisierung der Arbeitsprozesse gefunden. Diese gilt es künftig verstärkt vor allem im Holzsystembau zu forcieren.

2. Hintergrund Industrielles Bauen mit Holz

Die Erkenntnis im Zuge von umfangreichen Recherchen in diesem Forschungsbereich sowohl in nationaler als auch in internationaler einschlägiger Literatur und Forschungsstellen hat ergeben, dass zurzeit fehlende baubetriebliche und bauwirtschaftliche Untersuchungen der Prozessketten, vor allem im Industriellen systematisierten Holzsystembau fehlen und bis dato keinerlei Aufbereitung für die Praxis baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Themen erfolgte. Daher bestehen aus Sicht der Bauwirtschaft teils große Informationsdefizite sowie fehlende baubetriebliche und bauwirtschaftliche Grundlagen speziell in Bezug auf den Holzsystembau. Des Weiteren ist von einer generellen Übertragungsproblematik allgemeiner baubetrieblicher Grundsätze auf den Holzbau aufgrund der Spezifika in den Branchen- und Unternehmensstrukturen sowie den Produktions- und Umsetzungsprozessen auszugehen. Daraus folgt die Erkenntnis, dass der Holzbau bauwirtschaftlich und baubetrieblich noch in den Kinderschuhen steckt. Die Entwicklung baubetrieblicher Themenfelder im Holzsystembau gilt es voranzutreiben, die Erarbeitung der bauwirtschaftlichen Grundlagen, wie diese bei anderen Baustoffen bereits seit Jahrzehnten vorhanden sind, auch im Holzbau zu forcieren und die Aufbereitung der gewonnenen Erkenntnisse für eine praxisnahe Anwendung in der Planung und Ausführung von Holzbauten zu implementieren.

Die grundsätzliche Problematik ist vor allem darin begründet, dass die im Holzbau agierenden Unternehmen wenig bis keine ganzheitlichen Systemlösungsansätze vergleichbar mit den Grundsätzen des Industriellen Bauens verfolgen, was sich vor allem durch die

Tatsache widerspiegelt, dass im Holzbau hauptsächlich die vorherrschenden Produktionsprozesse anstelle eines gesamtheitlichen Bauprozessmanagements die treibende Kraft in der Umsetzung bilden.

Des Weiteren ist vor allem aufgrund der großen Anzahl an Fertigungsunternehmen sowie der produzierenden Holzindustrie für Halbfertigteile, also in Summe gesehen der Industrielle Holzsystembau, stark produktionsgesteuert, wobei hierzu im Vergleich traditionelle Zimmereibetriebe oftmals eher sensibilisiert sind, als Großbetriebe. Zusätzlich kommt erschwerend hinzu, dass jüngst entwickelte Produkte, wie bspw. Brettsperrholz, zwar technisch gesehen als großartige Entwicklung anzusehen sind, oftmals aber als Bausysteme mit hohem Vorfertigungsgrad gepusht werden, jedoch im Zusammenhang des Industriellen Bauens lediglich von einem Halbfertigteil gesprochen werden kann.

Erschwerend kommt hinzu, dass in den vergangenen Jahren technisch großartige Innovationen ermöglicht wurden, die klassischen baubetrieblichen Kennzahlen und bauwirtschaftlichen Schlüsselfaktoren jedoch fast ausschließlich auf firmeninternen Grundlagen beruhen und oftmals einer allgemein anerkannten wissenschaftlich fundierten zugrunde liegenden Systematik entbehren und somit die Vergleichbarkeit zu den allgemeinen Grundsätzen und industriellen Prozessen der Bau- und Betriebswirtschaft schwer darstellbar ist.

Daher gilt es, in den nächsten Jahren die vorhandenen Produktionssysteme hin zu Bausystemen des Holzsystembaus zu entwickeln, sowie die Schaffung von fundierten Datengrundlagen und eindeutigen und belastbaren Bewertungssystemen mit bauwirtschaftlichen Gesichtspunkten voranzutreiben. Die Lösung liegt aus bauwirtschaftlicher Sicht, in einer Etablierung eines ganzheitlichen Bauprozessmanagements im Holzsystembau.

2.1. Bauwirtschaftliche Forschungsfelder

Im Zuge der grundlegenden Strukturierung dieses noch jungen Forschungsbereiches können an dieser Stelle folgende grundsätzlichen Forschungsfelder innerhalb der Industrialisierung im Holzsystembau identifiziert werden:

Baubetrieb im Holzsystembau

Hierunter sind alle Untersuchungen hinsichtlich der Bauverfahrens- und Gerätetechnik, der Bauablaufanalysen und zugrundeliegenden Baustellenprozesse sowie sämtlicher Sicherheitsaspekte zu verstehen.

Arbeitsvorbereitung und Logistik im Holzsystembau

In diesem Bereich ist vor allem das Thema Lean Management und Lean Construction sowie eine grundsätzliche Optimierung der Arbeitsvorbereitung bzw. Fertigungsplanung zu verstehen, wie es das Industrielle Bauen als Basis für die Umsetzung von Optimierungsprozessen vorsieht.

Schlüsselfertigbau im Holzsystembau

In diesem für den Holzbau neu geöffneten Bereich gilt es einerseits das Thema des Elemente- und Modulbaus in Form des Holzsystembaus weiter auszubauen sowie ganzheitlich das Thema des Industriellen Bauens hin zum Schlüsselfertigbau mit dem dazu erforderlichen Qualitätsmanagement zu betrachten.

Kalkulation im Holzsystembau

Dieser bauwirtschaftlich betrachtete Schlüsselbereich, welcher letztendlich über den Einsatz eines Baustoffes beim Investor bzw. Bauherrn entscheidet, beinhaltet vor allem das weitläufige Thema der holzbauspezifischen Standardleistungsbeschreibung, den zugehörigen standardisierten leicht bearbeitbaren Kalkulationsmodulen und ihre EDV-technische Umsetzung. Zusätzlich ist es erforderlich, die dazu vor allem bei Kostenvergleichen einzelner Baustoffe zugrundeliegenden und für eindeutige, transparente und nachvollziehbare fundierte Kostenvergleiche unterschiedlicher Baustoffe und Bausysteme erforderlichen kalkulatorischen Verfahrensvergleiche systematisiert zusammenzustellen und aufzubereiten.

Kostenanalysen im Holzsystembau

An dieser Stelle werden vor allem neutrale und bereits im Vorfeld der Umsetzung durchgeführte Kalkulations- und Kostenvergleiche verstanden, welche ebenso das Thema der Bauzeitanalysen und zusätzlich auch das grundsätzliche Thema einer immobilienwirtschaftlichen Betrachtung inkludieren.

Planungsprozesse im Holzsystembau

Aufgrund der im Vergleich zum traditionellen Massivbau teils gänzlich anders gearteten Struktur der Planer- und Ausführungsbranche sowie aufgrund der Tatsache des hohen Vorfertigungsgrades im Holzsystembau gilt es das Thema eines eindeutig auf den Holzsystembau zugeschnittenen Leistungsbildes für eine umfassende und für die Fertigung ausreichende Holzbauplanung eindeutig zu definieren und abzugrenzen. Ebenso gilt es die Vergütung dieser erforderlichen Leistungen für alle Beteiligten umfassend zu regeln und die Schnittstellen einzelner Gewerke und Fachplaner in Zusammenhang mit industriellen Bauprozessen im Vorhinein hinreichend genau zu definieren.

Erfassung von Aufwands- und Leistungswerten im Holzsystembau

Die Problematik der allgemein fehlenden wissenschaftlich fundierten Grundlagen vor allem betreffend das Thema allgemein gültiger Kalkulationsansätze, wie sie bei herkömmlichen Baustoffen bereits seit Jahrzehnten Usus sind, werden in diesem Forschungsfeld vor allem durch sog. REFA-Analysen auf konkreten Baustellen nach allgemein anerkannten wissenschaftlichen Methoden erstellt und daraus allgemein gültige Kalkulationsansätze abgeleitet.

Bauvertragswesen im Holzsystembau

Dieses Thema befasst sich vor allem mit der Frage der vertraglichen Bestimmungen im Holzsystembau. An dieser Stelle ist der Tendenz am Markt folgend von einem immer größer werdenden Anteil des Holzbaus am Gesamtbauwerk auszugehen. Im Vergleich zur bisherigen typischerweise vorkommenden klassischen Nachunternehmersituation des Holzbaus entwickelt sich dieser nun vermehrt in Richtung des Generalunternehmers, teils sogar bis zum Totalübernehmer, was kombiniert mit industrialisierten Prozessen erhebliche bauvertragliche Konsequenzen mit sich bringt, welche es im Vorfeld zu berücksichtigen gilt.

Letztendlich ist es notwendig, eine Entwicklung und Etablierung eines ganzheitlichen Bauprozessmanagements zur Umsetzung eines umfassenden Industriellen Holzsystembaus unter Berücksichtigung aller spezifischen Randbedingungen für die Holzbau-Branche zu entwickeln und in der Breite voranzutreiben.

2.2. Wissenstransfer und unternehmerischer Mehrwert

Um die Praxisnähe dieser Forschung gewährleisten zu können, wurde eine Plattform zur Vermittlung der bisherigen Erkenntnisse ins Leben gerufen – das Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft. Dieses fand nach den Jahren 2014 und 2015 im Jahr 2017 bereits zum dritten Mal erfolgreich statt. Mit dem Jahr 2018 wird dieses Forum gemeinsam mit dem bekannten forum-holzbau als Forum Holz | Bau | Wirtschaft regelmäßig ein Mal pro Jahr auf noch breiterer Basis stattfinden.

Aufgrund einzelner Befragungen von Holzbau-Experten sowie der Sichtung von Forschungsberichten über vorhandene bauwirtschaftliche Grundlagen im Holzbau wird dieses breite Forschungsfeld aus bauwirtschaftlicher Sicht als grundlegend und wesentlich für die künftige Entwicklung des Holzsystembaus erachtet. Das vorhandene Informationsdefizit bietet ein großes Handlungsfeld in baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Hinsicht. Die einzelnen Forschungsfelder – Industrielles Bauen, Modularität, Baubetrieb, Schlüsselfertigbau sowie Digitalisierung – jeweils auf den Baustoff Holz bezogen, werden in die unterschiedlichen Teilbereiche des Baubetriebs und der Bauwirtschaft nach den allgemein anerkannten Prozessen dieses Fachbereiches speziell für den Holzbau einheitlich betrachtet und weiterentwickelt.

Es ist notwendig, sich der Thematik der Bauwirtschaft im Holzbau außerhalb der Sicht der Praxis seitens der Wissenschaft grundsätzlich zu widmen, um die wesentlichen Fragen, welche im tagtäglichen Bauen mit Holz naturgemäß auftreten, wissenschaftlich fundiert zu nähern und Antworten für praxisnahe unternehmerische Ansätze zu geben.

Es ist aus dem Blickwinkel eines Unternehmens nicht ausreichend, einen Baustoff ausschließlich technisch zu betrachten und das Umfeld des Baubetriebs, in welchem er eingesetzt wird, zu vernachlässigen. An dieser Stelle sind die Grundlagen, wie sie bei allen Baustoffen als selbstverständlich betrachtet werden, zu schaffen, um im Zuge der Verwendung dieses Werkstoffes die Möglichkeit zu erlangen, fern von undifferenzierten Einschätzungen und Erfahrungen Einzelner aus der Praxis heraus auf eine fundierte Datengrundlage zurückgreifen zu können, welche im Wettbewerb der Materialien auch künftig bestehen kann.

3. Grundsätze des Industriellen Bauens

Der Industrielle Holzbau, sowie auch der Holzsystembau, konnte sich in den letzten beiden Jahrzehnten aufgrund zahlreicher technischer Voraussetzungen und Trends am Markt sowie aufgrund der sich ändernden Rahmenbedingungen in den Fertigungs- und Bauprozessen stetig entwickeln und Marktanteile gewinnen. Zahlreiche sog. off-site Produktionsprozesse wurden rationalisiert, allerdings wurden baustellenbedingte Randbedingungen bis dato jedoch wenig analysiert und optimiert.

Daher müssen die Grundsätze des Industriellen Bauens als Grundlage für den Industriellen Holzbau herangezogen und umfassend untersucht werden. Die Kennzeichen, Erfolgsfaktoren sowie Technologien der unterschiedlichen Einsatzbereiche bilden die Basis für die Betrachtung der Industrialisierung im Holzbau. Begriffe wie Holzsystembau, Modularität und Lean Construction stehen im zentralen Blickwinkel ebenso wie die Industrialisierung allgemeiner Bauprozesse im Rahmen des Industriellen Bauens. Die Industrialisierung einzelner Prozesse mit dem Baustoff Holz stellt dabei eine wesentliche Herausforderung und zeitgleich auch große Chance für die künftige Entwicklung des Holzbaus dar. Dabei sind die Themen der Industrialisierung und Rationalisierung von Prozessen speziell im Holzbau weiter zu entwickeln und vor allem in den täglichen Abläufen auf der Baustelle zu integrieren. Des Weiteren ist das Thema der Vorfertigung künftig noch weiter in den Fokus der Fertigungsprozesse zu stellen, um die Vorgaben an eine optimierte Produktion auf allen Ebenen des Bauens sowie vor allem in den einzelnen nicht holzbauspezifischen zumeist Ausbau-Gewerken realistisch weiter zu entwickeln und im Holzsystembau zu implementieren.

3.1. Ausgangssituation Holzsystembau

Die Entwicklung des traditionellen Zimmereigewerbes hin zur industriellen Fertigung hat im Holzbau durch die stetige Weiterentwicklung sowohl in der Material-, als auch in der Verbindungsmitteltechnologie sowie von technischen, meist computerbasierten Verarbeitungsmethoden in den vergangenen Jahren nicht nur in Österreich, sondern vor allem in Mittel- und Westeuropa und teils sogar weltweit einen wichtigen Schritt nach vorne gemacht. Damit verbunden ist auch eine Bedeutungszunahme des nachhaltigen Bauens, wodurch verstärkt auch ökologische Baustoffe wie eben Holz nachgefragt werden.

Bei allen derzeit am Markt befindlichen Holzbausystemen wird durch die Vorkonfektionierung von einzelnen Bauteilen und Bauelementen je nach Wertschöpfungstiefe ein teils sehr hoher Grad an Vorfertigung betrieben. Sämtliche Fertigungsprozesse, welche hierbei unter kontrollierten Bedingungen in einem stationären Werk abgewickelt werden, haben grundsätzlich zum Ziel, Arbeitsleistungen und damit verbunden Fertigungszeit auf der Baustelle zu reduzieren. Diese Art der Fertigung in den meist dezentralen Produktionsstätten des Holzbaus wird in der einschlägigen Literatur auch als Industrielles Bauen, oftmals Modulbau oder Systembau bezeichnet. Unter dem Überbegriff des Industriellen Holzbaus wird im Allgemeinen die Produktion von Bauteilen mit industriellen Methoden, wie bspw. der Serienfertigung mittels automatisierter Prozesse, verstanden. Es ist hierbei irrelevant, welches Bausystem (Holzmassivbauweise, Holzrahmenbauweise, Skelettbauweise, etc.) angewandt, mit welchem Holzwerkstoff dieses realisiert und welche Vorfertigungstiefe erreicht wird. Ziel der Anwendung industrieller Methoden ist das Erreichen von

Effizienzsteigerungen, die Reduktion von wetterbedingten Leistungsschwankungen durch die Reduktion der Baustellenfertigungszeiten sowie eine Verringerung der Materialsuchstunden und -verluste durch präzise umfangreiche Arbeitsvorbereitung. Teilweise wird unter diesem Begriff auch das Thema des Lean Construction verstanden. Dieses beinhaltet auch die Zuordnung von Ressourcen, um ein Projekt innerhalb des zur Verfügung stehenden Budgets und Zeit sowie in der gewünschten Qualität durchzuführen. Dabei werden Ansätze basierend auf den vom japanischen Automobilhersteller Toyota angewandten Produktionsmethoden – in vielen Fällen dient dem Industriellen Bauen die Automobilindustrie als Vorbild – herangezogen, um eine Prozessoptimierung unter Vermeidung der Ressourcenverschwendung durchführen zu können. Das Thema Lean Management wurde zuerst im Rahmen der Automobilherstellung entwickelt, mittlerweile werden die Prinzipien z.T. auch bereits in der Bauwirtschaft in Form des sog. Lean Construction umgesetzt.

Daraus ergeben sich für den Holzbau zwei wesentliche Handlungsfelder zur Steigerung der Industrialisierung, einerseits die Planungsprozesse andererseits die Produktionsprozesse. In sämtlichen Planungsprozessen und -stufen ist im Falle des Systembaus vor allem auf die Wiederholung von Bauteil-Geometrien in Form von Rastermaßen zu achten, sowie eine einheitliche und durchgängige Materialverwendung und eindeutige Materialzuordnung zu wählen. Wesentliches Merkmal ist dabei die Eindeutigkeit und Durchgängigkeit von Detaillösungen in Form serieller Konzepte und Komponenten. Diese beziehen sich nicht nur auf den Baustoff Holz, sondern auch auf gebäudetechnische Aspekte, welche in frühen Planungsphasen bereits mitberücksichtigt werden müssen. In den einzelnen der Planung nachgeschalteten Produktionsprozessen sind die Faktoren Industrialisierung (Mechanisierung und Roboterisierung), sowie Standardisierung und Rationalisierung ausschlaggebend für die schlussendliche Zielerreichung einer Industrialisierung innerhalb eines Systembaus. Des Weiteren sind die Material- und Bauteillogistik sowie der Transport zur und auf der Baustelle wesentlich sowie die damit verbundenen Montagekonzepte.

Durch die derzeitige Zunahme der Digitalisierung im Bauwesen, wie bspw. dem Building Information Modeling (BIM), stehen künftig zahlreiche teils unkonventionelle und vor allem die Baubranche revolutionierende Möglichkeiten zur Automatisierung von Bauprozessen mit unzähligen zurzeit schwer abschätzbaren Anwendungsmöglichkeiten zur Verfügung. Im Vergleich zu anderen Branchen mit bereits umfassend eingesetzter Robotik in der Fertigung, wie bspw. die Automobil- oder Elektronikindustrie, sind die Chancen für eine umfassende Anwendung im Bauwesen, besonders für den Industriellen Holzbau, besonders aussichtsreich mit teils auch erfolgsversprechender Wirkung im Bereich der Kosten.

3.2. Begriffe der Industrialisierung im Bauwesen – Systemverständnis

Das Bauen mit Fertigteilen im Rahmen des Industriellen Bauens umfasst eine Vielzahl an Begrifflichkeiten, theoretischen Konzepten aber auch praktischen Umsetzungsmöglichkeiten. Die grundsätzlichen Fragestellungen, welche im Zuge einer Industrialisierung auch im Bauwesen gestellt werden müssen, stellen sowohl für die Unternehmen, als auch in wissenschaftlichen Betrachtungen einerseits die Ausgangssituation dar, andererseits bilden sie auch die Rahmenbedingungen zur Zielerreichung selbiger. Die Begriffe des Industriellen Bauens, Systembaus und Fertigteilbaus werden oftmals auch synonym verwendet, wie dies bspw. auch beim modularen Bauen der Fall ist.

Industrielles Bauen

Das industrielle Bauen beschreibt die Anwendung von industriellen Produktionsprozessen innerhalb der Bauwirtschaft. Die industrielle Produktion stellt eine Weiterentwicklung der allgemeinen Produktion dar. Hierbei werden die drei Instrumente – Arbeitsteilung, Standardisierung, Mechanisierung (bzw. Automatisierung oder Roboterisierung) eingesetzt, um die technische und ökonomische Effizienz zu erhöhen. Die Industrialisierung der Bauprozesse lässt sich somit mit einer Rationalisierung von einzelnen Arbeitsprozessen zur Erreichung von Kosteneffizienz, höherer Produktivität und Qualität charakterisieren.

Vom Wohnungsbau bis hin zum Spezialtiefbau wird seit Jahrzehnten überall dort vorgefertigt, wo sich damit Kostensenkungen und Zeitersparnisse gegenüber den klassischen bzw. traditionellen Bauverfahren realisieren lassen. Diese monetären und terminlichen Effizienzpotenziale liegen in der weitgehenden Eliminierung von nicht wertschöpfenden Aktivitäten. Dazu gehören u.a. die Reduktion von Schlechtwetterstunden, wetterbedingten Leistungsschwankungen, Materialsuchstunden, Materialumstapelungen und Materialverlusten. Das Industrielle Bauen kann daher grundsätzlich als Rationalisierungsprozess mit dem Ziel zur Erreichung von Kosteneffizienz, höherer Produktivität und Qualität angesehen werden.

Modulares Bauen

Das modulare Bauen beschreibt weitestgehend die Standardisierung von Bauteilen bzw. auch von Produktionsprozessen. Gleiche oder ähnliche Bauteile werden sowohl innerhalb eines Projektes als auch projektübergreifend verwendet. Dadurch ist eine sog. Kleinserienproduktion möglich. Dies bedeutet, dass einzelne, gleichbleibende Module seriell gefertigt werden können. Durch die Herstellung in Serie können sowohl Vorteile im Bereich der entstehenden Kosten- und Bauzeit realisiert, aber vor allem auch Qualitätsvorteile erreicht werden. Beim Einsatz von modularen Systemen ist jedoch mit einem planerischen Mehraufwand zu rechnen, da sämtliche Bauteilmaße auf die modulare Fertigung im Vorhinein abgestimmt werden müssen. Modulares Bauen reicht von der Herstellung konstruktiver Bauelemente, über die Fertigung von Raumsystemen, wie bspw. Sanitärräumen, bis hin zum Einsatz von ganzen Gebäudesystemen – und umfasst i.d.R. nicht nur den Rohbau, sondern auch die Gebäudeausstattung. Das Ziel einer modularen Produktion ist eine Kostensenkung im Vergleich zu konventionellen Fertigungsprozessen auf der Baustelle. Diese Zielsetzung wird insbesondere durch eine umfassende Prozessoptimierung erreicht. Modulare Systeme ermöglichen eine nachhaltige und gleichzeitig kostengünstigere bezahlbare Bauwerkserstellung.

Modulares Bauen wird auch als Baukastensystem, Elementbau oder Systembau bezeichnet und kann als Grundvoraussetzung für die Anwendung von industriellen Bauprozessen angesehen werden. Ohne eine Standardisierung von Bauteilen und den zugehörigen Produktionsprozessen ist vom sog. Fertigteilbau die Rede, die Vorteile der industriellen Produktion können jedoch dabei nicht vollständig genutzt werden.

Vorfertigung und Vorfertigungsgrad

Wird ein Bauteil nicht direkt auf der Baustelle (on-site) hergestellt, sondern in einem Werk (off-site) gefertigt, ist von Vorfertigung die Rede. Je größer die Wertschöpfung im Werk ist, desto höher ist dabei der Vorfertigungsgrad. Ein hoher Vorfertigungsgrad bedeutet, dass die notwendigen Arbeitsschritte auf der Baustelle ein Minimum erreichen.

Je nach Vorfertigungsgrad erfolgt dabei eine Kategorisierung in die fünf unterschiedlichen nachfolgenden Bauteiltypen:

- Material (Kantholz, Plattenwerkstoffe, ...),
- Halb-Fertigteil (abgebundene Brettsperrholzelemente, Holz-Beton-Verbunddecken, ...),
- Fertigteil (Treppen, Rohbauelemente, ...),
- Integriertes Bauteil (Sandwich-Wand-Elemente, ...) und Raumzellen bzw. Raum- und Gebäudesysteme (auch Sanitärräume).

Es gilt hierbei zu beachten, dass mit zunehmender Wertschöpfung im Werk der Grad der Individualität eines Bauteils steigt, die Seriengröße demzufolge i.d.R. sinkt. Die Schwankungsbreite der Wertschöpfung bzw. des Vorfertigungsgrades ist durch die jeweilige Ausbaustufe des Bauteils bedingt. Wird lediglich die Tragstruktur vorgefertigt, so ist damit der kleinstmögliche Vorfertigungsgrad des jeweiligen Bauteiles erreicht, ein sog. Rohbauteil. Durch zusätzliche Leistungen, wie bspw. dem Einbau von Fenstern oder von Leerrohren für die Elektroinstallation, kann eine höhere Ausbaustufe und somit ein höherer Vorfertigungsgrad erreicht werden. Der höchstmögliche Vorfertigungsgrad in Bezug auf die im Holzbau übliche maschinelle Ausstattung stellt die sog. schlüsselfertige Raumzelle dar. Hierbei werden sämtliche Ausbauleistungen bereits im Werk durchgeführt. Es erfolgt lediglich eine meist kurze Montage vor Ort.

4. Tendenzen im industriellen Holzsystembau

In den vergangenen Jahren stärkten vor allem technologische Innovationen und neuen Methoden der industriellen Fertigung die Holzbauweise und erweiterten die Einsatzbereiche für diesen Bau- und Werkstoff dabei wesentlich. Mit den zunehmenden Anwendungsmöglichkeiten von Holz im Bauwesen, wie zum Beispiel im allgemeinen Hochbau, im Wohnbau sowie im Büro- und Kommunalbau steigen gleichzeitig auch die Forderungen nach Standardisierungsmaßnahmen für die meisten Planungs- und Ausführungsprozesse im Holzbau. Es scheint notwendig und unausweichlich, die Prozesse zu optimieren und die Abwicklung eines Projektes in Holzbauweise nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus bauwirtschaftlicher Sicht für den Bauherrn mittels Industrialisierung interessanter und kostengünstiger zu machen.

4.1. Planung

Das Thema der Planung von Bauwerken, aber auch von Fertigungsprozessen und Abläufen auf Baustellen hat vor allem im Bereich des Holzbaus aktuell eine große Bedeutung. Die Standardisierung und der Grad der Vorfertigung steigen stetig, was damit einhergehend an den Holzbau angepasste umfassende Planungsprozesse und deren Optimierung erfordert. Die Vergabe des Holzbaus wird sich, auch wenn vergaberechtlich durchaus problematisch, in Zukunft in die frühen Planungsphasen zeitlich nach vorne verschieben müssen, auch wenn dies nicht den derzeitigen öffentlichen Vergaberichtlinien im DACH-Raum entspricht. Um eine derzeit oftmals auftretende, kostenintensive Re-Design-Phase der Holzbauplanung künftig zu vermeiden und den gesamten Planungsprozess zu optimieren, scheint eine zeitliche Vorverlagerung der Holzbauplanung unumgänglich. Durch die künftige Anwendung von BIM-gestützten Methoden werden die ausschlaggebenden Entscheidungskriterien für die Vergabe nicht länger lediglich die Herstellkosten, sondern vielmehr die Qualitäten und die Kompetenzen der beteiligten Unternehmen hinsichtlich ihrer bauwirtschaftlichen und baubetrieblichen Optimierungen sein, was zwangsläufig insgesamt zu einer Steigerung der Planungs- und Ausführungsqualität führen wird. Building Information Modeling als Methode der integralen Planung wird dabei vor allem im Holzbau eine Reihe positiver Entwicklungsmöglichkeiten fördern, welche es gilt in Zukunft für den Holzbau zu nutzen und positiv weiter zu entwickeln.

4.2. Ausschreibung

Der positive Trend im Holzbau erfordert bereits seit längerem verstärkt auch eine Vereinheitlichung und Standardisierung von Produkten und Bausystemen, sowohl in technischer Hinsicht, als auch in der Systematisierung von Arbeitsabläufen unter bauwirtschaftlichen Gesichtspunkten. Aufgrund der großen Vielfalt der am Markt verfügbaren Holzwerkstoffe und Holzbausysteme ist die Vergleichbarkeit mit den traditionellen Baustoffen, wie Stahl, Beton oder Ziegel oftmals schwierig. Zusätzlich bedarf es einer durchdachten und konsequenten Planung und einer fundierten Fachkompetenz im Holzbau, um ein Bauwerk mit dem Baustoff Holz einerseits technisch mängelfrei, andererseits auch kostengünstig und auf einem hohen Qualitätsniveau zu realisieren. Zahlreiche Architekten und Planer scheuen sich nach wie vor davor, Bauwerke in Holzbauweise auszuschreiben, da die nötigen Sicherheiten in Bezug auf Planungs- und Ausführungsqualität sowie oftmals das Vertrauen zum Baustoff fehlen.

Standardisierte Leistungsbeschreibungen (StLB) haben generell die Aufgabe, mittels eindeutig vordefinierten und standardisierten Positionstexten, die Ausschreibung von Leistungen zu erleichtern, somit den Kalkulationsaufwand und den Interpretationsspielraum für den Bieter zu verringern und die Angebote für den Bauherrn leichter vergleichbar zu machen. Eine ausführlich und übersichtlich ausgearbeitete Leistungsbeschreibung trägt im Wesentlichen dazu bei, Ausschreibende und Bieter zu motivieren, diese auch regelmäßig anzuwenden und von selbst definierten, nicht eindeutigen oder firmenspezifischen Ausschreibungstexten abzugehen. Mit Hilfe der gänzlich überarbeiteten in Österreich im Februar 2017 vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft veröffentlichten Leistungsgruppe LG 36 – Holzbauarbeiten wurde mit einer neuen standardisierten Leistungsbeschreibung für sämtliche Konstruktionen und Bauweisen mit dem Bau- und Werkstoff Holz ein Werkzeug geschaffen, mit welchem künftig vermehrt Architekten und Planer motiviert werden können, verstärkt Objekte in Holzbauweise auszuschreiben.

Im Rahmen der Überarbeitung dieser Standardleistungsbeschreibung wurden neue Wege beschritten, um auch künftig die am Markt befindlichen Systembauweisen in Form standardisierter nicht firmenspezifischer Texte ausschreiben zu können. Die bisherige Möglichkeit der Ausschreibung auf Positionsebene wurde dabei ebenso mit aktuellen Texten dem Stand der Technik im Holzbau angepasst. Zusätzlich wurde eine neue Ebene von sog. Rohbauelementen eingeführt. Diese beinhalten Gesamtaufbauten, wie sie auch seitens der Internetplattform dataholz.com als geprüfte Aufbauten bei vielen Planern und öffentlichen Stellen bereits anerkannt sind. Das System der Rohbauelemente geht in die Richtung des Industriellen Bauens, da sich mit dieser zugrundeliegenden Systematik Wand-, Decken- und Dachaufbauten in Form von Komplettpaketen mit den einzelnen Schichten der Tragstruktur, der Außenbekleidung (Fassade), dem Dämmpaket und auch der Innenbekleidung künftig eher standardisiert und systematisch ausschreiben lässt, als dies derzeit auf der Positionsebene möglich ist.

4.3. Kalkulation

Der immer stärkere Ruf nach einer Vergleichbarkeit der Baustoffe auf neutraler Basis während einer frühen Kostenschätzung sowie in der Kalkulation auf Grundlage einer belegbaren und nachvollziehbaren Datenbasis wirkt sich nach wie vor unvorteilhaft auf die Massentauglichkeit von Holz in der Planung und Ausführung aus. Aus diesem Grund soll eine Standardkalkulation als wesentlicher Ansatz sowie als Hilfsmittel zur Vereinheitlichung und Standardisierung auf die im Februar 2017 neu herausgegebene Standardleistungsbeschreibung LG 36 – Holzbauarbeiten für die darin enthaltenen zu kalkulierenden Leistungspositionen dienen und auf eine neutrale Basis stellen, um die Angebote der Holzbauunternehmen untereinander sowie auch mit anderen Baustoffen besser vergleichbar zu machen. Die bietenden Unternehmen haben im Gegenzug mit dem Werkzeug einer Standardkalkulation die Möglichkeit, rasch und zielgerichtet sowie mit erhöhter Kalkulationsicherheit umfassende Ausschreibungen in kurzer Zeit zu bearbeiten bzw. Angebote zu legen. Somit wird der Baustoff Holz vermehrt in den Mittelpunkt gestellt, um künftig verstärkt auch öffentliche Auftraggeber mit diesem Baustoff vertraut zu machen und eine erhöhte Breitenwirkung zu erreichen. Aus diesem Grund ist es dringend erforderlich, eine standardisierte Kalkulation, welche im klassischen Massivbau bereits seit Jahrzehnten üblich ist, auch im Holzbau auf breiter Ebene in den Unternehmen zu etablieren, da für öffentliche Ausschreibungen gemäß dem Bundesvergabegesetz (BVerGG) in Österreich folgend die gesamte Kalkulation bzw. auch im Falle einer vertieften Angebotsprüfung einzelner Positionen als Angebotsgrundlage beizulegen ist.

Das Thema der Kalkulation ist einerseits nicht neu im Holzbau, da jedes Bauvorhaben im Vorfeld einer Angebotsabgabe zu kalkulieren ist. Andererseits zeigt sich jedoch, dass auch aufgrund der geringen Standardisierung speziell im Holzbau das Thema des Baustellencontrollings sowie auch das Thema der Nachkalkulation von Holzbauprojekten zurzeit noch eher wenig Beachtung findet. Allerdings können mittels dieser Controlling-Werkzeuge Rückschlüsse auf die ursprünglich angenommenen Leistungsansätze erfolgen, welche wiederum den Ausgangspunkt für künftige Kalkulationen mit den ermittelten Aufwandswerten darstellt.

In einer Kalkulation finden die sog. Aufwandswerte als die maßgebliche Kalkulationsgrundlage Eingang, da sie die jeweiligen Bedingungen einer Baustelle bestmöglich widerspiegeln sollen. Aufgrund der fehlenden Nachkalkulationen sowie auch aufgrund der nicht vorhandenen fach einschlägigen Literatur und somit neutralen Betrachtungen mit statistischer Sicherheit läuft der Holzbau künftig vermehrt Gefahr, zwar technisch korrekte Lösungen zu liefern, jedoch bauwirtschaftlich und somit den Unternehmenserfolg betreffend negative Auswirkungen innerhalb der Branche erfahren zu müssen.

Daher erscheint es unumgänglich, dass die Befassung des Holzbaus mit baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themen verstärkt in Angriff genommen werden muss, um den hohen wirtschaftlichen Druck am Markt und die Konkurrenz der Baustoffe weitestgehend auch bestehen zu können. Hierzu trägt eine Standardkalkulation wesentlich bei.

Durch den prozentuellen Anstieg zukünftig zu erstellender Projekte mit dem Baustoff Holz ist ein Umdenken der derzeitigen Situation in der Preisermittlung und den damit zusammenhängenden Kalkulationsgrundlagen zwingend erforderlich. Das rasante Wachstum einer Branche birgt auch das Thema der Standardisierung und Professionalisierung, um

am allgemeinen Wettbewerb auch künftig erfolgreich teilnehmen zu können. Dabei spielt das Thema von baubetrieblich und bauwirtschaftlichen Untersuchungen und ausführlichen Betrachtungen eine wesentliche Rolle, um den Planenden und Ausführenden Werkzeuge an die Hand zu geben, mit welchen sie zielgerichtet, rasch und möglichst widerspruchsfrei auch langfristig erfolgreich am Wettbewerb auch mit anderen Baustoffen teilnehmen können. An dieser Stelle kommt dem Thema der Kalkulation eine wesentliche Bedeutung zu, da nur eine adäquate, eindeutige und nachvollziehbare Kalkulation einzelner Bauleistungen den Projekt- und Unternehmenserfolg gewährleisten. Die Vergleichbarkeit von Angeboten und vor allem die Sicherheit der angebotenen Leistung von Auftragnehmern gegenüber ihrem Auftraggeber ist die oberste Prämisse in der Professionalisierung in einem bestimmten Thema. Diese ist in den nächsten Jahren wesentlich zu verbessern. Die Standardkalkulation einer neuer geschaffenen Leistungsbeschreibung im Holzbau kann dabei als Grundlage für alle Unternehmen dienen.

4.4. Geschäftsmodellentwicklung

Der Wandel in der Unternehmenstruktur und Holzbaukultur, welcher einhergeht mit den technischen Entwicklungen sowie den realisierten Bauprojekten, erfordert bei den Beteiligten ein Bewusstsein für die aktuellen, vor allem in bauwirtschaftlicher Hinsicht bestehenden Herausforderungen im Holzbau und den damit verbundenen Strukturen kleiner und mittlerer Unternehmen in dieser Sparte. Dazu ist es erforderlich, die Situation des Holzbaus anhand derzeit maßgebender Trends mit den in Österreich vorherrschenden Unternehmensstrukturen und deren Leistungsportfolios und ihrer zukünftigen Geschäftstätigkeit darzustellen. Andererseits erscheint es notwendig, sich speziell den aktuellen Herausforderungen und den vorherrschenden Problemfeldern bezüglich vorhandener und künftiger Geschäftsmodelle im Holzbau zu widmen, wie mit künftig zu entwickelnden Geschäftsmodellen und teils unkonventionellen Konzepten auch baufremder Branchen die am Markt vorherrschende Preis- und Wettbewerbsstruktur für den Holzsystembau weiterentwickelt werden kann.

Innovative Ansätze, welche sich auch in Geschäftsmodellen manifestieren, verursachen nicht nur alternative Absatzmöglichkeiten, sondern führen zu einer verstärkten Anwendung des Bestbieterprinzips, welches dem branchenüblichen Konzept des Billigstbieterprinzips entgegenwirkt, hin. Gleichzeitig lassen sich dabei auch die Vorteile der innovativen Systembauten aus Holz nutzen.

Die Ansätze und betriebswirtschaftlich relevanten Analyseverfahren leisten hierzu einen Beitrag zum aktiven Chancen- und Risikomanagement in den Unternehmen und führen somit agile Unternehmensorganisationen zielsicher entlang der strategischen Handlungsfelder. Im Zuge der Erstellung neuer sowie Überarbeitung vorhandener Geschäftsmodelle können organisationsthematische, aber auch (bau)wirtschaftliche Ansätze auftreten, welche es vertiefend zu untersuchen gilt. Diese gilt es künftig verstärkt auch im Bereich des Holzsystembaus bzw. den zugehörigen Unternehmen zu forcieren, um anhand der Einführung neuer Prozesse und Systeme zielgerichtet nach den Visionen bauwirtschaftlich erfolgreiche Holzbausysteme am Markt weiter zu etablieren.

5. Ausblick Industrielles Bauen mit Holz

Der Holzbau im Allgemeinen sowie auch der industrialisierte Holzsystembau gewinnen national wie international durch eine Vielzahl technischer Innovationen auch in wirtschaftlicher Hinsicht stetig an Bedeutung. Holz ist damit als Baustoff vermehrt ein wesentlicher Bestandteil sowohl in traditionellen, als auch in modernen Bauten. Dieser positive Trend sowohl bei Einfamilienhäusern, als auch im mehrgeschossigen Wohnbau kommt der allgemeinen Entwicklung im Bauwesen, im Hinblick auf nachhaltige Bauweisen und den steigenden Erfordernissen an die Energieeffizienz an die zu errichtenden Bauwerke, sehr entgegen.

Der Baustoff Holz stellt eine in großer Menge und in guter Qualität vorhandene nachhaltige Ressource dar. Die Vergleichbarkeit durch die große Vielfalt der am Markt vorhandenen Holzbausysteme, sowie die nötige Fachkompetenz im Holzbau in der Planung und Ausführung und der hohe Detaillierungsgrad in den frühen Planungsphasen hindern aber nach wie vor Architekten, Planer und somit auch Bauherren, verstärkt Objekte in Holzbauweise auszuschreiben.

Es ist festzuhalten, dass das allgemeine Ziel des Industriellen Bauens, nämlich eine schnellere, kostengünstigere und qualitativ hochwertigere Bauwerkserstellung zu bewerkstelligen, durch die Aspekte der Senkung der Lohnkosten, durch die Verkürzung der Bauzeit durch off-site Vorfertigung der Elemente, durch eine gleichbleibende Qualität mit gleichzeitig hoher Maßgenauigkeit bei weitgehender Witterungsunabhängigkeit vor allem aufgrund der Baustoff, aber auch Branchenspezifika erreicht werden kann.

Durch die Methoden des Industriellen Bauens sowie durch Standardisierung in den Details und Produkten, durch Rationalisierungsmaßnahmen in den Fertigungsabläufen und Prozessen auf der Baustelle sowie durch eine gänzliche Industrialisierung einer Branche kann es dem Holzbau künftig gelingen, vermehrt Marktanteile zu gewinnen. Dabei erscheint es augenscheinlich, dass ähnlich wie auch in klassischen stationären Industrien Themen wie Arbeitsteilung, Standardisierung, Mechanisierung, Automatisierung und Roboterisierung zu Zukunftsthemen der Baubranche und somit auch des Holzbaus werden, welche es vermehrt nutzen gilt.

6. Literaturverzeichnis

57, C. T.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report. CIB Task Group 57 – Industrialisation in Construction, 2010.

ABERGER, E.; KOPPELHUBER, J.: Planungsprozesse und Kooperationsmodelle im Holzbau. In Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft, TU Graz, Mai 2017.

BAUER, H.: Baubetrieb. Springer 2013.

BARANKAY, T.: Modulare Bauformen – Trend oder Zukunftsmodell? <https://www.detail.de/artikel/modulare-bauformen-trend-oder-zukunftsmodell-28818/>. Datum des Zugriffs: 07.09.2017.

BARBOSA, F. et al.: Reinventing construction: A route to higher productivity.

GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse, Springer Heidelberg 2014.

HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft – TU Graz, Masterarbeit, 2015.

KAUFMANN, H., W. N.: Bauen mit Holz, Wege in die Zukunft

KAUFMANN, H.: Der andere Bauprozess. In: Zuschnitt, Juni/2013.

KOHLBACH, D; SCHAUER, P; TUPI, A; KOPPELHUBER, J.: Grundlagen und Systematik der Standardkalkulation im Holzbau. In Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft, TU Graz, Mai 2017.

KOLB, J.: Holzbau mit System – Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile.

KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen.

KOPPELHUBER, J.: Forschungsbereich Holzbau und Bauwirtschaft – Bauprozessmanagement im industriellen Holzbau, Forschungsplakat, TU Graz, August 2017.

KOPPELHUBER, J., HINTERSTEININGER, K., HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau, Veröffentlichung in bauaktuell, Linde-Verlag, Wien, Mai 2015.

LENNARTSSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing.

MEHRL, C.; KOPPELHUBER, J.: Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbauarbeiten In Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft, TU Graz, Mai 2017.

MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlage. Springer Heidelberg 2009.

PILLER, F. T.: Mass Customization Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter

ROZYNSKI, D.; KOCH, P.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. Forschungsarbeit

SCHNITTICH, C.: Vorfertigung – Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012.

STAIB, G; DÖRRHÖFER, A; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien, Edition Detail 2008.

WALL, J; BOK, M; KOPPELHUBER, J; HECK, D.: Ansätze und Bewertungskriterien in der Geschäftsmodellentwicklung im Holzsystembau. In Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft, TU Graz, Mai 2017.

BIM in der Praxis «Holzbau» aus der Perspektive der Bauwirtschaft in der Anwendung

Dipl. Wirt.-Ing. (FH) Frank Steffens
Brüninghoff Unternehmensgruppe
Heiden, Deutschland



BIM in der Praxis «Holzbau» aus der Perspektive der Bauwirtschaft in der Anwendung

1. Building Information Modeling Von der Ausführungsplanung bis hin zur Objektbetreuung

Daten und Informationen über den gesamten Bauprozess zu erhalten: Das ist der zentrale Faktor von Building Information Modeling (BIM). BIM dient dem Schnittstellenmanagement aller Projektbeteiligten im 3D-Modell. Die hier integrierten Daten lassen sich zur Präsentation und im Dialog mit dem Auftraggeber nutzen – bereits ab der Entwurfsphase, über die gesamte Planungs- und Montagephase bis hin zur Dokumentation. In der Angebotskalkulation erleichtern sie die Massenermittlung. Fehler können bereits vorab ausgeschlossen werden und eine bessere Planungssicherheit ist gegeben. Die Vorteile der hohen Informationsdichte eines BIM-Modells wird oft verkannt und die teils kostspielige CAD-Software nur als eine Art virtuelles 2D-Zeichenbrett genutzt. Die eingegebenen Informationen bleiben dadurch für die nachfolgenden Projektphasen und Prozesse ungenutzt. Oftmals wird bis Leistungsphase 4 im Closed BIM-Verfahren gearbeitet. Nur ein Softwaresystem mit wenigen Nutzern ist am Prozess beteiligt. Doch auch ab Leistungsphase 5 lässt sich die BIM-Methode gewinnbringend einsetzen.

1.1. BIM ab Leistungsphase 5

Zumeist steigert sich ab der Ausführungsplanung die Anzahl der am Bau Beteiligten erheblich: Statiker, Prüfstatiker, Konstrukteure, TGA-Planer, Bauleiter, Verantwortliche aus der Produktion oder Arbeitsvorbereiter sind hier beispielhaft aufzuführen. Bei komplexen Bauaufgaben sind die Herausforderungen im Hinblick auf den technischen Anspruch und die Koordination der Fachplaner und Spezialisten besonders groß. Dies führt auch dazu, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Daten erfasst und zusammengeführt werden müssen. Beispielsweise erfolgt die TGA-Planung mit Plancal, der Holzrahmenbau mit CAD-Work und es liegen 2D- und 3D-Daten aus Allplan vor. Brüninghoff nutzt selbst rund 10 interne Autorensysteme; hinzukommen Daten externer Planer aus Revit, Archicad und ähnliche. Man spricht hier – bei vielen verschiedenen Autoren – vom Open BIM-Verfahren. All diese Daten müssen letztlich in ein Modell zusammengeführt werden. Brüninghoff nutzt zu diesem Zweck die Anwendung ceapoint desite. Zentral ist, dass Daten mehrfach nutzbar sind. Das Modell bietet dabei eine Übersicht über alle Bauteile sowie Bauteiltypen, Räume, Materialien, Massen und Arbeitsvorgänge. Diese Daten sind für alle Projektbeteiligten einsehbar.

1.2. Arbeitsvorbereitung, Produktion und Logistik mit BIM

Alle Angaben, die zur Erstellung des Bauwerkes erforderlich sind, sind nun im BIM-Modell zusammengeführt und mit der virtuellen Bauakte verknüpft. Hier sind beispielsweise auch Türlisten und Verbindungsmittel aufgeführt. Terminplanänderungen aus der virtuellen Bauakte werden ins BIM-Modell gemeldet, die dadurch geänderten Montage-Listen werden vom BIM-Modell automatisch in die virtuelle Bauakte übertragen. Für Brüninghoff folgt hieraus auch die Planung der Produktion von vorgefertigten Bauelementen aus Holz, Beton, Stahl und Aluminium. Denn das bauausführende Unternehmen setzt diese in den eigenen Werken um – dadurch bietet sich auch intern für die Disposition ein wesentlicher Vorteil: Die terminliche Planung, die Arbeitsvorbereitung, Produktion und Logistik werden erleichtert. Aus dem Modell lassen sich Bestelllisten für die Arbeitsvorbereitung exportieren. Einzelne Bauteile und ihr Status lassen sich im Modell ermitteln. Auch die Vorbereitung der Vergabe wird durch BIM wesentlich erleichtert, da sich benötigte Mengen schneller ermitteln lassen. Durch die Mehrfachnutzung einmal erstellter Daten werden unter anderem Zeitvorteile bei der Angebotserstellung und eine Planungssicherheit hinsichtlich der terminlichen Abfolge und der Kosten erzielt.

1.3. Auf der Baustelle

Im Modell finden sich auch Montageanleitungen sowie Verknüpfungen in die Detailplanung wieder. So wird ein Informationsfluss auf die Baustelle sichergestellt. Das Modell kann mit Vorgängen eines Terminplans verknüpft werden und visualisiert den Baufortschritt über einen Zeitverlauf. Die Bauüberwachung und Dokumentation erfolgt ebenfalls mittels BIM. In der Praxis heißt dies, dass beispielsweise der Bauleiter bereits auf der Baustelle fertigestellte Bauabschnitte im Modell kennzeichnet. Bei komplexen Projekten haben auch die Poliere von Brüninghoff die Möglichkeit, Informationen in das System einzutragen. Bis zur Fertigstellung lassen sich somit alle Leistungen und ihre Erfüllung übersichtlich und zentral auf einer Plattform kontrollieren.

1.4. Übergabe an den Bauherrn

Auch nach Abschluss des Bauprojektes und der Übergabe an den Bauherrn können die BIM-Daten weiter genutzt werden. So wird das Modell an den Bauherrn überreicht und er kann dieses selbstständig durchgehen. Verknüpfte Zusatzinformationen erleichtern das zukünftige Facility Management. Die im Modell erfassten Daten können während der gesamten Lebensdauer des Gebäudes für die Instandhaltung und Verwaltung eingesetzt werden. Es wird somit sichergestellt, dass bei der Übergabe des Projektes an den Gebäudeeigentümer keine Informationen verloren gehen. Dadurch kostet die Verwaltung des Gebäudes im weiteren Zeitverlauf weniger Zeit, Mühe und Geld.

2. Fazit

Das gemeinsame Arbeiten an einem Modell ermöglicht die konsequente gegenseitige Kontrolle, die sich durch ein deutlich minimiertes Problempotential auf der Baustelle auszahlt. Durch die Gewerke übergreifenden Datenaustausch ist eine Kollisionskontrolle bereits im frühen Stadium möglich. Ungenauigkeiten in der Kommunikation werden anhand des konkreten Modells frühzeitig aufgedeckt. Die Ablaufgeschwindigkeit kann deutlich effizienter sein. Zudem fällt es leichter, einen gesteckten Zeit- und Ablaufplan einzuhalten, da alle Beteiligten über das Modell informiert sind. Fehlplanungen werden somit minimiert und potenzielle Mehrkosten sowie mögliche Alternativlösungen frühzeitig identifiziert. Klare Kostenstrukturen schaffen zudem Transparenz und Vertrauen. Auch bauausführenden Unternehmen ermöglicht die konsequente Umsetzung der BIM-Methode ein hohes Maß an Sicherheit.

Eine reine 3D-Visualisierung ist somit nicht mit der Arbeit mit der BIM-Methode gleichzusetzen. Erst durch die Verknüpfung der Gebäudeteile mit Attributen und Rahmendaten lässt sich das Potential vollständig ausschöpfen.



Abbildung 1: [17-02 Tablet]

Bei komplexen Bauaufgaben sind die Herausforderungen im Hinblick auf den technischen Anspruch und die Koordination der Fachplaner und Spezialisten besonders groß. Wesentlich erleichtert wird diese Aufgabe durch eine BIM-gestützte Planung.



Abbildung 2: [17-02 Komplexes_Projekt]

BIM beschreibt die optimierte Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden mit Hilfe von Software in einem 3D-Gebäudemodell. BIM ist somit selbst keine Software – aber eine Software kann BIM-fähig sein.

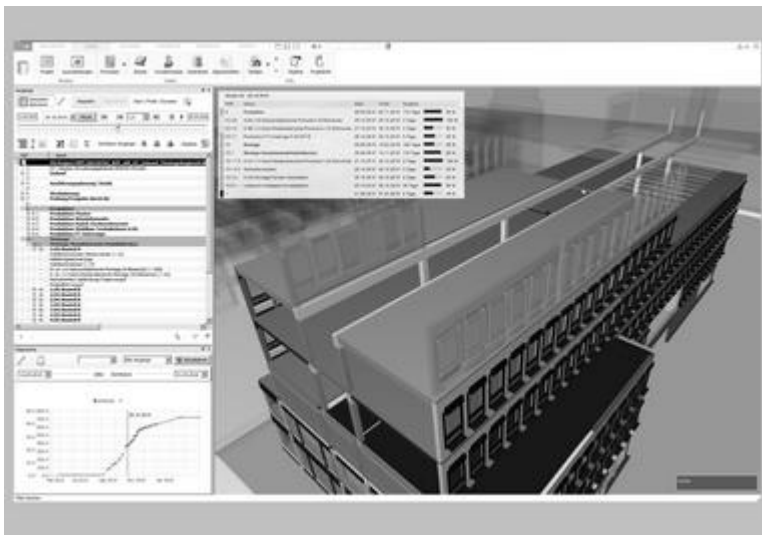


Abbildung 3: [17-02 BIM]

Building Information Modeling: Planungsfehler und Kollisionen zwischen einzelnen Gewerken können mittels BIM frühzeitig erkannt und schnell behoben werden.



Abbildung 4: [17-02 Austausch]

Die integrative Arbeitsweise verbessert den Kommunikationsaustausch zwischen allen Projektpartnern und schafft eine ganzheitliche und ständig aktuelle Arbeitsgrundlage.

STÄDTE im Wandel und die Rolle des Holzbaus

Die Rolle des Holz(haus)baus in München

Wolf Opitsch
Landeshauptstadt München
Referat für Stadtplanung und Bauordnung
München, Deutschland



Die Rolle des Holz(haus)baus in München

1. Holzbau in München – Wo kommen wir her

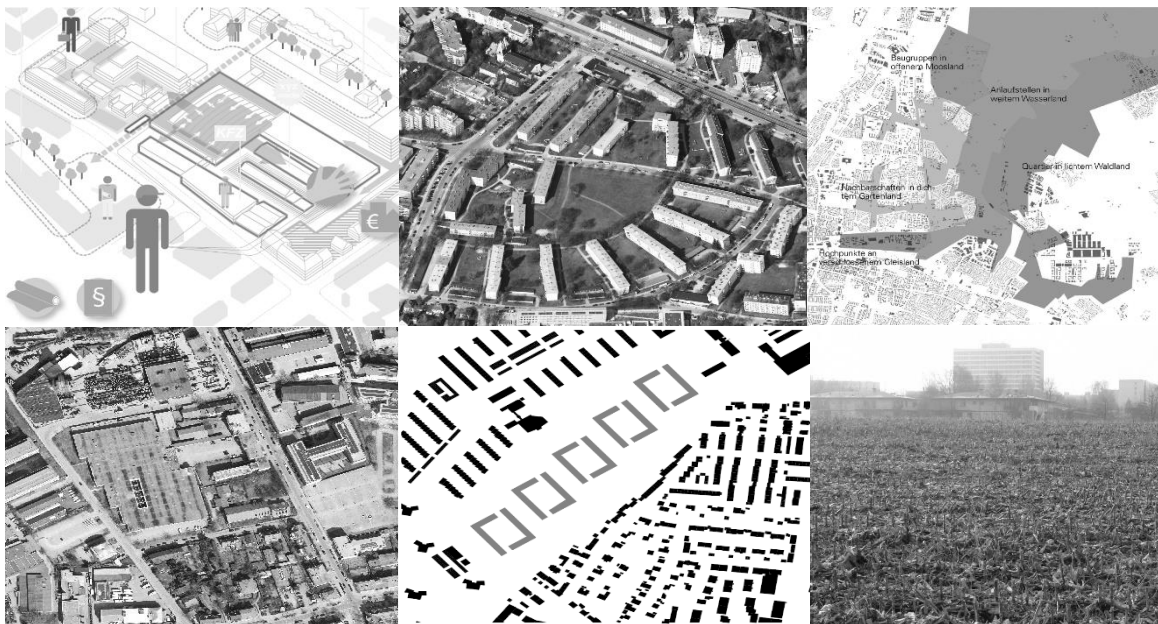
1.1. Wohnen in München

Eine der wichtigsten Aufgaben in München ist die Versorgung der Bevölkerung mit bezahlbarem Wohnraum. München wird weiterwachsen und somit auch die Nachfrage nach Wohnungen. Gleichzeitig verknappen sich die zur Verfügung stehenden Siedlungsflächen 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 Wohnungspolitik 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 Wohnungsbestand von Karlsruhe.

Aufgrund der absehbaren Flächenverknappung hat das Referat für Stadtplanung und Bauordnung im Rahmen des Projekts «Langfristige Siedlungsentwicklung» aktuelle Schätzungen zu den mittel- und langfristigen Wohnungsbaupotenzialen für das gesamte Stadtgebiet erstellt. Dabei lassen sich folgende Schwerpunkte für Wohnbaupotenziale identifizieren:

- Wohnbaupotenziale durch Umstrukturierung von Gewerbegebieten in Wohngebiete,
- Wohnbaupotenziale durch Nachverdichtung,
- Wohnbaupotenziale durch Neuentwicklung,



Umstrukturierung

Verdichtung

Stadtrand

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 ressourcenschonenden 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. Holzhäuser in amerikanischer Bauweise 1995

Die Oberste Baubehörde im bayerischen Staatsministerium des Innern hatte im Jahr 1992 das Modellprojekt «Holzhäuser in amerikanischer Bauweise» initiiert. In München hatte sich die städtische Wohnungsbaugesellschaft GWG München mit 2 Projekten beteiligt. Beim ersten Projekt, dem «blauen Haus» musste aufgrund des 4. Geschosses eine Sprinkleranlage eingebaut werden, wodurch der Kostenrahmen im geförderten Mietwohnungsbau gesprengt wurde. Das Folgeprojekt wurde dann nur noch in dreigeschossiger Bauweise ausgeführt, eine Bauweise, die sich schon damals als unwirtschaftlich erweisen sollte. Aufgrund dieser Erfahrungen wurde die Holzbauweise im Wohnungsbau zumindest bei den Projekten der städtischen Wohnungsbaugesellschaften nicht weiterverfolgt.



Abbildung 2: Holzhäuser der GWG München, Arch. Meyer-Sternberg, München, 1995

1.3. PERSPEKTIVE MÜNCHEN – Online Befragung 2012

Neue Impulse erhielt der Holzbau in München durch die Fortschreibung des Münchner Stadtentwicklungskonzepts 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. Im Ergebnis erfolgte der Auftrag, die Umsetzung einer Ökologischen Mustersiedlung in Holzbauweise zu prüfen und die Umsetzung vorzubereiten und zu steuern.

2. Rolle und Einflussmöglichkeiten der Kommune

2.1. Einbindung der Politik

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 im Oktober 2013 für Mitglieder des Ausschusses für Stadtplanung und Bauordnung, des Bauausschusses, des Ausschusses für Bildung und Sport sowie des Umweltschutzausschusses eine Informationsfahrt nach Bad Aibling in die «City of Wood» der Firma B&O Gruppe veranstaltet.

Die Stadträtinnen und Stadträte konnten sich auf der Informationsfahrt und durch die kompetente Führung durch Herrn Dr. Böhm, Geschäftsführer der B&O Gruppe, über die moderne Holzbauweise informieren und innovative Technologien und integrierte Projekte mit hoher Signalwirkung kennenlernen. Die bereits realisierten Gebäude der «City of Wood» sind Vorbildprojekte, gerade auch für den mehrgeschossigen Holzbau.

Das Referat für Stadtplanung und Bauordnung hat mit der Exkursion um Unterstützung für die Ökologische Mustersiedlung geworben. Die «City of Wood» zeigt, dass sich der Holzbau für private Bauherrinnen und Bauherren durchaus wirtschaftlich interessant darstellt.

2.2. Konzeptausschreibungen

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 (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

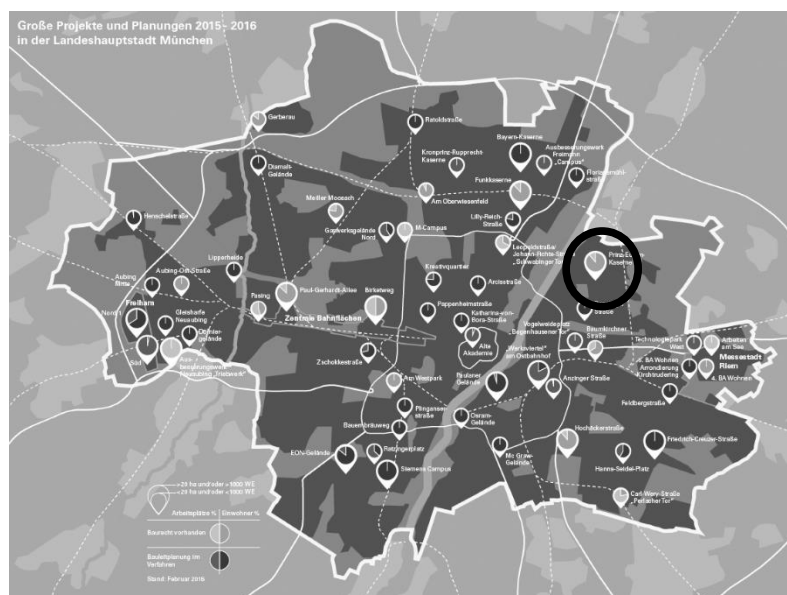


Abbildung 3: Große Planungen in München und Lage Prinz-Eugen-Park, 2017

Wie oben erwähnt, hat der Münchner Stadtrat das Referat für Stadtplanung und Bauordnung beauftragt, eine Ökologische Mustersiedlung in Holzbauweise umzusetzen. Die Karte (Abbildung 3) zeigt einerseits, dass derzeit große Planungen über das gesamte Stadtgebiet verteilt stattfinden und 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. Rahmenplan Prinz-Eugen-Park

Das neue Stadtquartier mit insgesamt ca. 1.800 Wohnungen wird nach dem Rahmenplan aus dem städtebaulichen Wettbewerb im Jahr 2009 (GSP Architekten und Rainer Schmidt Landschaftsarchitekten, beide München) entwickelt. Die Ökologische Mustersiedlung befindet sich im südlichen Bereich.



Abbildung 4: Rahmenplan Prinz-Eugen-Park (GSP Arch., München) und Umgriff Mustersiedlung

4. Ökologische Mustersiedlung – Holzbauweise

4.1. Definition Holzbauweise

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 zur Umsetzung kommen.

Für die Definition der Holzbauweise hat das Referat für Stadtplanung und Bauordnung als Kooperationspartner an einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Forschungsprojekt der TU München (TUM) und der Ruhr Universität Bochum (RUB) mitgewirkt. Im Forschungsprojekt wurden Parameter für Holzbauten untersucht, die als Bewertungs- und somit als Ausschreibungs- und Vergabekriterien für die geplante Konzeptausschreibung dienen können.

Entsprechend dem Forschungsprojekt ist ein geeigneter und gut messbarer Parameter zur Bewertung von Holzbauten die Menge Holz, die im Gebäude verbaut ist (z.B. für Wände, Decken, Außenwände, Dach, etc.). Holz wird hierfür als «**nachwachsender Rohstoff**» bezeichnet, Abkürzung «**nawaros**». Als Einheit für die Bewertung dient die Masse (in Kilogramm) an nachwachsenden Rohstoffen («**nawaros**») je Quadratmeter Wohnfläche (**kg nawaros / m² WF**).

4.2. Förderung

Die Ökologische Mustersiedlung ist mit ihren Zielen und in der geplanten Größe ein bislang europaweit einmaliges Pilotprojekt für nachhaltiges Bauen. Um die Realisierung zu ermöglichen, hat der Münchner Stadtrat beschlossen, speziell für die Ökologische Mustersiedlung ein Zuschussprogramm einzurichten.

Das Zuschussprogramm bietet den Akteuren einen anteiligen Zuschuss bei den höheren Erstinvestitionen und der Finanzierung der Holzbau bedingten Mehraufwendungen.

Mit dem Zuschussprogramm wird die im Gebäude verbaute Masse Holz («nachwachsende Rohstoffe») in der Einheit kg «nawaros» gefördert. Nach den Förderrichtlinien wird die Holzbauweise bei kleinen Gebäuden mit 1-3 Geschossen («Typ A») mit bis zu 0,70 €/kg nachwachsende Rohstoffe und beim Geschosswohnungsbau («Typ B») mit bis zu 2,00 €/kg nachwachsende Rohstoffe gefördert. Für das Zuschussprogramm stehen nach dem Stadtratsbeschluss Haushaltsmittel in Höhe von bis zu 13,6 Mio. € zur Förderung der Mehrkosten der Holzbauweise zur Verfügung.

4.3. Qualitätssicherung

Das Referat für Stadtplanung und Bauordnung hat speziell für die Holzbauweise in der Ökologischen Mustersiedlung ein Beratungskonzept zur Qualitätssicherung eingerichtet.

Teil des Beratungskonzepts ist die Implementierung eines Ratgeber-Gremiums. Das Ratgeber-Gremium setzt sich aus anerkannten Spezialistinnen und Spezialisten aus den Bereichen Holzbau, Energieversorgung und Brandschutz zusammen und berät und begleitet die technische Entwicklung der Projekte.

Die Umsetzung der Ziele stellt für die Akteure eine große technische Herausforderung dar. Eine diesbezügliche Beratung können nur Expertinnen oder Experten leisten, die über wesentliche Erfahrungen mit mehrgeschossigen Holzbauten verfügen, dass die Holzbauplanungen im Hinblick auf den Brandschutz, den Schallschutz und insbesondere hinsichtlich der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit beurteilt. Die Holzbauweise und die hohen Anforderungen an die Energieversorgung der Gebäude erfordern einen integrierten Planungsansatz von Anfang an, bei dem sämtliche Fachleute und die ausführenden Firmen intensiv in den Planungsprozess einbezogen werden müssen. Erst dann greifen die wesentlichen Vorteile der Holzbauweise (verkürzte Bauzeit, Kostensicherheit, Ausführungsqualität). Das Ratgeber-Gremium bietet auch hier fachliche und technische Unterstützung an.

5. Ökologische Mustersiedlung

5.1. Stand der Umsetzung

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.

Seit März 2017 liegen zu fast allen Projekten in der Ökologischen Mustersiedlung detaillierte Entwurfsplanungen vor. Alle Projekte zeichnen sich durch eine hohe Planungsqualität aus. Der integrierte Planungsansatz, bei dem alle an Planung und Bau Beteiligten von Anfang an einbezogen werden und der für das Gelingen der Holzbauweise entscheidend ist, wird bei allen Projekten konsequent umgesetzt.

Die aktuellen Planungsstände beinhalten auch Aussagen zur Umsetzung der Holzbauweise und hier insbesondere zu den Massen an Holz bzw. nachwachsenden Rohstoffen, die in den Gebäuden verbaut werden. Diese Angaben dienen sowohl der Qualitätssicherung als auch der Ermittlung der Förderung aus dem Zuschussprogramm.

5.2. Ziele

Mit der Umsetzung der Ökologischen Mustersiedlung werden folgende Ziele verfolgt: Die Holzbauweise im Wohnungsbau soll befördert werden und der Holzbau soll sich nach Möglichkeit stärker auf dem Markt etablieren. Das Ausschreibungsverfahren und die Vergabekriterien sowie das Förderprogramm sollen Anregungen für andere Städte und Kommunen sein. Die Ökologische Mustersiedlung in Holzbauweise im Prinz-Eugen-Park leistet einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz und etabliert den modernen Holzbau für eine nachhaltige Stadtentwicklung.



Abbildung 5: Projekt der GWG München, Müller-Blaustein, Arch. Rapp

City of Helsinki as a Platform for Wood Construction Development

Kimmo Kuisma
City of Helsinki
City Executive Office
Urban Development
Helsinki, Finland



City of Helsinki as a Platform for Wood Construction Development

1. Helsinki has always been a wooden city

1.1. Early days of wooden city

Helsinki has always been a city of wooden buildings. Since its founding in 1550 until the late 19th century, wood was the main material of buildings. The city structure was formed by one and two storey wooden city blocks, where working-class people lived. Only the state and church could afford construction in brick or stone. Big city fires have destroyed Helsinki totally or partially approximately once a century between 1550-1900.

1.2. Historical wooden house districts

Helsinki expanded rapidly in the early 1900s. Several working-class wooden house districts were developed to ease the considerable housing shortage. Many of these neighbourhoods were demolished in the big wave of urbanization of 1960s and 1970s, but at the same time the remaining wooden house districts were protected.

The formerly working-class neighbourhoods then transformed into middle-class neighbourhoods favoured by urban bohemians, complete with corner bars, cafés and small street-level shops. The districts of Kumpula and Käpylä have today annual block parties, and other wooden house districts are also very lively with flea markets and urban farms, for example. Each with their own unique atmospheres, Puu-Vallila (Wood-Vallila), Puu-Käpylä (Wood-Käpylä), Kumpula and Toukola are now among the most desirable residential districts in Helsinki.

Puu-Vallila was the first wooden house district to be developed specifically for the working class. It was built between the industrial areas of Vallila and Sörnäinen in two phases, in the 1910s and 1920s. The ideals of the 1910s can be seen in the small plots lining the narrow roads that follow the natural terrain. Behind the wooden houses with their mansard roofs are small gardens and outbuildings.

The **Puu-Käpylä** wooden house district was developed along the railway lines to the north of the city centre in the early 1920s. Designed by Martti Välikangas and built out of log elements, the houses reflected the British ideals of a garden suburb. The focus was on providing a good environment for families with children that was close to nature and included gardens for growing produce.

2. Helsinki is growing fast today

2.1. Harbour transition and new urban project areas

Today Helsinki is fifth on the list of fastest-growing metropolitan areas in Europe. The strongest driver of this urban development was the construction of a new cargo harbour in Vuosaari, 15 km east of the city centre. The project was completed in 2008.

This change in city structure created opportunities to plan and develop huge harbour-related brownfield areas, altogether almost 10 square-kilometres, near the city centre: **West Harbour**, **Kalasadama**, **Pasila** and **Kruunuvuorenranta**. All these major project areas are under construction today. Furthermore, there are several in-fill projects in suburban areas of Helsinki.

2.2. New Helsinki City Plan 2050

In the forthcoming decades, Helsinki will expand faster than ever before. The new Helsinki City Plan 2050 (Helsinki City Council, 26 October 2016) will steer the development of the city far into the future. The plan secures the prerequisites for the city to grow, to build new housing and to prosper economically. The reservations made in the city plan will enable the growth of the city to 860,000 residents and 560,000 jobs by 2050. The population of Helsinki is today 635,000.

The solutions of the city plan are based on a vision of Helsinki as a networked city relying on expanding rail transport network, with a strong inner city that is larger than today. One-third of the new construction planned for the next few decades will be in-fill construction. The city will become denser especially in the vicinity of rail stations. Suburban centres will also be developed as dense hubs of housing, jobs and services.

Another one-third of the new floor space allowed by the city plan will be focused on city boulevards as the inner city expands. Large motorway-like access roads will be turned into city boulevards. The new boulevards will allow whole new city districts to be built as extensions of the current inner city.

The remaining one-third of the new construction will consist of large urban development areas. All this growth creates opportunities for wood construction industry as well: city is a platform of development.

3. Wood construction in City Strategy

3.1. City Strategy Programme 2013-16

The present City Strategy Programme 2013-16 (Helsinki City Council, 24 April 2013) has brought forward the City's central objectives and development focuses during the council term 2013-2016. The Strategy Programme was divided into four main issues:

1. To promote wellbeing of residents
2. Helsinki full of life force
3. Functional Helsinki
4. Well-balanced economy and good management

The promotion of wood construction in housing projects was set as a strategic target in the Functional Helsinki -issue: «The construction of wooden buildings and the use of building materials that are renewable and burden the environment as little as possible are promoted».

3.2. New City Strategy Programme 2017-21, Mayor's proposal

The municipal election of new City Council members was held in April 2017. The new Mayor of Helsinki presented his proposal (24 August 2017) concerning the new Helsinki City Strategy 2017–2021. It is divided into five key points:

1. The most functional city in the world
2. Securing sustainable growth the most essential task of the city
3. Developing services
4. Responsible management of finances the foundation of a prosperous city
5. Helsinki strengthens and diversifies its promotion of interests

One may foresee wood construction used as an implementation tool, when striving the following defined goals of Mayor's City Strategy proposal:

- to be a carbon neutral city by the year 2035
- circular economy projects will be carried out in cooperation with corporate life
- to be active platform for interesting and successful innovations, that also provide new export business opportunities

The final decision of new City Strategy will be made by the City Council on 27 September 2017.

3.3. Home Town Helsinki 2016 – programme

The long-term planning of housing and the associated land use is guided by the programme for implementation, called Home Town Helsinki 2016 (City Council 22 June 2016). It is drawn up for every council period. The fulfilment of the goals is followed up annually. Responsibilities of increasing wood construction in housing projects has been set in the Home Town Helsinki –programme: City Executive Office and Helsinki Housing Production Services (ATT) are in charge of achieving this strategic goal.

4. Steering methods of the City in strategic wood construction promotion

4.1. Town planning and wood

The City of Helsinki owns approx. 65% of its administrative area. The city implements the strategic goal of wood construction promotion by using two major steering methods: town planning and land allocation.

Town planning has been the strongest tool used. Wood has been set as an obligatory building material in **Myllypuro**, **Kuninkaantammi** and **Honkasuo** urban development project areas. In Honkasuo, the Finnish concrete industry had its doubts in a legal appeal process, whether this wood regulation was legitimate or not. The Finnish Supreme Administrative Court finally confirmed in 2015, that the use of building materials can be regulated in a town plan.



Figure 1: The Supreme Administrative Court finally confirmed the town plan of Honkasuo

4.2. Land allocation process and wood

The land allocation process is another major tool for the City to steer land use. After completed town planning and as a land owner, the city allocates the building plots for developers. In this process, the city can find and choose the best projects suitable to each plot. In land allocation contracts various regulations – for example the use of building materials – can be set if needed. Land allocation has been used as a tool to ensure development opportunities for wood construction industry.

Since the legal appeal case of Honkasuo, there has been some discussion of material-free town planning. A question has been asked: when promoting wood construction, should the city as a land owner rather use land allocation contracts instead of heavy material regulations in town planning?

4.3. Wood in building projects of the City

The city promotes wood construction also in city-owned wooden building projects. Helsinki Housing Production Services (ATT) produces city-owned and state subsidized (reasonable priced) rental apartments, owner-occupied apartments and right-of-occupancy housing. ATT has been a trailblazer in developing several various wooden multi-storey housing projects during the past ten years, for example in districts Vuosaari, Pukinmäki and West Harbour.

Service facilities and properties owned by the City are developed and managed by the Premises Services of the Urban Environment Division. It has promoted wood construction by implementing several day-care centres and public playground buildings made out of wood.

5. Recent wooden projects in Helsinki – city as a platform for wood construction development

5.1. Wooden house districts

A densely built, village-like city district of wooden buildings is under construction in southern **Myllypuro**. Several aspects of the plans promote communality and everyday ecological needs. One of the starting points has been that the proposed houses open up on to living streets. The houses are modifiable, energy efficient, ecological and meet modern housing's high standards. Within the allowances set by town planning, the residents will have the possibility of building extensions to the houses being built now. The land of Wood-Myllypuro is owned by the City of Helsinki. The area of approx. 2,000 residents will be completed in 2018.



Figure 2: Village-like wooden housing district Wood-Myllypuro will be completed in 2018.

Honkasuo is the largest new wood construction area in Helsinki. Former forest and meadow area, located in north-western Helsinki, will be turned into a city village with wooden houses for 2,000 inhabitants by 2025. The residential area is built around a park and composed of energy-efficient detached houses, connected single-family houses and multi-storey buildings. The construction of the streets and the municipal engineering and housing plots is currently underway.

In Honkasuo special attention will be paid to the ecological sustainability of the construction projects and the housing during the entire lifespan of the buildings. Wood construction is used in an effort to reduce carbon dioxide emissions, while natural methods of delay will be favoured in the management of storm water. The land of the area is owned by the City of Helsinki.

Kuninkaantammi is new urban development project area located in the north-western corner of Helsinki and skirting Vantaanjoki river and the Central Park. This new district will be built to a dense, urban design and consistent with the ecological, experiential and community requirements of modern housing. Kuninkaantammi will replace what has been an area of industry buildings and warehouses with a pleasant residential development for 5,500 inhabitants. The City owns most of the land to be built.

Half of the Kuninkaantammi project area will be wooden city blocks, both low-rise and multi-storey apartment buildings. There will be approx. 2,100 residents living in these new wooden houses. Construction of the wooden housing blocks will start in 2019.

5.2. Wooden multi-storey apartment buildings

Viikki is one of the oldest urban project areas still under construction in Helsinki. The area is home to one of Finland's first wooden apartment building development projects. Eco-Viikki is a worldwide known example of a 1990's housing district, where ecological sustainability was in the focus and core of town planning. The implementation of new ideas was ensured in land allocation contracts. Several wooden apartment buildings were constructed in Eco-Viikki area, which was completed 2004.

Latest wooden city block in Viikki is the housing project for Etera Mutual Insurance company. The project of 104 non-regulated rental apartments was completed in 2012. The multi-storey building system consists of an LVL column-beam frame, ribbed slab intermediate floors and ceiling elements, and exterior walls made of prefabricated wooden modular units.

Eskolantie apartment block was completed in 2014 in Pukinmäki district. The project consists of four five-storey buildings. There are 42 right-of-occupancy apartments and 51 city-owned and state-subsidized rental apartments. Project was an implementation of a Design & Build competition, organized by the Helsinki Housing Production Services. The facades of the buildings are in timber as well as the construction. Wood is also used as a finishing material in some of the interior spaces, for ceilings and floors. The loadbearing and stiffening structure of the buildings is of solid timber elements made of CLT. The apartments and balconies are built of spatial elements.

The first wooden multi-storey passivehouse project in Helsinki was built in **Honkasuo**. The project of 116 non-regulated rental and right-of-occupancy apartments was completed in February 2017. Honkasuo block is a kind of sister-project of PUUMERA-apartment block represented in Finnish Housing Fair 2015 in City of Vantaa.

Wood City will be Finland's largest wooden quarter, located in **West Harbour** urban development project area. It is a hybrid building of offices, hotel and apartments. Developers call it «a kind of modern return of wood into downtown Helsinki». Construction of Wood City has started and it will be completed in 2018. The developers of Wood City are Stora Enso, construction company SRV Group and the Helsinki Housing Production Services.



Figure 3: Wood City will be Finland's largest wooden quarter. Picture: Wood City/SRV Group

5.3. Public building projects of the City

The Central Library is under construction and will be opened in 2018. It will offer a public space open to all residents in the heart of the city. The Central Library will complement the Töölönlahti culture cluster. Its main facade and interiors will be a masterpiece of wood construction. The Central Library will be an eco-efficient almost zero-energy building.

The modular daycare centre of Kurkimoisio is a pilot building in a concept project completed 2015. Expanding city has to invest a lot into new service facilities. The aim of the project was to create a daycare centre model, that is inexpensive and fast to build and versatile in terms of space utilization.

5.4. Private wooden projects

Kamppi Chapel of Silence is located in a corner of the Narinkkatori square, which is one of the most crowded spots in Helsinki. The Chapel is a quiet space where the busy surroundings disappear. The warmth of wood is strongly present inside, together with indirect lighting filtering down from above.

Löyly (engl. «Steam») is a public sauna with restaurant and outdoor terrace facing to the sea. This piece of wow-architecture is situated in Hernesaari district, former harbour area west of the city centre. The architectural idea is simple: the hot sauna spaces are in a rectangular box covered by a free-form wooden cloak. The project was completed in 2016.

Allas Sea Pool is located next to the Helsinki Market Square in the city centre. The wooden sea pool boasts several saunas, swimming pools and a café. The main building is made of Finnish spruce wood, and was completed in Spring 2017.

Mehr Raum für Holzbauten in Wien

Andreas Meinhold
Stadtbaudirektion Wien
Kompetenzzentrum für soziale und kulturelle Infrastruktur
Wien, Österreich



Mehr Raum für Holzbauten in Wien

1. Bevölkerungsprognose, Bevölkerungsentwicklung – Statistiken

Die Bundeshauptstadt Wien befindet sich seit Jahren in einer demographischen Wachstumsphase, die sich in den nächsten drei Jahrzehnten fortsetzen könnte. Falls die hohe Zuwanderungsdynamik weiterhin die Bevölkerungsentwicklung determiniert, dürfte Wien bereits im Jahr 2029 die Zwei-Millionen-Grenze erreicht haben. Einer etwas stärkeren Zunahme bis 2024 stehen abgeschwächte Bevölkerungsgewinne bis 2034 gegenüber.

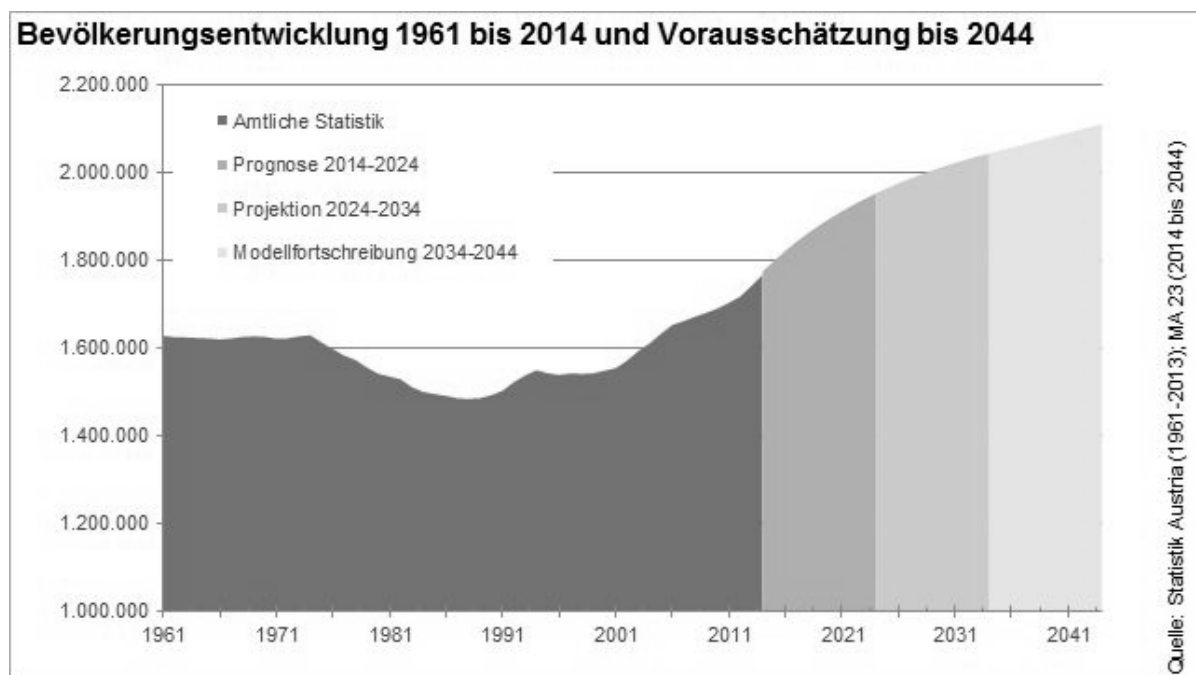


Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung 1961 bis 2012 und Vorausschätzung bis 2044

Bevölkerungsprognosen beziehen sich auf Beobachtungen und Messungen über vergangene und gegenwärtige Komponenten der Bevölkerungsentwicklung. Etwas differenzierter verhält es sich jedoch bei regionalisierten Bevölkerungsvorausschätzungen. Je kleinräumiger, desto höher die Bedeutung von externen Faktoren. Während sich global zumeist ein leicht fassbares Bild der zukünftigen Entwicklung zeichnen lässt, können auf der kleinräumigen Ebene durchaus gegensätzliche Entwicklungspfade eintreten und die Ergebnisse der Vorausschätzung sind daher mit einer höheren Unsicherheit behaftet.

In Wien, wo circa ein Fünftel der österreichischen Bevölkerung lebt, wird mehr als ein Viertel des österreichischen Bruttoinlandsprodukts erwirtschaftet. Dies spricht für das hohe ökonomische Entwicklungsniveau der Stadt Wien und für eine hohe Arbeitsproduktivität ihrer Einwohnerinnen und Einwohner.

Im internationalen Vergleich nimmt Wien – bei der Bewertung der Lebensqualität – die Spitzenposition ein. Die Bundeshauptstadt wurde vom Consultingunternehmen Mercer zum wiederholten Mal auf Platz eins gewählt.

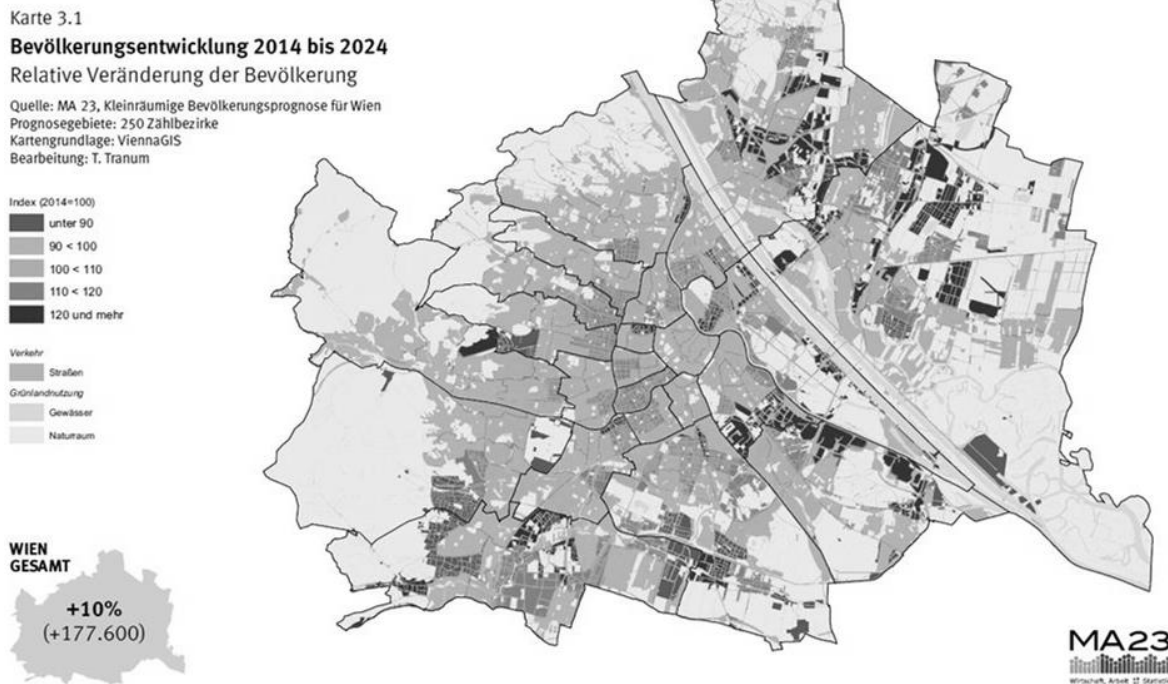


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung 2014 - 2024

2. Warum Bauwerke in Holz oder «Hybridbauweise»

Hochhäuser, Bürogebäude, Schulen, U-Bahn-Stationen und Fußballstadien werden immer öfter aus Holz gebaut. Der Baustoff Holz ist «in». In Österreich macht der Holzbau bereits fast ein Viertel des gesamten Bauvolumens aus. Alleine in Wien wurden in den letzten 5 Jahren Holzbauprojekte in der Höhe von ca. 500 Mio. EUR realisiert.

Gute Gründe in Holz zu bauen gibt es genug.

Holz ist...

sehr tragfähig, hervorragend in der Wärmedämmung, sehr gut geeignet zur Vorfertigung, schnell in der Montagezeit, kurz in den Bauzeiten, ohne Trocknungszeiten, behaglich im Raumklima, nachhaltig, ökologisch, brandsicher, gut recyclebar

und die Verarbeitung verbraucht weniger Energie als andere Baustoffe...

Holz ist der perfekte Baustoff.



Abbildung 3: Kindergarten Pötzleinsdorf, 18. Bezirk

3. Die Vorgangsweise in Wien

3.1. OIB Richtlinien, Österreichisches Institut für Bautechnik

Die OIB-Richtlinien dienen der Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften in Österreich. Sie werden vom Österreichischen Institut für Bautechnik nach Beschluss in der Generalversammlung herausgegeben und stehen damit den Bundesländern zur Verfügung.

Die Bundesländer können die OIB-Richtlinien in ihren Bauordnungen für verbindlich erklären. Hier war und ist Wien ein «Vorreiter». Von den OIB-Richtlinien kann jedoch gemäß den Bestimmungen in den diesbezüglichen Verordnungen der Bundesländer abgewichen werden (siehe Wiener Bautechnikverordnung), wenn der Bauwerber nachweist, dass ein gleichwertiges Schutzniveau erreicht wird, wie bei Einhaltung der OIB-Richtlinien. Dies soll die notwendige Flexibilität für innovative architektonische und technische Lösungen sicherstellen.

Technische Anforderungen

Für die technischen Anforderungen aus der Bauordnung wie: mechanische Festigkeit und Standsicherheit, Brandschutz, Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit, Schallschutz, Energieeinsparung und Wärmeschutz ist Holz besonders geeignet.

3.2. Wiener Bautechnikverordnung

Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der bautechnische Anforderungen festgelegt werden (Wiener Bautechnikverordnung 2015 – WBTV 2015)

§ 1. Den im 9. Teil der Bauordnung für Wien festgelegten bautechnischen Vorschriften wird entsprochen, wenn die in den Anlagen enthaltenen Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik, soweit in ihnen bautechnische Anforderungen geregelt werden, eingehalten werden.

§ 2 Von den in den Anlagen enthaltenen Richtlinien kann abgewichen werden, wenn der Bauwerber nachweist, dass das gleiche Schutzniveau wie bei Anwendung der Richtlinien erreicht wird.

3.3. Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien (MA 39)

Die Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien (MA 39) wurde 1879 gegründet. Sie ist die älteste Prüfanstalt Österreichs auf dem Gebiet der Baustoffprüfung. Um Bauprodukte auf dem Markt der Union respektive in Österreich bereitstellen und einbauen zu dürfen, ist ihre Verwendbarkeit nachzuweisen. Dabei ist zu differenzieren, ob für das gegenständliche Bauprodukt harmonisierte technische Spezifikationen vorliegen oder nicht.

Fällt das Bauprodukt in den Anwendungsbereich einer harmonisierten europäischen Norm oder entspricht ein Bauprodukt einer Europäischen Technischen Bewertung, die für dieses ausgestellt wurde, sind die in der Norm beziehungsweise europäischen technischen Bewertung vorgegebenen Verfahren zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit anzuwenden. Im einfachsten Fall kann es die Herstellerin beziehungsweise der Hersteller selbst bestätigen. In vielen Fällen ist die Einschaltung einer Zertifizierungsstelle erforderlich.

Bauprodukte, für die harmonisierte technische Spezifikationen nicht vorliegen und in der Baustoffliste ÖA angeführt sind, dürfen nur verwendet werden, wenn sie das Einbauzeichen ÜA tragen. Die Übereinstimmung von Bauprodukten mit den Bestimmungen der Baustoffliste ÖA ist durch eine Registrierung des Bauproduktes nachzuweisen. Die Registrierung erfolgt durch Ausstellung einer Registrierungsbescheinigung durch die Registrierungsstelle.

Die MA 39 ist unter der NB-Nummer 1139 als Produktzertifizierungsstelle beziehungsweise Zertifizierungsstelle für die werkseigene Produktionskontrolle notifiziert, unter der Nummer 0945 durch die Akkreditierung Austria akkreditiert und wurde per Beschluss der Wiener Landesregierung vom 16.9.2014 mit der Registrierung gemäß § 7 WBPg 2013 als Registrierungsstelle gemäß § 9 Absatz 1 WBPg 2013 betraut.

4. Resümee

Bei gekonnter Anwendung der Gesetze, der OIB Richtlinien und der Normen, durch die Planerinnen und Planer, können innovative moderne Holzbauten in einer Großstadt – wie Wien – mehr und mehr realisiert werden.

Wien ist sich seiner Rolle bewusst, dass die gebaute Umwelt emotionale und langfristige Wirkungen auf die Menschen hat. Daher geben wir uns bei der Planung, baulichen Umsetzung sowie im langfristigen Management von Wien größte Mühe, um dieser Tatsache in vollem Umfang nachzukommen.

Donnerstag, 19. Oktober 2017

Block C1

**BÜRO- und GEWERBEBAUTEN
im urbanen Raum**

Flexible Arbeitsatmosphäre schaffen – offene Büroarchitektur in der Stadt

Markus Reimann
NR Ingenieurgesellschaft holztragwerke
Mönchengladbach, Deutschland



Flexible Arbeitsatmosphäre schaffen – offene Büroarchitektur in der Stadt

1. Der architektonische Entwurf

Viele Faktoren beeinflussen unsere heutige Arbeitsweise. Die Büroarchitektur trägt zum Wohlbefinden der Nutzer bei und unterstützt dadurch auch beim stetigen Arbeiten und bei der Entfaltung kreativer Ideen. Eine offene Gestaltung der Arbeitsbereiche erleichtert die Kommunikation im Team und fördert den Zusammenhalt. Im Januar 2016 stand ein Unternehmerehepaar aus Mönchengladbach vor der Herausforderung, einen größeren Standort für das wachsende Unternehmen zu finden. Das neue Büro sollte eine ideale Arbeitsumgebung schaffen. Von Anfang an strebte der Bauherr eine Bauweise in Holz an. Die Architektin Susanne Göbl stellte sich dieser Herausforderung und entwarf ein innerstädtisches Gebäude mit offener Struktur.

Das Konzept beinhaltet Einzel- und Gruppenbüros sowie zwei Großraumbüros. Leichte Trennwände ermöglichen die Anpassung der Raumstrukturen je nach Bedarf und bieten somit größtmögliche flexible Gestaltungsmöglichkeiten. Eine Glaskuppel über dem zentral angeordneten Treppenaugie sowie die großen bodentiefen Fenstern durchfluten die Räume mit Tageslicht. Im Erdgeschoss ist neben weiteren Büros und Lagerräumen eine Cafeteria und ein großer Schulungsraum untergebracht. Sowohl im Erd- und Obergeschoss stehen den Mitarbeitern Think-Tanks für Besprechungen zur Verfügung.

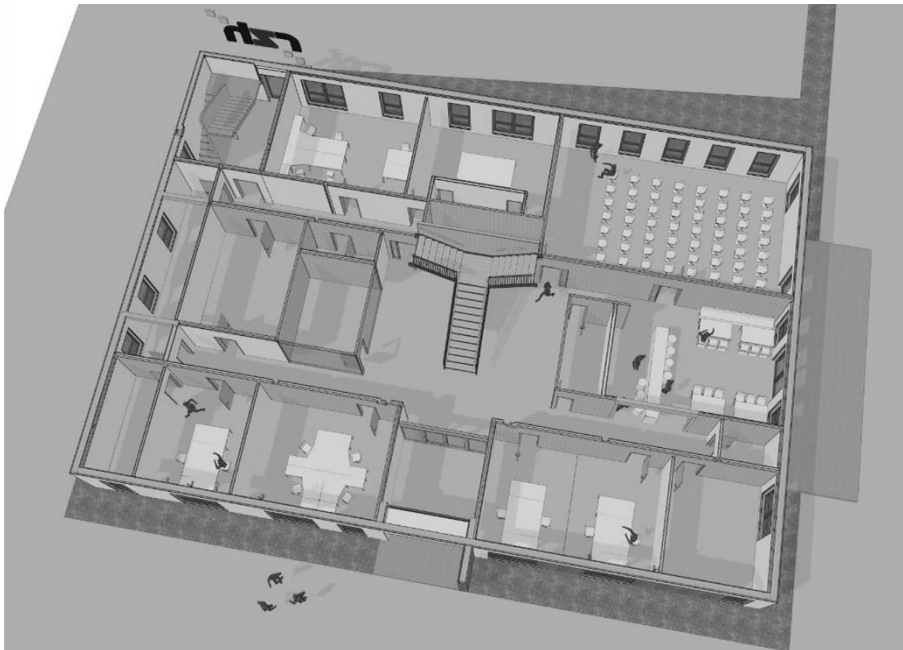


Abbildung 1: Erdgeschoss des Bürogebäudes



Abbildung 2: Obergeschoss des Bürogebäudes

Das zweigeschossige Gebäude wird durch eine zentrale Treppe erschlossen, welche die Geschosse direkt miteinander verbindet. Sämtliche Büros sind darüber hinaus über einen offenen Flur zugänglich, so dass sich über beide Geschosse ein einziger Brandabschnitt von 1.200 m² ergibt. Ein weiteres Treppenhaus und drei Balkone bilden den zusätzlichen Rettungsweg.

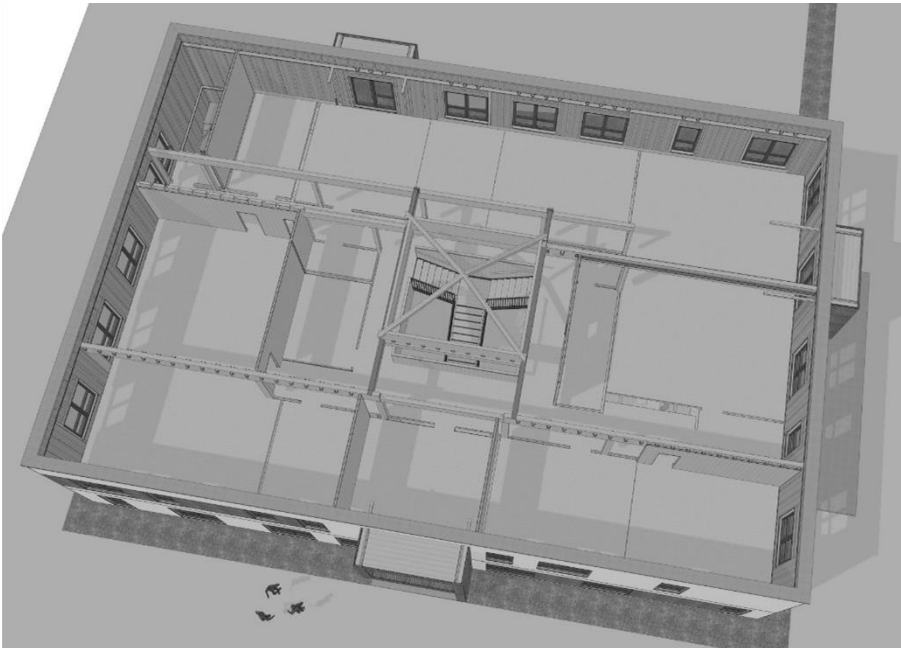


Abbildung 3: tragende Stützen, Unterzüge und Wände im Obergeschoss des Bürogebäudes

Damit sich die Räume auch zukünftig flexibel den Anforderungen des Unternehmens anpassen können, wurden nur wenige tragende Wände angeordnet.



Abbildung 4: Flexibilität in der Innenraumgestaltung durch wenige Tragelemente

Das Gebäude wurde als Effizienzhaus 55 erstellt. Neben einer Luft-Wasser-Wärmepumpe wurde auf dem Dach eine Photovoltaik-Anlage installiert. So deckt das Unternehmen den Strombedarf der Arbeitsplätze, Server und Beleuchtung größtenteils durch selbstproduzierten Strom. Für den Fuhrpark stehen Elektro-Tankstellen zur Verfügung.

2. Die Umsetzung

Nachdem die Architektin Susanne Göbl die Anforderungen und Wünsche des Bauherrn in Form erster Entwurfsskizzen fixiert hatte, begann bereits die Zusammenarbeit mit dem Tragwerksplaner. Schnell war ersichtlich, dass der architektonische Entwurf und das energetische Konzept besonders gut in Holzbauweise umgesetzt werden konnten. Der Holzbau ermöglicht trotz hoher Dachlasten (Traglastreserven für ein Gründach sowie die Photovoltaik-Anlage), die offenen Flurbereiche und die zentrale Treppe stützenfrei auszuführen. Die energetisch optimierte Gebäudehülle konnte in Holztafelbauweise mit geringen Wandstärken realisiert werden, so dass sich bei gleichen Außenabmessungen ein Nutzflächenvorteil ergab. Das gute Raumklima und die hervorragende Raumakustik sind weitere wichtige Pluspunkte für den Holzbau. Die Architektin, die viele Jahre im Massivbau tätig war, hatte 2013 mit dem Bau eines Kindergartens erste Erfahrungen in der Holzbauweise gesammelt und die Vorteile des modernen Holzbaus schätzen gelernt. Lediglich das Brandschutzkonzept stellte eine gewisse Herausforderung dar. Aufgrund des großen Brandabschnittes (1.200 m²) wurde im ersten Brandschutzkonzept für die Decken ein nichtbrennbarer Baustoff (A-Baustoff) gefordert. Durch die Berechnung der möglichen Feuerwiderstandsdauer des Baustoffes Holz über die Abbrandrate konnten die notwendigen Nachweise erbracht werden, so dass auch hier eine Ausführung in Holzbauweise möglich war.

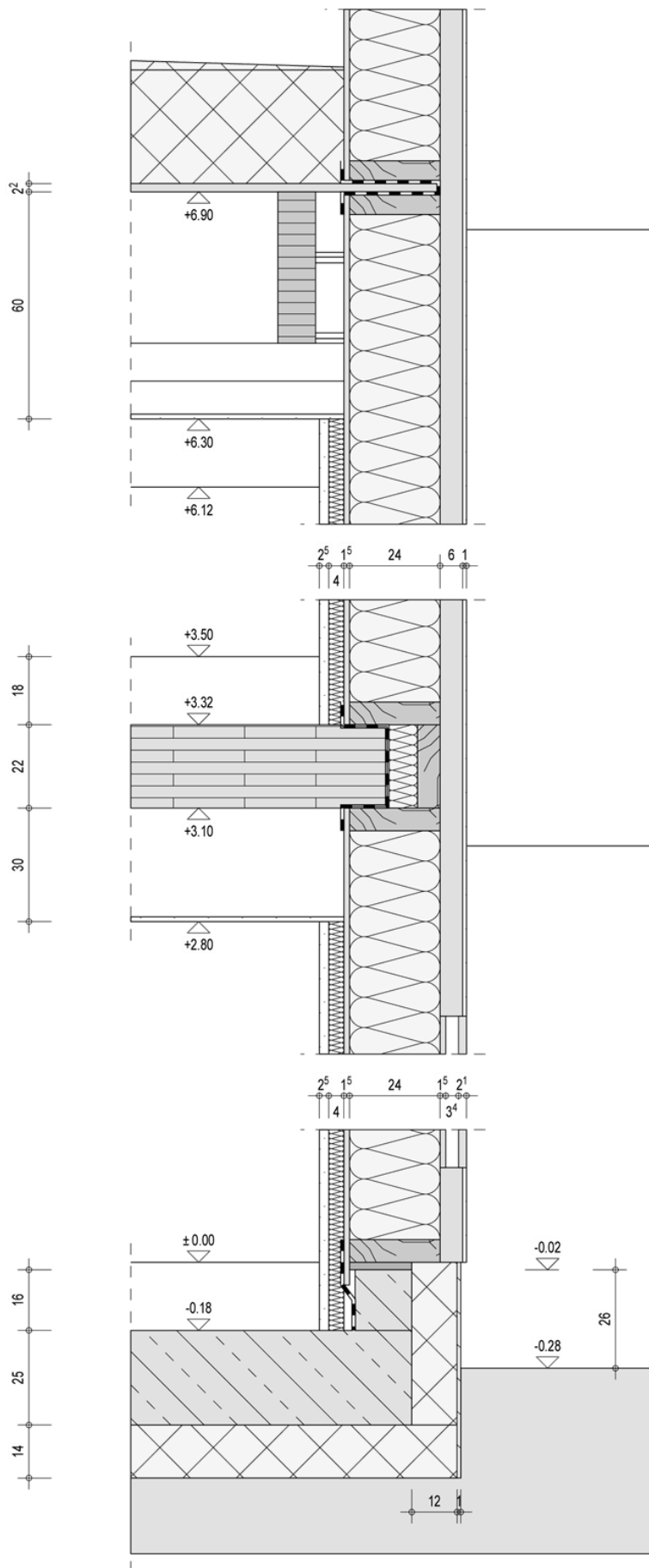


Abbildung 5: Fassadenschnitt (Stand: Genehmigungsplanung, Details wurden in der Werkplanung geringfügig angepasst)

3. Optimierung durch frühe Zusammenarbeit

Die frühe Zusammenarbeit ermöglichte der Architektin größere Gestaltungsmöglichkeiten und führte zu materialgerechten Vereinfachungen der Konstruktion. Sichtbare Bauteile wurden im Vorfeld abgestimmt und als Gestaltungselement integriert. Die Zusammenführung des architektonischen Entwurfs und des Tragwerkskonzeptes in einem Modell führten zur Verbesserung des Entwurfs, da im Modell Kollisionen visualisiert werden konnten. Daraus resultierte ein harmonisches Zusammenspiel zwischen Architektur und Tragwerk.

Kurze Planungs- und Ausführungszeiten ermöglichten eine schnelle Realisierung des Projektes. Das Geheimnis der Zeitersparnis lag in:

- der frühzeitigen engen Zusammenarbeit zwischen Architektin und Tragwerksplaner
- der Planung des Tragwerks (Konstruktion und Statik), des Schall- und Wärmeschutzes sowie des konstruktiven Brandschutzes aus einer Hand
- der Ausführungs- und Werkplanung bis hin zur Maschinenansteuerung über ein 3D-Modell
- der frühzeitigen Berücksichtigung und Integration von Rückmeldungen durch ausführende Firmen

Bereits die ersten Architekturzeichnungen wurden im 3D-Modell visualisiert. Tragwerkskonzepte wurden im Modell dargestellt und mit dem architektonischen Entwurf abgestimmt.

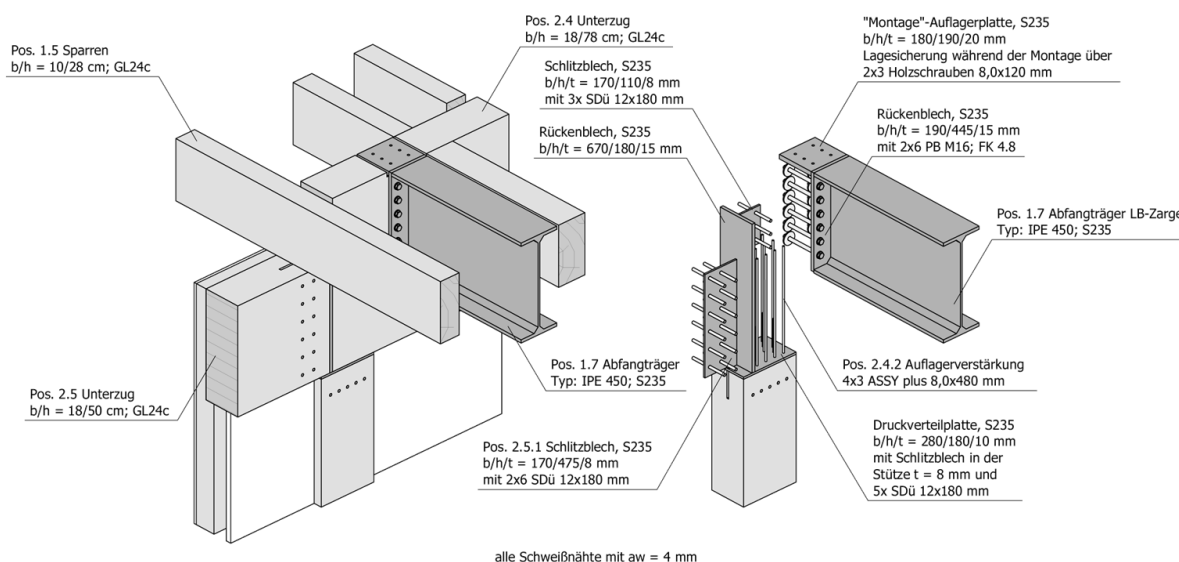


Abbildung 6: Auflagerdetail von Unterzügen und Abfangträgern auf einer Stütze. Visuelle Abstimmung teils sichtbarer Details bereits in der Genehmigungsplanung

Anhand folgender Übersicht können die Planungs- und Montagezeiten nachvollzogen werden:

- 09.06.2016 Einreichen des Bauantrags
- 31.10.2016 Vorläufige Baugenehmigung
- 16.11.2016 Einrichten der Baustelle & Abräumen der Geländeoberfläche
- 15.02.2017 Betonage der Bodenplatte
- 06.03.2017 Anbringen der Richtschwellen
- 17.03.2017 Fertigstellung des Rohbaus incl. Notabdichtung (10 Werktage)
- 24.03.2017 Richtfest
- 27.03.2017 Beginn des Innenausbaus: Heizung/Sanitär und Elektroarbeiten
- 12.04.2017 Einbau der Fenster
- 24.04.2017 Einbringen des Sichtestrichs
- 14.07.2017 Einzug des Büros

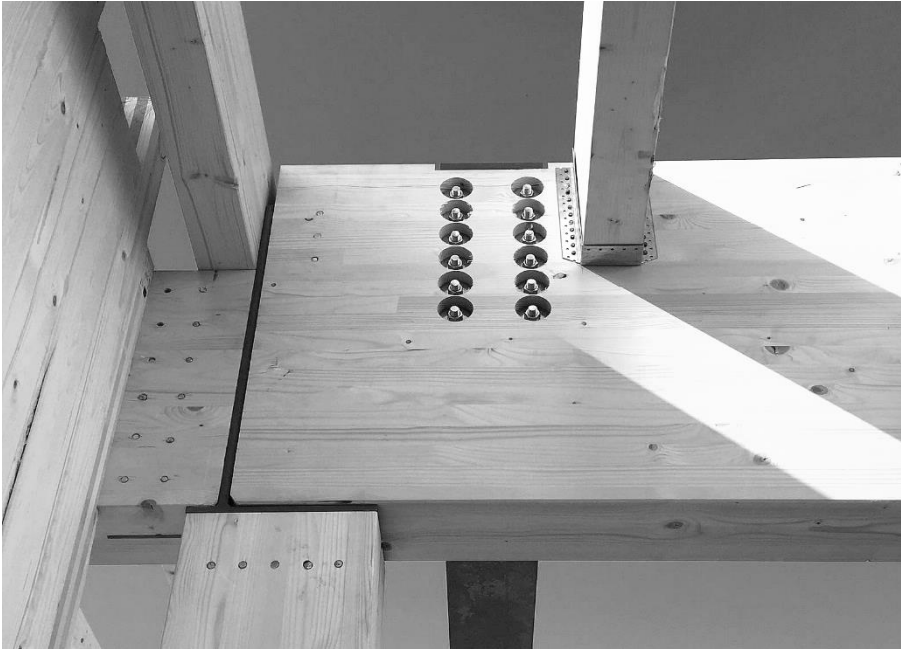


Abbildung 7: Auflagerdetail gemäß zuvor dargestellter CAD-Zeichnung nach der Montage

4. Durchgängige Planung bis auf die Werkbank

Die Anforderungen aus der Architektur, Statik, dem Schall- und Wärmeschutz sowie dem konstruktiven Brandschutz und des Erdbebennachweises flossen in einem 3D-Modell zusammen. Weiterhin erfolgte die Werkplanung ebenfalls im Ingenieurbüro inkl. der zugehörigen Pläne, Listen und Maschinenabbunddaten. Damit wurden Maß- und Materialkonflikte in der Konstruktion ausgeschlossen. Die Genauigkeit der Werkplanung führte auch zu einer Reduzierung des Aufwandes in der Ausführungsplanung der Architektin. Aufgrund der Materiallisten und Einzelbauteilzeichnungen standen der Architektin für die Vergabe und Abrechnung sämtliche Massenangaben aus dem Tragwerk zur Verfügung. Die präzisen Vorgaben bei den Massen und Ausführungsdetails sicherten die Arbeiten des ausführenden Zimmermanns und der Folgegewerke ab.

Die Materialdisposition des Zimmermanns wurde deutlich erleichtert, da lediglich die Einzelbauteilzeichnungen und Materiallisten zur Herstellung von Brettsperrholz- und Brettchichtholzbauteilen an die Hersteller versandt werden mussten. Brettsperrholzbauteile wurden anhand der Maschinenabbunddaten im Werk des Herstellers gefertigt und direkt zur Baustelle gebracht, während der Zimmermann die Holztafelbauwände in seinen Werkhallen vorfertigte. Ebenso wurden die Stahlbauteile über die Zeichnungen und Listen direkt beim Schlosser bestellt, Stahlanbauteile in der Werkhalle angebaut oder vor Ort montiert. Durch die hohe Vorfertigung konnten die Montagezeiten von der OK-Bodenplatte bis zur Fertigstellung der Notabdichtung auf dem Flachdach binnen 10 Werktagen realisiert werden.

Auf der nachfolgenden Abbildung ist exemplarisch die Einzelbauteilzeichnung einer Außenwand zu sehen. Links oben ist das Riegelwerk dargestellt, links unten die innere Beplankung mit OSB-Platten (Installationsebenen wurden auf der Baustelle durch den Trockenbauer erstellt), rechts oben ist die Außenseite mit Putzträgerplatten bzw. DWD-Platten zu erkennen. Weiterhin sind die Materiallisten dieser Wandtafel sowie die Lage der Wand im Bauwerk abgebildet. Zur besseren Übersicht sind die Details des Raffstorekastens und das Sockels auf dem Plan der Außenwand ebenfalls dargestellt.

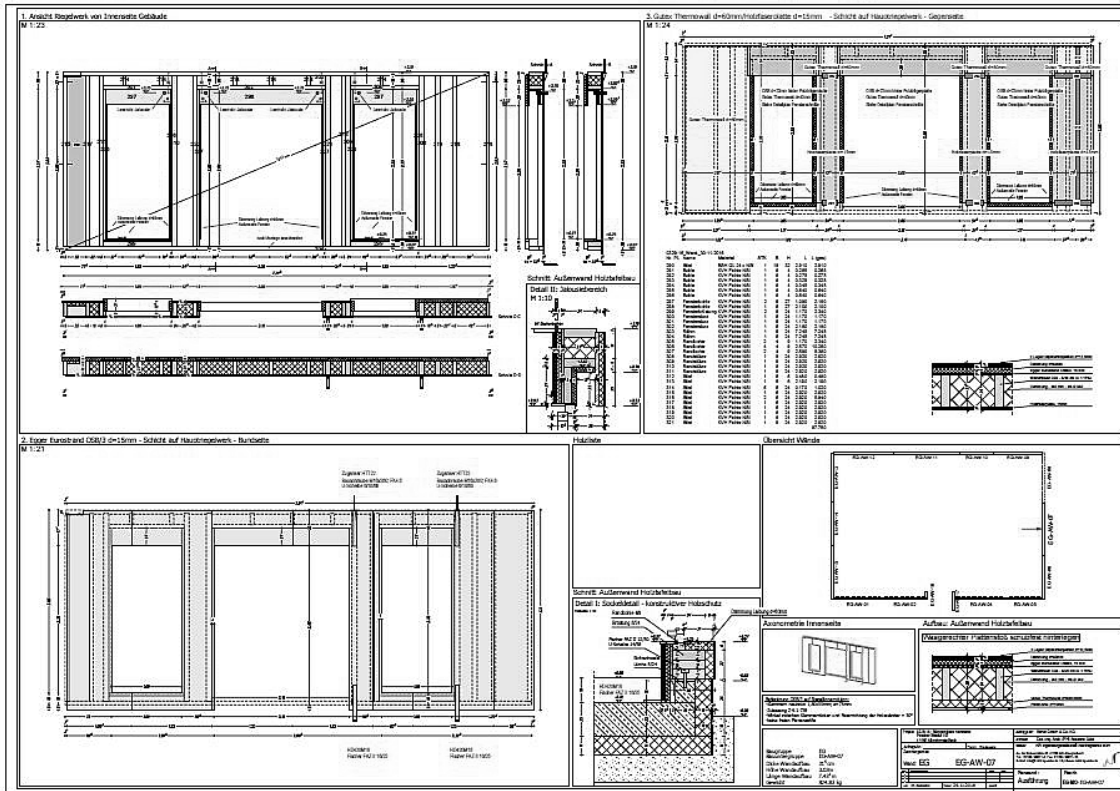


Abbildung 8: Einzelbauteilzeichnung einer Außenwand

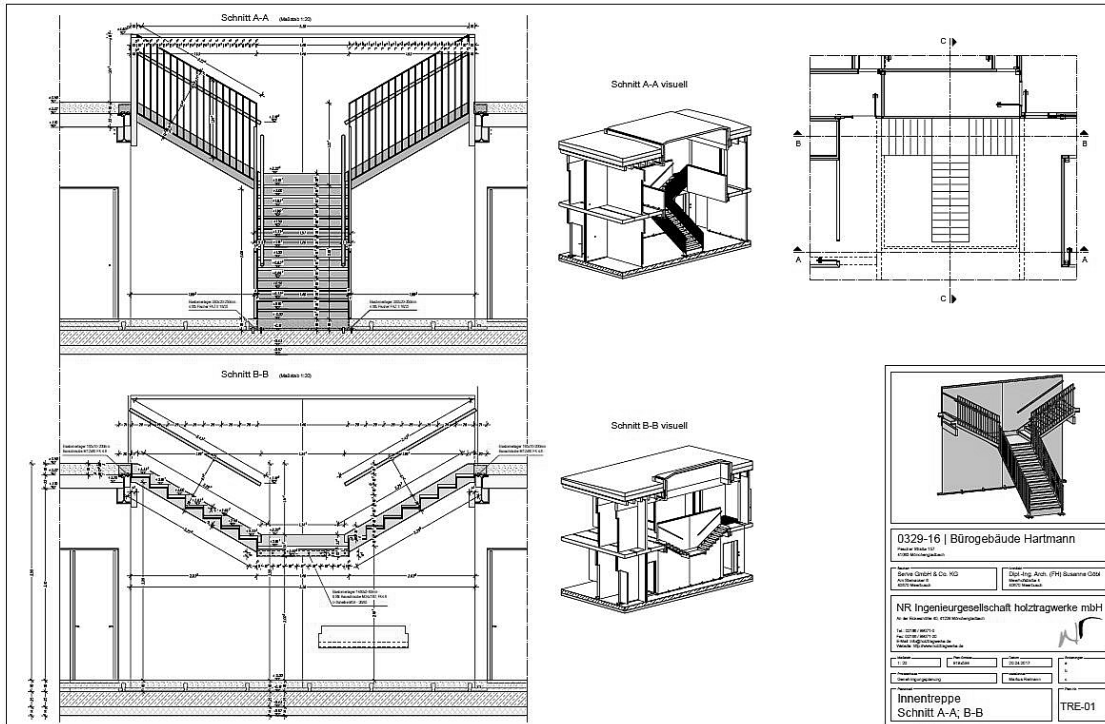


Abbildung 9: Detailzeichnung der Stahlterppe

5. Die Montage

Die Montage der Außenwände erfolgte auf bereits ausgerichteteten und verdübelten Richtschwellen.



Abbildung 10: Montage der Außenwände

Im Anschluss wurden die tragenden Brettsperrholz-Innenwände verbaut und die BSP-Decken aufgelegt. Die Decke über dem Schulungsraum wurde als tragende Decke mit fertiger Akustikoberfläche ausgeführt.



Abbildung 11: Montage der BSP-Decken



Abbildung 12: Montage der Obergeschosswände



Abbildung 13: Obergeschoss des Bürogebäudes während der Montage



Abbildung 14: Einbau der vorgefertigten Balkone in die Außenwände des Obergeschosses

Die Balkone wurden komplett vorgefertigt und in einem Stück montiert.

Die Splittschüttung zur Verbesserung des Schallschutzes der Decken wurde bereits vor Montage des Daches im Obergeschoss positioniert.



Abbildung 15: Montage der Überzüge



Abbildung 16: Einbau der Stb.-Fertigteiltreppen

Sämtliche Bauteile wurden vorgefertigt. Die Stahlbeton-Fertigteiltreppen bildeten hier keine Ausnahme. Diese wurden inkl. der Tronsolen zur Schallentkopplung in Sichtbeton-Oberfläche erstellt. Die Transportanker wurden so positioniert, dass diese einfach mit Edelstahlkappen geschlossen werden konnten.

Die Stahltreppe im Innenraum wurde ebenfalls im Zuge der Werkplanung geplant und passgenau vorgefertigt.



Abbildung 17: Aufbringen der Beplankung (Dachtafel)



Abbildung 18: Verlegung der Notabdichtung und Anbringen der Attika



Abbildung 19: Innentreppe und Lichtkuppel nach Fertigstellung

6. Fazit und Ausblick

Das vorgestellte Bürohaus lässt sich mit geringfügigen Änderungen auch als drei- oder viergeschossiges Gebäude ausführen. Derzeit scheitert die Realisierung größerer Projekte in NRW vorrangig am Brandschutz. Die Bemessung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer ist dabei problemlos möglich. Leider werden in der derzeitigen Landesbauordnung in NRW bei höheren Gebäuden noch A-Baustoffe gefordert. Diese Forderung wird sich mit der Novellierung der Landesbauordnung ändern.

Gebäude geringer Höhe können jedoch schon heute das Potenzial des Holzbaus in NRW zeigen. Neben der Präzision und der hohen Vorfertigung einhergehend mit minimalen Bauzeiten werden die Wärmeschutzanforderungen mit Leichtigkeit erfüllt. Auch die Anforderungen an den Schallschutz trennender Bauteile und gegen Außenlärm sind einfach realisierbar. Die Erstellung der Planungsleistung bis zur Werkplanung im Ingenieurbüro setzt präzises Planen voraus, bietet jedoch immense Vorteile für den gesamten Bauprozess. Planungsbüros, welche häufiger im Holzbau tätig sind, sollten frühzeitig im Planungsprozess beraten und die Planungskette bis zur Arbeitsvorbereitung des Zimmermanns (Werkplanung inkl. Maschinenansteuerung) anbieten.

In kaum einer anderen Bauweise ist es möglich, den Rohbau für ein derartiges Gebäude innerhalb von 10 Werktagen zu errichten. Die schnelle Bauweise kommt dem Holzbau auch aus Gründen des konstruktiven Holzschutzes äußerst entgegen, da eine über einen längeren Zeitraum andauernde Witterung ausgeschlossen werden kann.

Die zu erwartende Zeit- und damit Kostenersparnis und die hohe Qualität des modernen Holzbaus machen diese Bauweise äußerst interessant und attraktiv für jeden Bauherrn.

Wohnen Planen Produzieren: Neubau FachWerk Beer Holzbau AG

Heinz Beer
Beer Holzbau AG
Ostermundigen, Schweiz



Wohnen Planen Produzieren: Neubau FachWerk Beer Holzbau AG

1. Firma

1.1. Firmen

Holzbaubetrieb:

Beer Holzbau AG (1999)

60 Mitarbeiter (1/3 im Büro)

12 Lehrlinge

Generalunternehmung:

Beer Holzhaus AG (2009)

5 Mitarbeiter

Kernkompetenzen:

Wohnungsbau

Kindergärten und Schulen

Gewerbebauten

Energieeffizientes Bauen



EFH Berchtold, Termen



MFH Oberfeld, Ostermundigen



Kletterhalle, Ostermundigen

1.2. Firmenwachstum

In 15 Jahren von 4 auf 60 Mitarbeiter



Beer Holzbau September 2002



Beer Holzbau September 2015

2. Ausgangssituation

2.1. Familienbetrieb

Firmen 100% in Familienbesitz, Eltern und Kinder arbeiten zurzeit der Realisierung alle im Betrieb



Elisabeth Beer



Stefan Beer



Corinne Beer

2.2. Nachfolgeregelung

Kinder in Branche, mit Interesse an der Weiterführung des Geschäftes

2.3. Verwaltungsrat / Geschäftsleitung

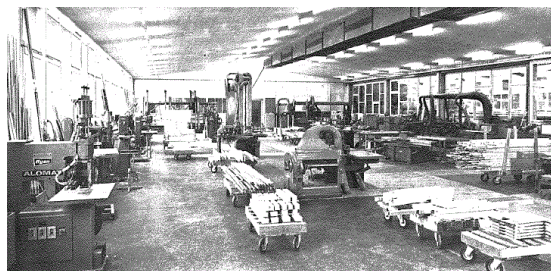
Standort Ostermundigen wird beibehalten.
Entscheid für Neubau wird gefällt.



Geschäftsleitung: Heinz Beer, Stefan Bachmann, Mario Jost

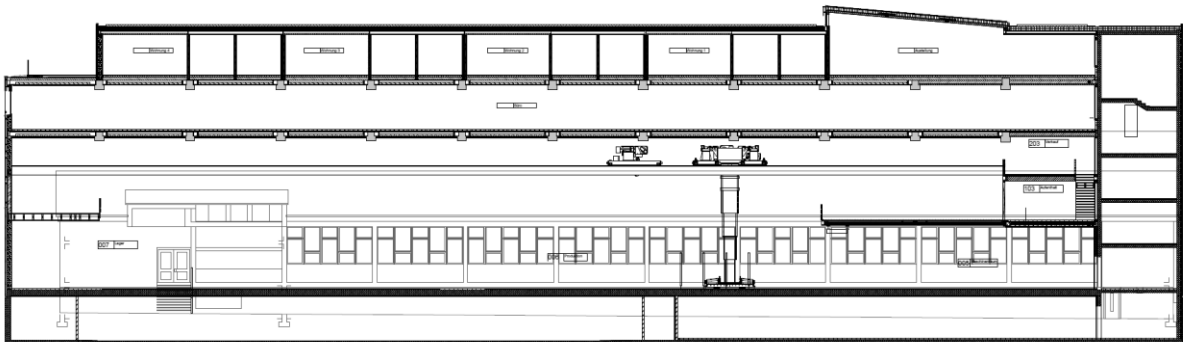
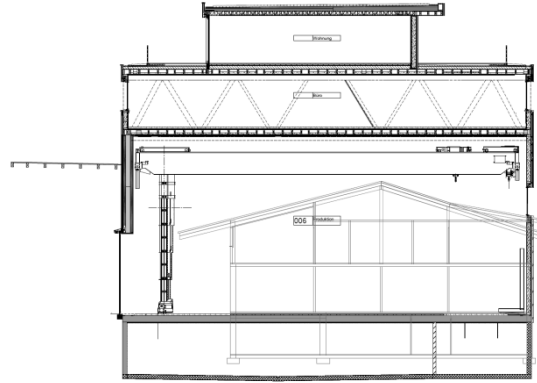
2.4. Gebäude

- Im Jahre 1969 als Schreinerei erbaut
- Unterkellerung nur für Heizung und unter Büroräumen
- Begrenzte Kran Last und Hakenhöhe in Produktion
- Ab 1999 gemietet
- Im Jahre 2003 erworben

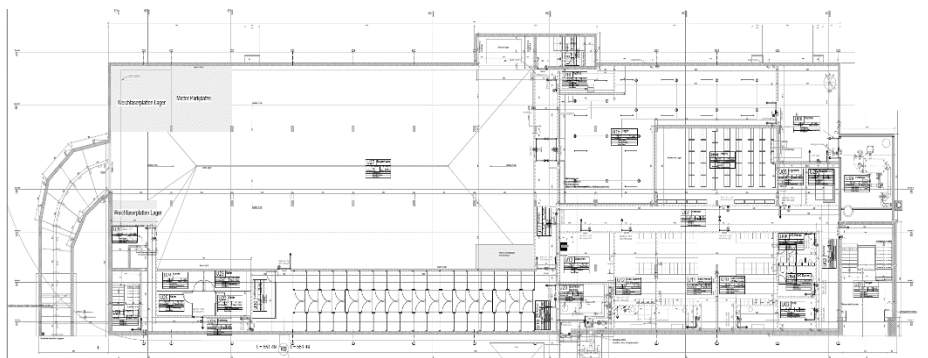


3. Ziele

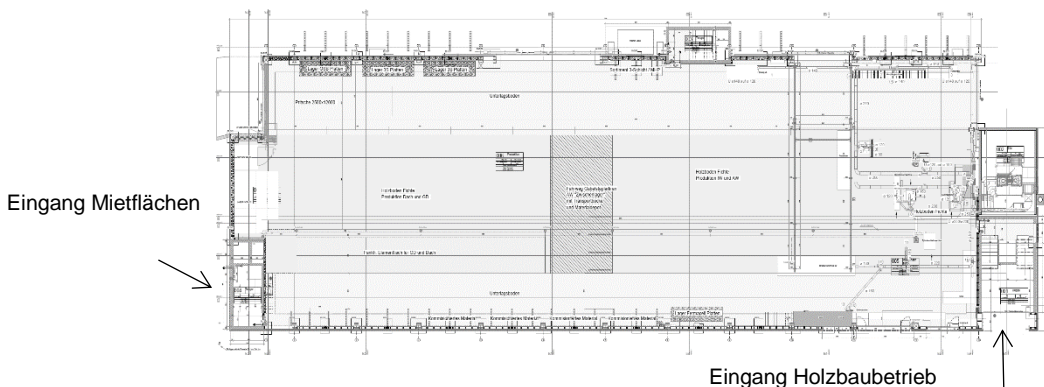
- Raumplanungsstrategie 1:1 umsetzen
- Kernzone verdichten und aufstocken
- Bruttogeschossfläche wird verdreifacht von 2000 m² auf 6000 m²
- Verantwortung wird von Firma wahrgenommen – Gebäude wird zurückgebaut, entsorgt und am gleichen Standort wiederaufgebaut, es wird kein zusätzliches Kulturland auf der grünen Wiese verbaut



- Gesamtes Gebäude unterkellert mit Einstellhalle – spätere Umnutzung zu einem Gewerbehaus wäre möglich
- Holzbaubetrieb und Mietflächen sollen sich nicht in die Quere kommen – 2 separate Eingänge mit je einem Lift
- Arbeiten und Wohnen unter einem Dach / attraktive, äusserst grosszügige Attikawohnungen mit geschickter Raumaufteilung und je 2 Balkone



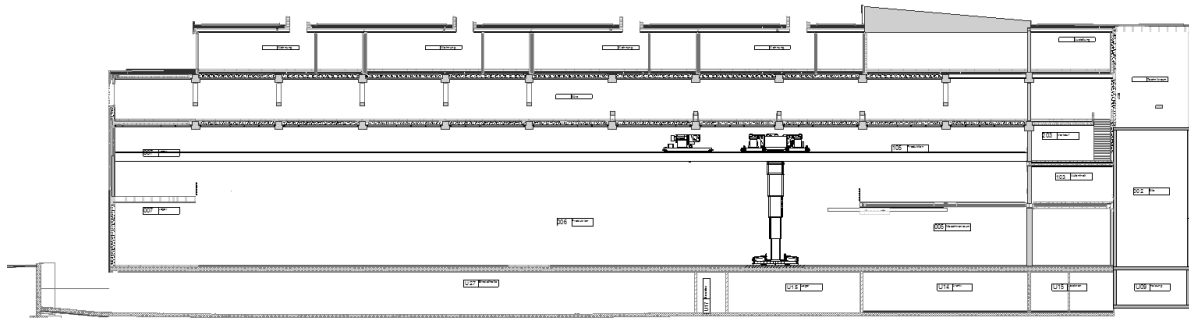
Grundriss UG: Einstellhalle, Archive, Lager, Garderobe



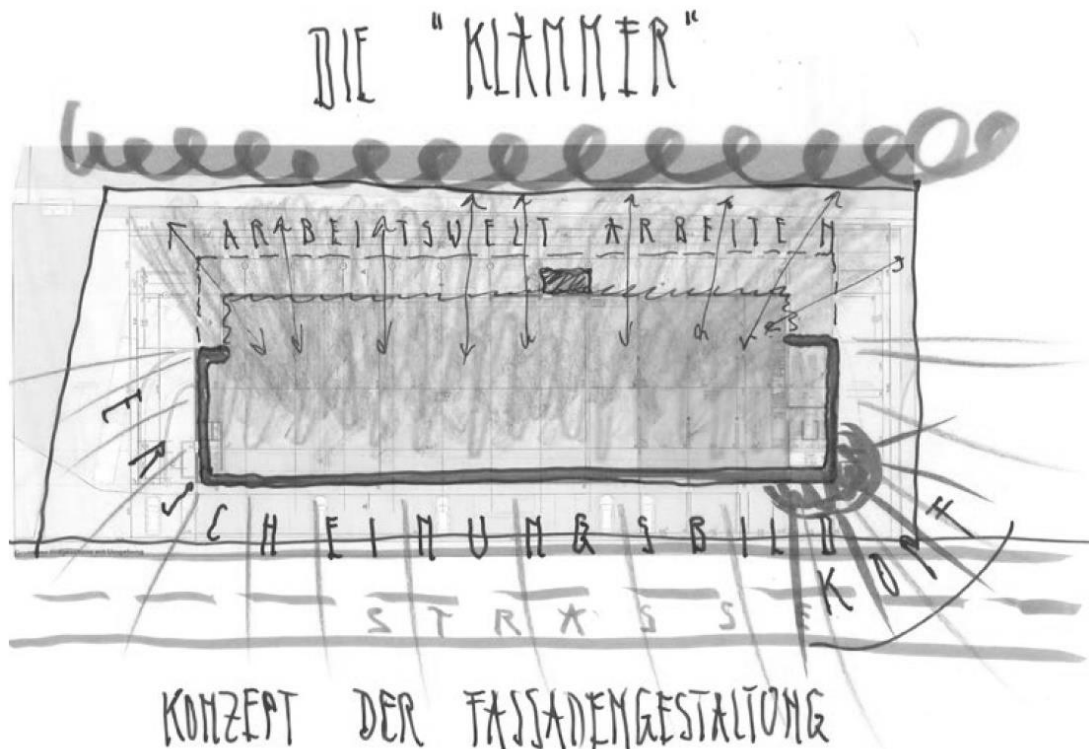
4. Planung

4.1. Konzept vom Gebäude

- 4. OG: 4 Wohnungen / Eventraum
- 3. OG: Büroflächen
- 2. OG: Ausstellung und Verkauf mit Blick in Produktion
- 1. OG: Aufenthaltsraum / Galerie für Vorfertigung Module
- EG: Produktion und Maschinenraum
- UG: Einstellhalle, Lager, Garderoben, Technik



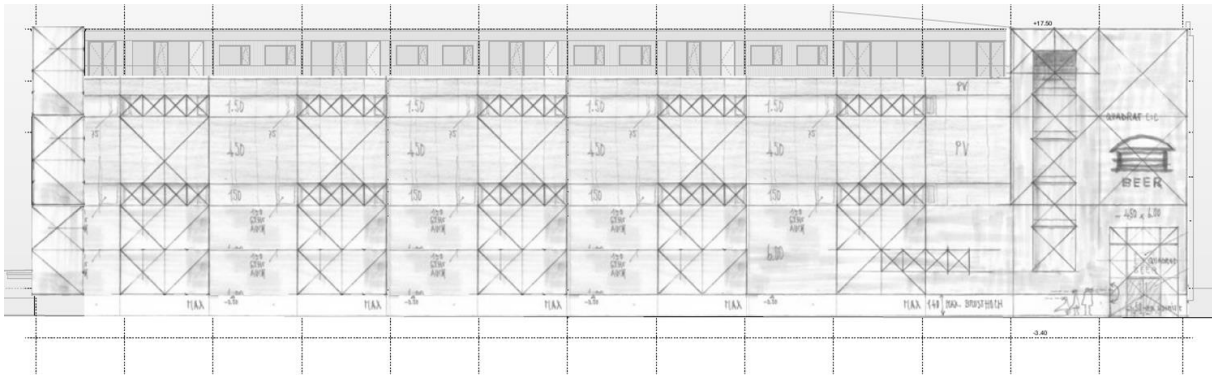
- 3-seitig gegen das Wohngebiet geschlossen und repräsentativ
- Fassade gegen Wald industriell, Arbeitswelt
- Produktionsbetrieb mit zwei 10 Tonnen Krane im gleichen Gebäude mit Attika
Wohnungen im gehobenen Standard – Bürogeschoss wird dazwischen geschoben als Schallpuffer
- Gesamtstabilisierung über 3 Treppenhäuser in Stahlbeton, gleichzeitig als
- Fluchtwege



hb architekten - Skizzen

4.2. Fassaden

Fassadengestaltung in harmonischen Formen



Fassadenstudie Ostfassade

das geometrische Mass ist die 6er Ordnung (600 - 300 - 150 - 75 - 35.5)

- Das Gebäude ist auf einem 6 m Raster aufgebaut. Diesen Rythmus auch in der Fassade und in den Höhen der Fenster und den Teilungen zu übernehmen, ist konsequent. So ergibt sich ein harmonisches Ganzes.
- 6 Meter Holz unten ist zwingend notwendig: Der Holzteil der Fassade soll das Obere **tragen** und ihm Halt geben, wie ein Fundament. "Das Schiff" soll in Leichtigkeit schwimmen, und nicht zu tief im Wasser liegen, wie wenn es eine zu schweren Last trüge. Dies ist eine wichtige gestalterische Aussage, die das Image der Firma prägt.

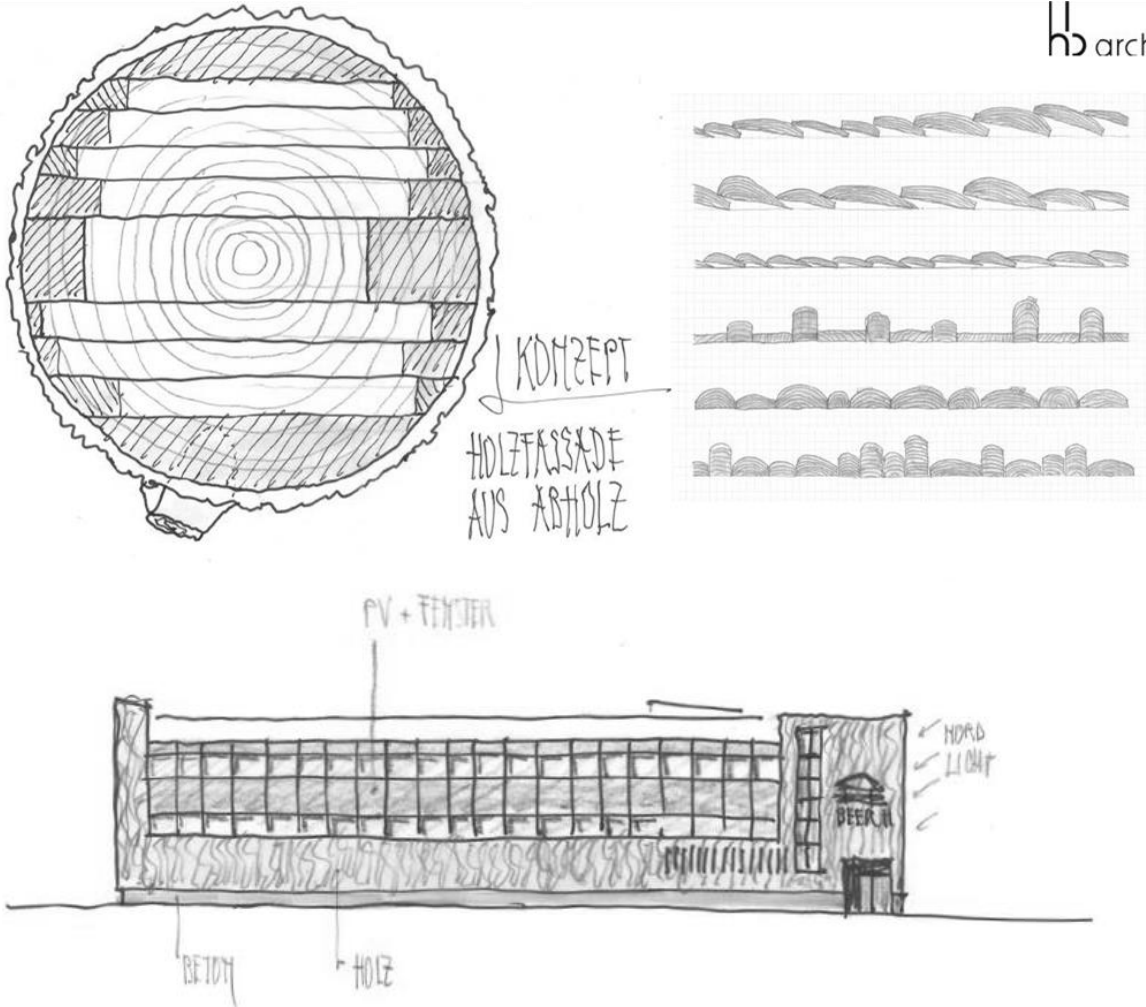
hb architekten - Skizzen

- 3-seitig gegen das Wohngebiet geschlossen und repräsentativ: Fotovoltaik und Schwartenschalung
- Fassade gegen Wald industriell, Arbeitswelt: Seitenware überfältzt mit Fugen
- Fassade unbehandelte Fichte / Tanne



Vereinen von Rustikale in Holz und Moderne mit Fotovoltaik

hb archi



Fassade mit Schwartenschalung

4.3. Schweizerholz

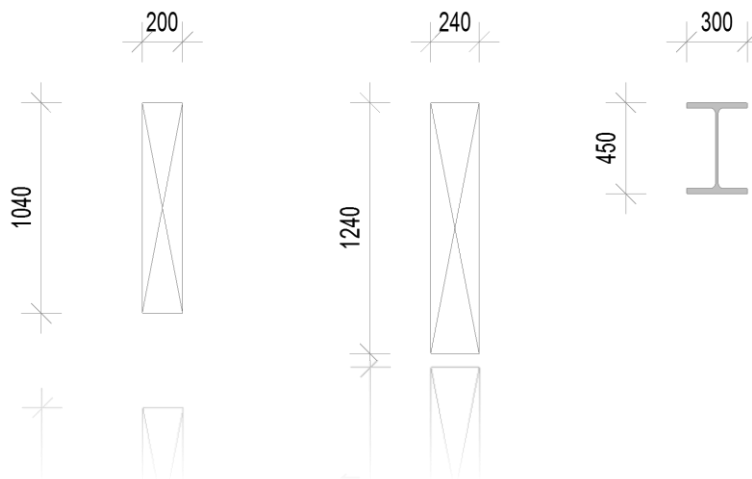
- eigener Holzschlag 500 fm
- ½ Mondholz für Beobachtung Langzeiterfahrung in Anwendung in Fassade
- maximale Ausnutzung
- 1615m³ verbautes Holz
- 81.5% Schweizer Holz

4.4. Schallschutz

- Gebäudehülle inkl. Fenster erhöhte Schalldämmanforderungen zu Gewerbe-Wohnzohne
- Geschossdecken mit Kalksplittfüllungen und Unterlagboden in Büro und Wohnungen
- Vollgedeckte Kranbahn mit Stahlfedern, Ausführung als Unikat
 - Reduktion des Körperschalls um ca. 10 dB
 - 3 dB entspricht in etwa einer Halbierung der Schallwahrnehmung
 - Vorgespannte Stahlfedern
 - Buche überträgt Erschütterungen in anderen Frequenzen als Stahl.

4.5. Statik

- Kranbahn aus Baubuche
- Führung für Kranrollen mit Flacheisen und Vierkantstahl
- Max. Last auf Torsturz 26T.



Kranbahn aus Baubuche

- 1 Stck Zweiträger – Stapelkran 3.5t mit zusätzlicher Katze 10t für Pritschenverlad
Einsparung von ca. 250 m² Staplergassen
- 1 Stck Einträger – Winkelkatzenkran 10t für Produktion und Pritschenverlad
- Tandemüberwachung für Koppelbetrieb der beiden Krane
- Vakumheber für beide Krane

4.6. Raumakustik

- Absorbierende Decken in:
- Aufenthaltsräumen
- Produktion
- Büros
- Wohnungen
- Lignotrend in verschiedene Optiken und Qualitäten
- Eigenproduktion in Produktion und Betrieb Büros



Eigenproduktion in Büro

4.7. Statik

- Eisenarmierte Buchenstützen als Forschungsprojekt
- Last pro Stütze: 124 T.
- Länge 10m
- Exzentrische Last durch Kragarmkonsolen



4.8. Eingeleimte Gewindestangen

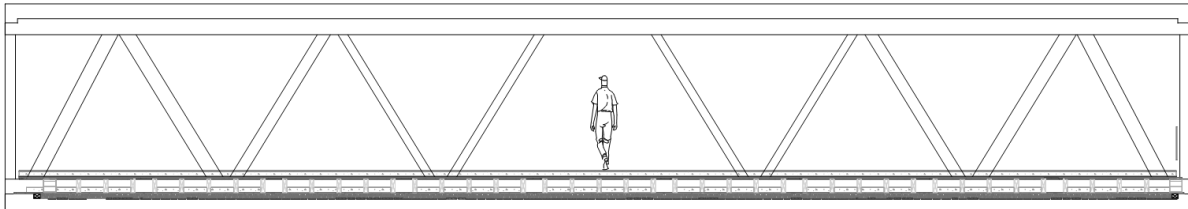
- 4 Stück auf ganze Stützenhöhe
- Am Boden zusätzliche Stangen für Einspannung
- Grundplatte für Bauschweissung als eingespannte Stütze

4.9. Schweissgründe in Betondecke

- Scheissgrund für eingespannte Stütze
- Eingemessen mit Tachimeter
- Auf untere Betonschalung abgestellt zur Gewährleistung der Masshaltigkeit

4.10. Statik

Aufgelöstes Fachwerk als Trapez in Fachwerkmittle als Durchgang

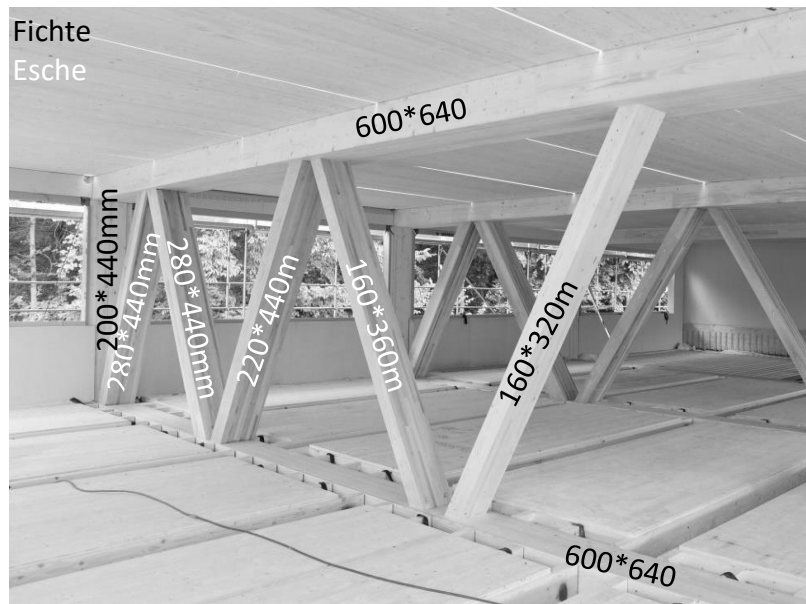


4.11. Kostenoptimierung

- Fachwerkträger:
- Gurten aus Fichtenholz
- Stäbe grösstenteils aus
- Eschenholz

4.12. Kosteneinsparung

- weniger Holz
- weniger GSA Anker



4.13. Fachwerkträger

Bürogeschoss im Fachwerkträger
 → Gewinn von 1600 m² Fläche

4.14. Minergie-P

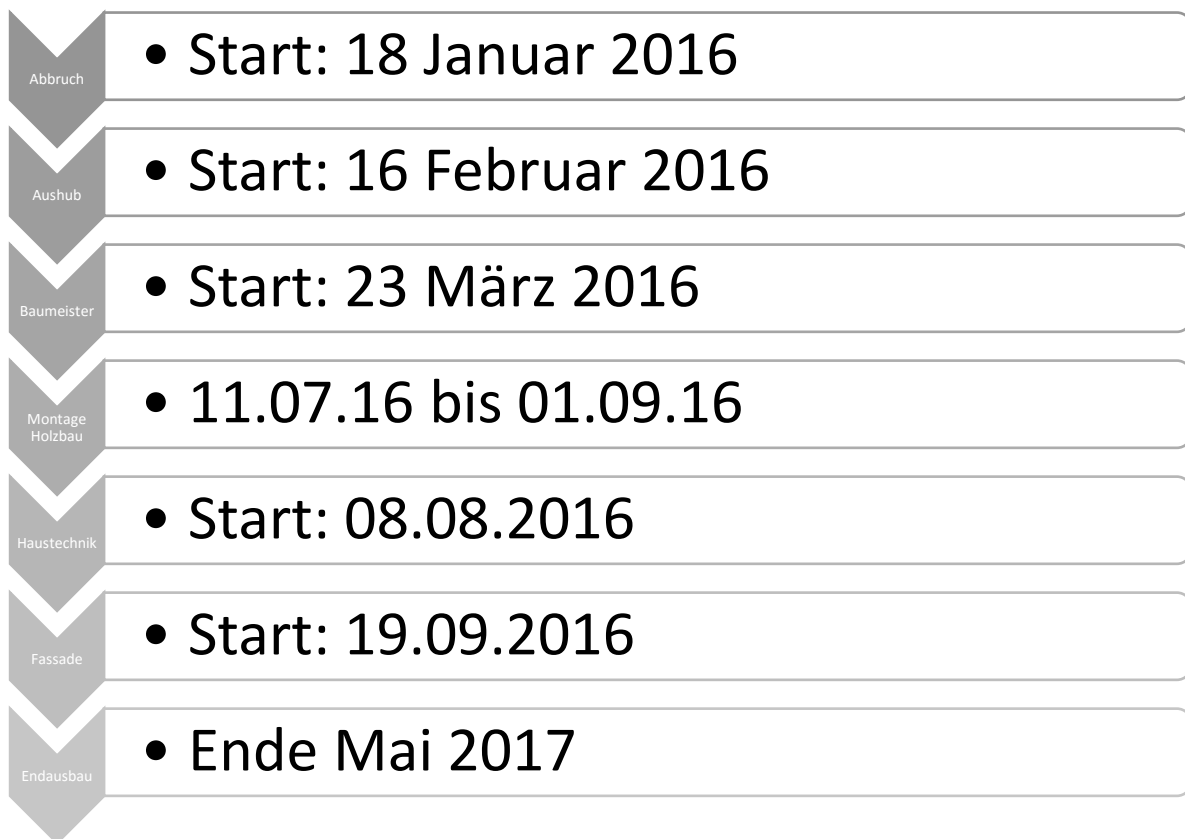
- energetisch idealstes Gebäude
- U - wert: 0.15 – 0.18 W/m²K

4.15. Fotovoltaik

- für Eigenbedarf in Fassade eingebaut
- auf Dach vorbereitet für späteres Nachrüsten
- Modernste Steuerung – z.B. schaltet Warmwasseraufbereitung am Tag ein, wenn Stromüberschuss aus eigener Produktion, Elektrostapler werden am Wochenende aufgeladen



5. Realisierung



6. Resultat «FachWerk»

FachWerk – Raum für Mehr

- Einstellhalle mit 26 Parkplätzen, Kellerabteile für Wohnungsmieter, Garderoben für Mitarbeiter und Lager für Werkzeug und Hilfsmaterial von Holzbaubetrieb, Holzschnitzelheizung, Haustechnik, Sprinkleranlage
- Holzbaubetrieb Beer Holzbau AG Produktion und Büro mit 60 Mitarbeiter
- Generalunternehmung Beer Holzhaus AG mit 5 Mitarbeiter
- Beratungsfirma PrivatPublicConsulting
- Ingenieurbüro für Energie- und Gebäudetechnik mit rund 20 Mitarbeiter
- 4 Wohnungen mit je 5 1/2 Zimmer im Attika mit je 156 m² Wohnfläche und 2 Balkonen mit 40 m², Südwohnung Balkon Süd 85 m²
- Eventraum mit rund 280 m² Platz für Veranstaltungen bis 240 Personen, eingerichtet mit Beamer, Audio, EDV Anschlüsse, Küche und Bar, WC inklusive IV WC sowie 56 m² Balkon und Loggia mit toller Aussicht in die Berner Alpen und in den Schosshaldewald. Raum ist geeignet für Verbandsanlässe, Vorstandssitzungen, Schulungen, Projektwochen, Delegierten- und Generalversammlungen, Familienfeste, Ausstellungen, LAN Party's, Apèros, Geburtstagsfeier...

Kreative Ideen planvoll umsetzen – Die Werkstattplanung an Beispielen aus dem Büro- und Gewerbebau

Gerd Prause
Prause Holzbauplanung GmbH & Co. KG
Lindlar, Deutschland



Kreative Ideen planvoll umsetzen – Die Werkstattplanung an Beispielen aus dem Büro- und Gewerbebau

1. Kreative Ideen planvoll umsetzen

1.1. Bauen wird immer komplexer

Gerade im Baugewerbe stehen wir heute vor einem gewaltigen Wandel der Anforderungen: Bauen wird immer komplexer und anspruchsvoller. Sicher ist, dass in der Zukunft diese Komplexität noch weiter zunimmt. Es sind zum einen die gesteigerten Wünsche der Bauherren bezüglich Gestaltung, Qualität, Kosten und Geschwindigkeit der Realisierung. Zum anderen spielen Themen wie Energieeffizienz, Smart Home und Nachhaltigkeit eine immer wichtigere Rolle. Zuletzt tragen aber auch technische Innovationen in der Baubranche allgemein dazu bei, dass sich die Komplexität deutlich steigert.

In allen Industriebranchen ist eine stetige Zunahme fachlicher Spezifizierung zu beobachten, so auch im Baugewerbe. Die Prozesse werden komplexer und damit verknüpft auch das Wissen des Einzelnen spezifischer. Um zukünftig auch weiterhin Bauwerke erfolgreich zu planen, zu realisieren und zu betreiben, müssen intelligente Maßnahmen ergriffen werden.

Die Digitalisierung der Baubranche und der damit kombinierte Einsatz der Planungsmethode BIM ist hierfür der zu beschreitende Weg.

1.2. Das Vorgehen BIM

Mit Building Information Modeling – BIM – oder zu Deutsch «Bauwerksdatenmodellierung» wird eine Methode bezeichnet, die mit der Hilfe von Software die Optimierung der Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Bauwerken steuert. Alle relevanten Bauwerksdaten werden digital modelliert, kombiniert und erfasst.

In der klassischen Bauplanung entwickelt der Architekt einen Entwurf und erstellt Zeichnungen. Heutzutage arbeitet er dabei mit CAD-Systemen. Die Pläne werden Fachingenieuren, Brandschutzgutachtern und Behörden vorgelegt. Wird eine Änderung der Planung notwendig, müssen die Zeichnungen geändert werden, die Mengenermittlung muss angeglichen werden, die neuen Zeichnungen werden an alle Beteiligten verteilt. Diese gleichen die veränderten Zeichnungen mit ihren Fachplanungen ab. All das verursacht einen erheblichen Koordinierungs- und Arbeitsaufwand, der mit BIM deutlich verkürzt werden kann.

Mit BIM nimmt der Architekt und/oder Fachplaner Veränderungen an der Projektdatei, am digitalen Modell vor. Sowohl als Zeichnung als auch als Datenpaket sind diese Änderungen für alle Beteiligten unmittelbar verfügbar. So werden zum Beispiel Massen und Stückzahlen, die als Grundlage für die Kostenkalkulation dienen, automatisch abgeglichen.

Mit dem Vorgehen BIM erfolgt eine Koordination aller am Bau Beteiligten vom Entwurf bis zur Realisierung. Die Kommunikation wird durch den BIM-Koordinator und die Arbeit am gemeinsamen Datenmodell deutlich vereinfacht.

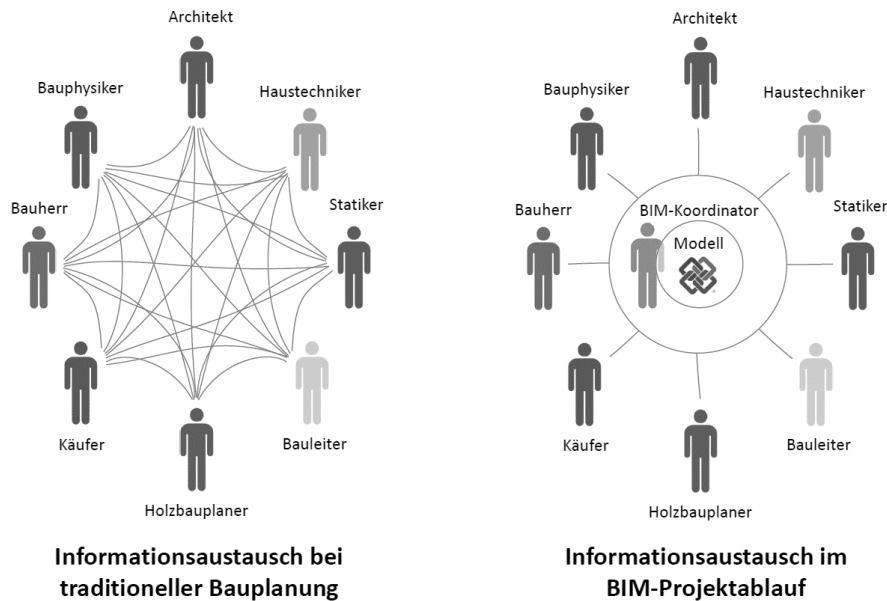


Abbildung 1: Vorteile in der Kommunikation durch den BIM-Projektablauf

1.3. Der Entwurf des Architekten ist nur der Start

Zu Beginn eines jeden Bauprojektes steht die kreative Idee des Bauherrn und des Architekten. Ist eine Realisierung in Holz geplant, kommen der Holzbauer und der Holzbauplaner hinzu. Dies betrifft heute nicht nur den privaten Hausbau, sondern auch den Büro- und Gewerbebau.

Gerade bei Holzbauten ist es ein wirtschaftliches Muss, bereits in der frühen Planungsphase einen Holzbaufachmann/Holzbauingenieur einzubinden. Geschieht dies nicht, ergeben sich später viele Änderungen aus den Zuschnitt-, Fertigungs-, Transport- und Montagebedingungen des beauftragten Holzbaubetriebes.

Mit der Einreichung des Bauantrages endet in vielen Fällen der Auftrag des Architekten. Allerdings ist es vom Entwurf des Architekten bis zum realisierten Bau noch ein weiter Weg. Gerade Holzbauten haben den entscheidenden Vorteil eines hohen Grades an Vorfertigung, damit muss die Detailtiefe der Planung umso exakter sein.

1.4. Vorfertigung braucht exzellente Werkstattplanung

Im Fokus dieser Betrachtung stehen die Menschen eines bestimmten Berufszweiges: Es sind die Arbeitsvorbereiter, Konstrukteure, Werkstattplaner, Holzbauplaner, BIM-Koordinatoren im Holzbau. Oft sind sie im beauftragten Holzbaubetrieb beschäftigt. Daneben gibt es immer mehr selbstständige Holzbauplanungsbüros, die die Werkstattplanung im Auftrag der Holzbaubetriebe durchführen.

Die Werkplanung wird von den Entwurfsverfassern (meistens den Architekten) erstellt. Die Werkstattplanung ist eine gewerkespezifische, auf Grundlage der Werkplanung fortgeführte Konzeption. In ihr wird alles im Detail geplant, wie es von den einzelnen Gewerken schließlich ausgeführt wird. Wegen des hohen Grads der Vorfertigung und des maschinellen Zuschnitts ist im Holzbau eine Werkstattplanung immer notwendig. Dabei richtet sich der Umfang der Werkstattplanung nach der Tiefe der Vorfertigung.

2. Beispiel Ausstellungs- und Bürogebäude

An zwei Büro- und Gewerbebauten wird im Folgenden die mögliche Vielfalt des Planungsprozesses aufgezeigt. Die Vorgaben für ein Ausstellungsgebäude der Firma Lang AG in Lindlar, Deutschlands führender Anbieter von Präsentationstechnik, wurden analog auf Papier vom Architekten erstellt. Auch die Statik war handgeschrieben.

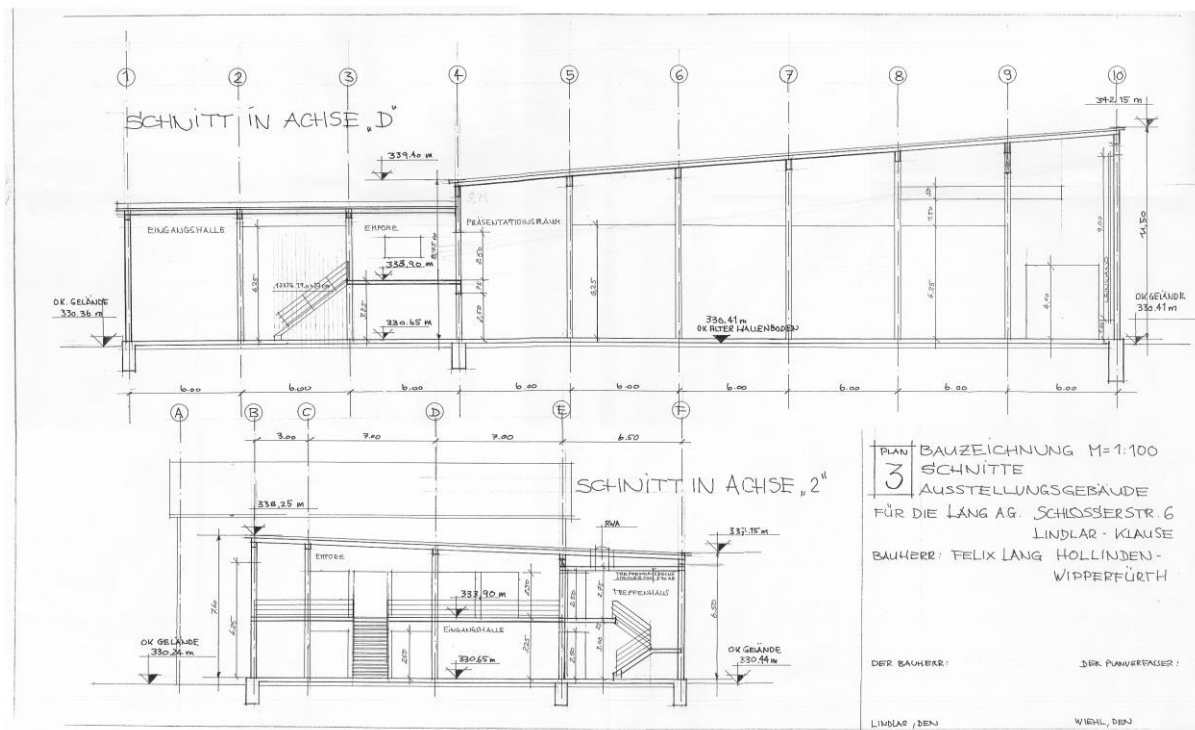


Abbildung 2: Papierpläne Architekt K. Eisenach, Wiehl

Prause Holzbauplanung arbeitet seit über 25 Jahren digital. Der Kern ihrer Arbeit an dem vorgestellten Projekt war die Umsetzung der Papierpläne, der Statik und weiterer analoger Informationen in ein digitales Modell.

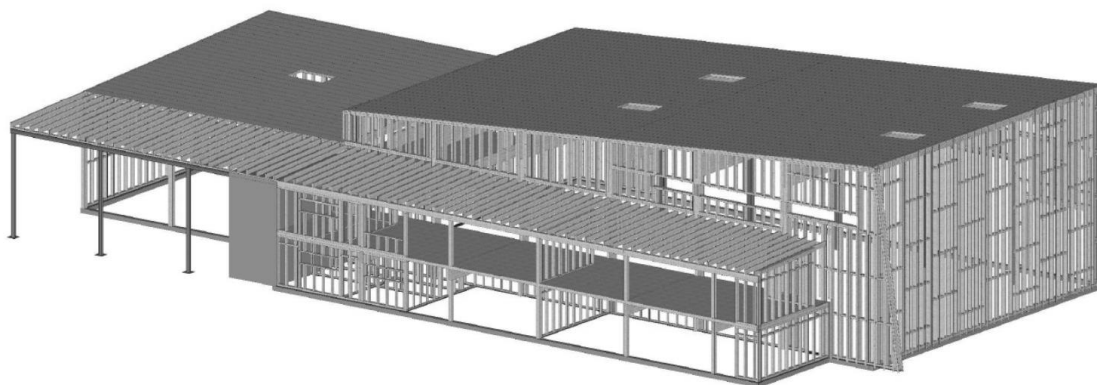


Abbildung 3: Umsetzung in ein digitales Modell

Bei diesem Gebäude war das digitale Modell die Grundlage für:

- die Ansteuerung der Abbundanlagen für Stäbe und Lignotrenddecken und
- den Zuschnitt und die Bearbeitung der Platten

Ein Großteil der Fassade wurde mit Faserzementplatten realisiert. Dafür alleine mussten 4000 Bohrungen eingegeben werden, damit diese automatisiert vorgefertigt werden konnten.



Abbildung 4: automatischer Zuschnitt von Stäben und Platten (Fotos: Prause Holzbauplanung, Holzbau Henz)



Abbildung 5: das ausgeführte Objekt (Fotos: Lang AG)

Im Ergebnis ist der ansprechende Entwurf von allen Planern und der ausführenden Holzbaufirma Schwirten & Klein, Gummersbach mit sehenswertem Ergebnis umgesetzt worden.

3. Beispiel Produktions- und Lagerhalle mit Büro und Wohnung

Das folgende Bauvorhaben demonstriert die Aufgaben der Werkstattplanung. Es handelt sich um den Neubau einer Produktions- und Lagerhalle mit Büro und Wohnung in Rossmar.



Abbildung 6: Planung des Architekten für den Neubau Produktions- und Lagerhalle mit Büro und Wohnung, Siemer Architektur, Trier

Prause Holzbauplanung wurde von der Holzbau Henz GmbH in Trierweiler mit der Werkstattplanung beauftragt. Die Genehmigungsplanung des Architekten war abgeschlossen und damit auch sein Auftrag erfüllt. Das Zusammenführen der Informationen aus Architektur, Statik und den weiteren Gewerken der Rohbauphase wurde die Aufgabe von Prause Holzbauplanung.

Die folgenden Planer und Hersteller waren beteiligt:

- Architekt bis Leistungsphase 4
- zwei Büros für Statik, getrennt nach Holz und Beton
- Prüfstatiker
- Betonfertigteilhersteller
- Betonbaufirma für Montage und Bodenplatten
- Holzbau Henz für den Zuschnitt der Stäbe und Platten
- Holzbau Henz für die Vorfertigung der Holzrahmenwände
- BSH Werk für die Produktion und den Zuschnitt der Binder
- Stahlbaufirma
- BSH Werk für die Vormontage Stahl an Binder
- Brettsper Holzhersteller für die Büroaußenwände

Zunächst wurde aus dem Entwurf des Architekten ein digitales 3D-Modell erstellt.

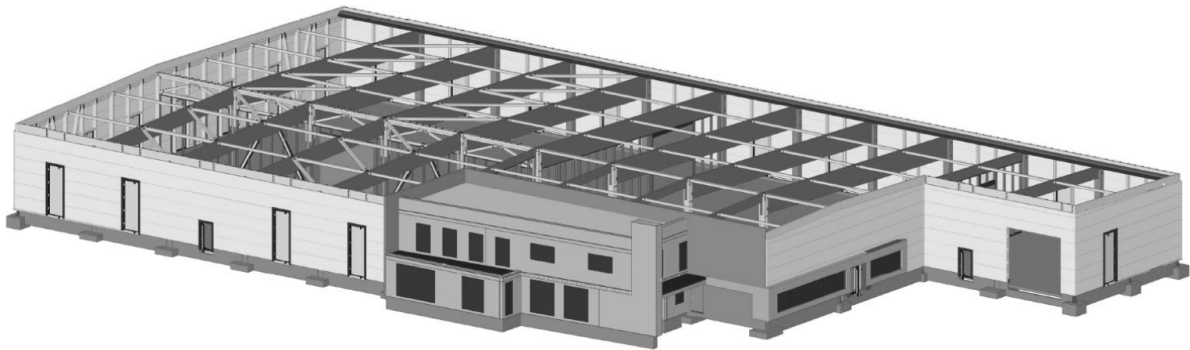


Abbildung 7: Umsetzung in das digitale Modell (Zwischenstand)

Der Informationsaustausch zwischen allen Beteiligten wurde in über 400 E-Mails komplett auf digitalem Weg abgewickelt. Dabei waren die Schnittstellen des Datenaustausches extrem wichtig. Die Vorgaben wurden in der Mehrzahl als DWG-Daten geliefert.

Die Kommunikation in der Abstimmungsphase lief über 3D-Web-Viewer-Dateien, aber auch über IFC-Datenaustausch und Fotos von Planausschnitten. In der Anfangsphase wurden, wegen des größeren Aufwands und der zu erwartenden Änderungen, noch keine 2D-Zeichnungen erstellt.

Die Ausgabe an die Betonbauer erfolgte durch die Übergabe von 2D-DWG-Daten. Zur Überprüfung der Betonfertigteilplanung auf Übereinstimmung mit unserer Planung haben wir die Einzelstückzeichnungen in unserem Modell hinterlegt und visuell überprüft. Hätten wir IFC-Daten bekommen, wäre eine zügigere 3D-Prüfung mit einem Model Checker möglich gewesen.

Anschließend erfolgte im konstruktiven Austausch mit dem Holzstatiker die Anpassung der Holzbaustatik an den Betonbau und an die Fertigungs- und Montagebedingungen. Die Koordination der beiden Statiken wurde von Prause Holzbauplanung anhand des Modells übernommen.

Die Ausgabe an die Binderhersteller lief durch die Übergabe einer Cadwork-Datei, das Holzbauprogramm, mit dem Prause Holzbauplanung seit Jahren arbeiten.

Für die Fertigung der Stahlbauteile wurden aufwändige Pläne erstellt, da der Stahlbau selten maschinell gefertigt wird.

Zur Abwicklung der Betonarbeiten vor Ort wurden die Bodenplatten mit Entwässerung gezeichnet.

Zur Ansteuerung der Maschinen für den Stababbund haben wir Hundegger-BVN-Dateien erstellt, für die Platten Gips, Holz und Fassade Hundegger-BVX-Dateien. Für die Bearbeitung der HRB-Wände gab es Montagepläne und zur Bestellung der Brettsperrholzwände Fertigungspläne mit allen Bearbeitungen und das Nesting der Platten.

Die von extern gelieferte Elektro-, Sanitär- und Lüftungsplanung wurde in allen Wänden und Decken auf Kollisionen abgestimmt und eingearbeitet.

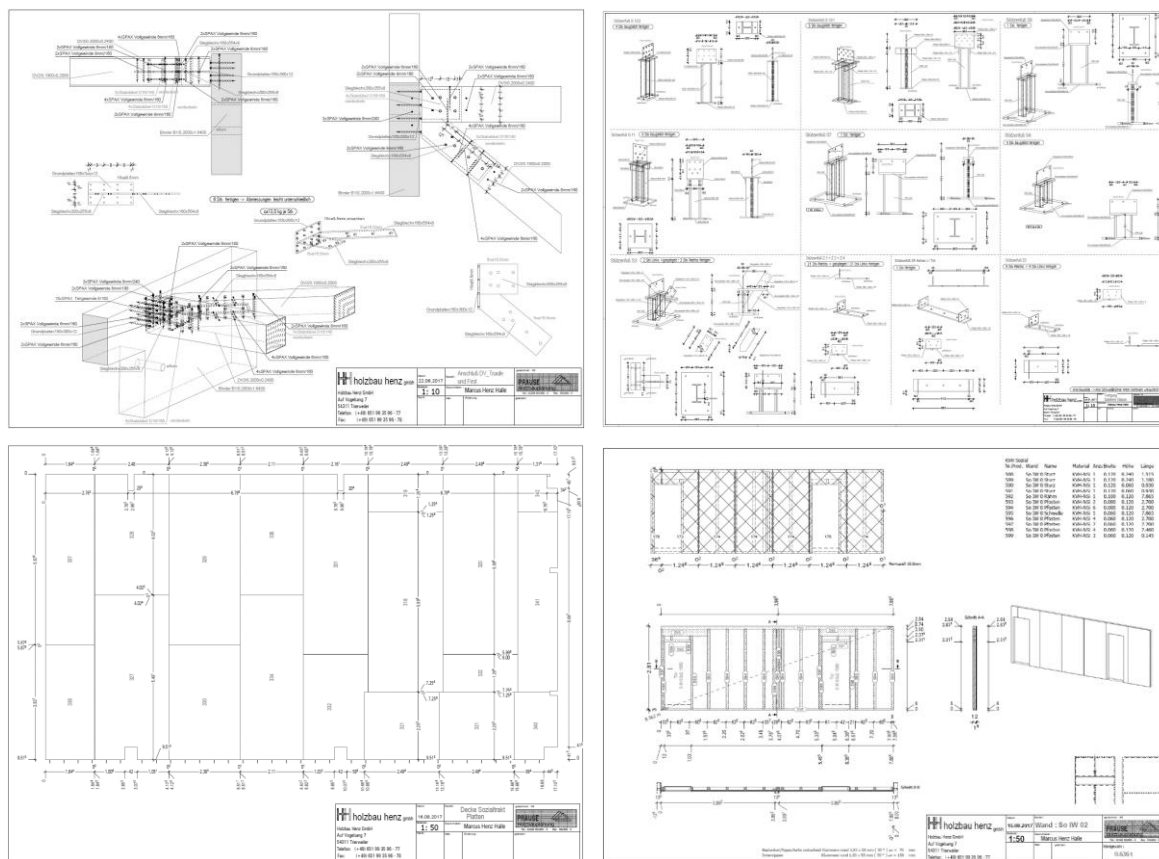


Abbildung 8: Beispiele für Detailplanungen

Kern des kompletten Bauvorhabens war das erstellte 3D-Modell, in dem die Informationen aller Gewerke eingearbeitet wurden und wieder an alle Beteiligten zurückflossen. Damit fand ein koordinierter Austausch aller Daten statt und Kollisionen resp. Fehler wurden vermieden.

Leider war ein kompletter IFC-Datenaustausch mit allen Beteiligten (noch) nicht möglich. Allerdings hat sich in den sechs Jahren zwischen den beiden vorgestellten Bauvorhaben schon vieles positiv verändert.

4. Zusammenfassung

Prause Holzbauplanung plant und koordiniert seit 25 Jahren mit einem Team aus Zimmerern und Ingenieuren Holzbauprojekte. Gerade im Holzbau war eine exakte Planung immer schon notwendig, um den entscheidenden Vorteil der Vorfertigung optimal zu nutzen.

Insgesamt wird die Komplexität im Bau immer größer. Die Entwicklung neuer Konzepte und Prozesse ist ein Muss. BIM ist dabei der Weg, den es zu beschreiten gilt.

Die Werkstattplanung übernimmt im Holzbau dabei die zentrale Rolle des BIM-Koordinators. So wurde im Holzbau schon seit Jahrzehnten BIM praktiziert, bevor sich dieser Begriff in den letzten Jahren etabliert hat.

Weitgespannte Industrie- & Gewerbehallen in Holzbauweise

Nicht zur Veröffentlichung freigegeben.

Burkhard Walter
B. Walter Ingenieurgesellschaft
Aachen, Deutschland



Block C2

NOVELLIERUNG der BauO NRW

Ausblick – Brandschutzforschung für erweiterte Anwendungsmöglichkeiten des Holzbaus

Björn Kampmeier
Hochschule Magdeburg-Stendal
Magdeburg, Deutschland



Ausblick – Brandschutzforschung für erweiterte Anwendungsmöglichkeiten des Holzbaus

1. Einleitung

Die Notwendigkeit, verstärkt Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen einzusetzen, ist vor dem Hintergrund des ungezügelteten Ressourcenverbrauchs und Klimawandels unstrittig. Hier ist sicherlich an erster Stelle der Baustoff Holz zu nennen, aber auch Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen wie Flachs oder auch Cellulose gehören dazu. Die Produktion benötigt wenig Energie und während seiner Verwendung im Bauwerk dienen die Baustoffe sogar als CO₂-Speicher. Ein Kubikmeter Holz entlastet die Erdatmosphäre um etwa eine Tonne CO₂. Anschließend können die Baustoffe recycelt und wieder verwendet werden um letztendlich thermisch verwertet und als Brennstoff genutzt werden zu können. Erst zu diesem Zeitpunkt wird das CO₂ der Umwelt wieder zugeführt. Daher ist es aus Klimaschutzpolitischen Gründen sinnvoll und nachvollziehbar, die Verwendung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen zu stärken und bauaufsichtliche Hindernisse abzubauen. Obwohl in den letzten Jahren schon einiges erreicht wurde, wie das Beispiel der Muster-Holzbaurichtlinie zeigt, sind weitere Anstrengungen erforderlich, um eine breitere Anwendung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen zu ermöglichen. Beispielsweise ist die Verwendung von Holz auf Grund seiner Brennbarkeit in mehrgeschossigen Wohngebäuden und Sonderbauten wie dem Industriebau beschränkt. Zum Beispiel dürfen an der Fassade Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen nur bei Gebäuden bis 7 m Höhe zur Anwendung kommen, da für höhere Gebäude eine schwerentflammbare Ausführung verlangt wird.

Der Grund für diese bauaufsichtlichen Einschränkungen ist jedoch nicht eine willkürliche Benachteiligung der Holzbauweise, sondern beruht in vielen Fällen auf ernsthaften Bedenken der Bauaufsichten und Feuerwehren. Um also den Trend zur verstärkten Anwendung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen aufnehmen zu können und gleichzeitig ein allgemein akzeptiertes brandschutztechnisches Sicherheitsniveau gewährleisten zu können müssen diese Bedenken systematisch widerlegt werden. Eine mögliche Verschiebung des brandschutztechnischen Sicherheitsniveaus wird durch die Gesellschaft und damit letztendlich durch die Politik festgelegt. Auch hierfür sind genaue Erkenntnisse über die Auswirkungen erforderlich. Denn zuvor genannten Aufgaben widmen sich derzeit einige Forschungsvorhaben. In diesem Beitrag werden nach einem kurzen Überblick zum aktuellen Stand der bauaufsichtlichen Anforderungen für den Holzbau fünf Forschungsvorhaben zu den Themen mehrgeschossiger Holzbau, Wärmedämmverbundsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen und der erweiterten Anwendung von Holz im Industriebau vorgestellt.

2. Entwicklung der bauaufsichtlichen Anforderungen

Trotz einer langen Holzbautradition in Deutschland mit Fachwerkhäusern mit fünf und mehr Geschossen wie in Abbildung 1 zu sehen, ist der Einsatz von Holz auf Grund seiner Brennbarkeit bauaufsichtlich eingeschränkt. Begründet werden die Einschränkungen mit den verheerenden Brandschäden im 2. Weltkrieg und schlechten Erfahrungen bei Bränden von oft behelfsmäßig errichteten Holzbauten in der Nachkriegszeit. Mit der Weiterentwicklung der Holzbauweisen und der industriellen Vorfertigung, insbesondere unter Verwendung nichtbrennbarer Bekleidungen aus Gipsbauplatten, konnte der Anwendungsbereich in Deutschland auf Gebäude geringer Höhe (bis 7 m) ausgedehnt werden. Gegen eine darüberhinausgehende Anwendung von Holzbauweisen bestanden jedoch Bedenken, dass durch einen unkontrollierten Brandeintrag in die Tragkonstruktion ein verzögertes Tragwerksversagen bzw. ein unbemerkter Durchbrand in angrenzende Nutzungseinheiten ausgelöst werden könnte. Dies hätte eine deutlich erschwerte Brandbekämpfung für die

Feuerwehr zur Folge. Zudem wurde befürchtet, dass anders als bei monolithisch gefertigten Massivbauteilen die raumabschließenden Bauteile in Leichtbauweise keine ausreichende Rauchdichtigkeit aufweisen könnten.

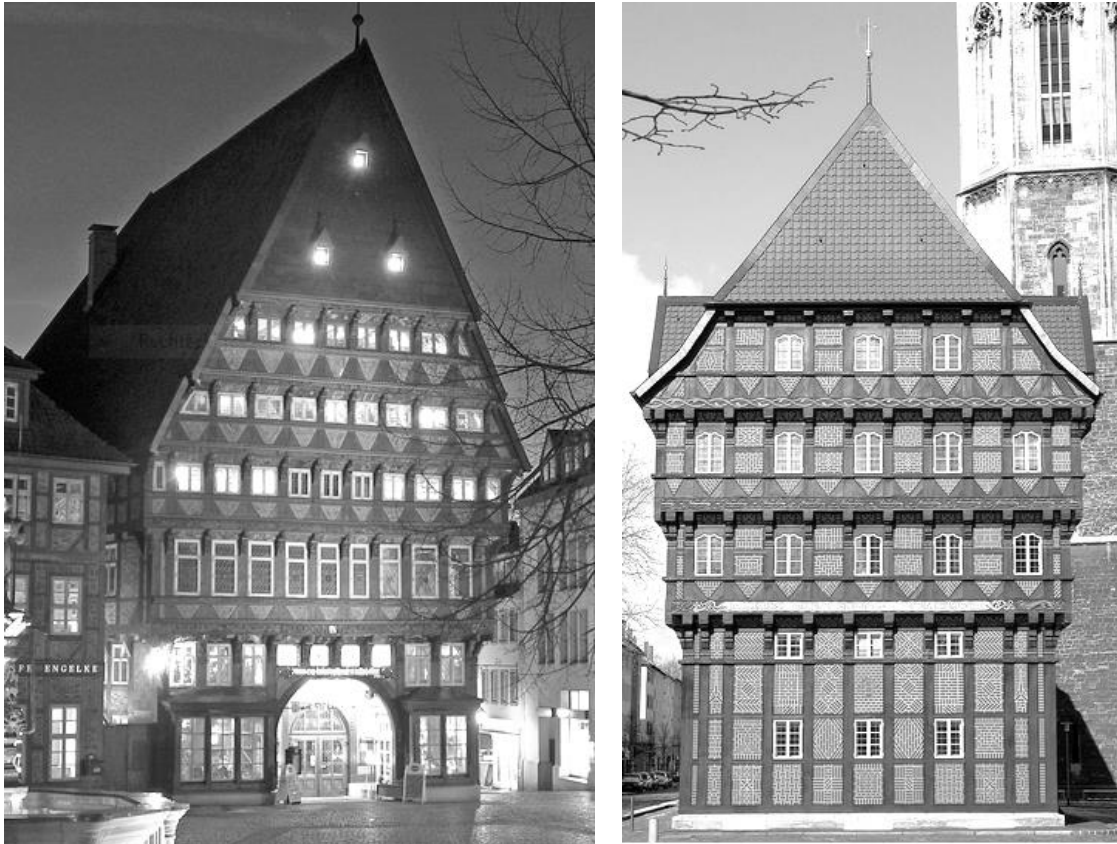


Abbildung 1: Knochenhaueramtshaus in Hildesheim und alte Waage in Braunschweig (Quelle: Wikipedia)

Erst durch die Novellierung der Musterbauordnung (MBO) im Jahr 2002 [1] und die Einführung der «Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise» (M-HFHolzR), kurz Muster-Holzbaurichtlinie [2], ist es bauaufsichtlich geregelt, Gebäude bis zu 13 m Höhe (Gebäudeklasse 4) in Holzbauweise zu errichten. Dies entspricht im Allgemeinen fünf Vollgeschossen. Die Richtlinie ist in den meisten Bundesländern zwischenzeitlich auch bauaufsichtlich eingeführt. Es wird gefordert, dass die hölzernen Tragglieder mit einer nichtbrennbaren Bekleidung geschützt werden, die mindestens 60 Minuten lang eine Entzündung des Holzes verhindert. Die Muster-Holzbaurichtlinie bezieht sich dabei im Wesentlichen auf die aktuellen stabförmigen Holzbauweisen wie den Holztafelbau und den Holzrahmenbau. Neben der Anordnung einer nichtbrennbaren Bekleidung ist ebenfalls die Verwendung nichtbrennbarer Dämmstoffe vorgeschrieben. Die Anwendung einer Brettstapeldecke stellt eine Ausnahme dar. Eine Voraussetzung für die Erweiterung der Holzbauweise auf die neugeschaffene Gebäudeklasse 4 war der Nachweis, dass sich die Holzbauteile im Brandfall nicht schlechter verhalten als nichtbrennbare Massivbauteile aus Mauerwerk oder Beton. Als sicherzustellendes Schutzziel wurde definiert, dass sich die Holztragkonstruktion während einer Branddauer von 60 Minuten nicht am Brandgeschehen beteiligen darf. Auf diese Weise werden die thermische Umsetzung der zusätzlichen immobilen Brandlast der Konstruktion ausgeschlossen, von der Feuerwehr schwer zu bekämpfende Hohlraumbrände im Innern der Holzbauteile vermieden und ein verzögertes Tragwerksversagen sowie ein unbemerkter Durchbrand in benachbarte Nutzungseinheiten verhindert. Zur Gewährleistung dieses Schutzzieles wurde als Leistungskriterium bei entsprechenden Brandversuchen festgelegt, dass die Holzentzündungstemperatur von 270 °C während der geforderten Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten nicht überschritten werden darf. Dies kann durch die Anordnung einer mindestens zweilagigen Brandschutzbekleidung sichergestellt werden. Technisch anspruchsvolle und zudem kostenintensive Bauteillösungen waren und sind die

Folge. Damit war aber erstmals nach dem 2. Weltkrieg wieder die Möglichkeit gegeben, Gebäude in Holzbauweise mit bis zu fünf statt wie zuvor drei Vollgeschossen zu errichten. Die MBO 2002 in Verbindung mit der Muster-Holzbaurichtlinie stellt inzwischen mit geringen Abweichungen den bauaufsichtlichen Stand in fast allen Bundesländern dar. Lediglich in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg gibt es erhebliche Abweichungen. Mit in Kraft treten der aktuell gültigen Landesbauordnung in Baden-Württemberg (LBO B-W) [4] zum 1. März 2015 wurde der bauaufsichtlich zugelassene Bereich für den Holzbau nochmals deutlich erweitert. Hintergrund dieser Erleichterungen für den Holzbau war das im Koalitionsvertrag der damaligen Landesregierung formulierte Ziel den Anteil von Holz im Bauwesen auf Grund der zuvor beschriebenen ökologischen Vorzüge kontinuierlich zu steigern. Erreicht werden soll dieses Ziel, indem bauaufsichtliche Einschränkungen weiter abgebaut wurden. Baden-Württemberg nimmt damit aktuell im bundesweiten Vergleich eine Sonderstellung ein. [3]

Bis zur aktuellen Novellierung der LBO B-W war die Anwendung von Holz in der Gebäudeklasse 4 analog zu den Vorgaben der Muster-Holzbaurichtlinie geregelt. Darüber hinaus war auch schon vor März 2015 der Holzbau in der Gebäudeklasse 5 grundsätzlich zwar möglich, im Gegensatz zur Gebäudeklasse 4 mit der zugehörigen Muster-Holzbaurichtlinie existierten jedoch keinerlei technischen Regeln zur Ausführung der Bauteile. In der Ausführungsverordnung zur baden-württembergischen Landesbauordnung LBOAVO 2010 war in §4 (3) in diesem Zusammenhang formuliert, dass tragende oder aussteifende Bauteile, die feuerbeständig sein müssen, aus brennbaren Baustoffen zulässig sind, wenn der Feuerwiderstand dieser Bauteile die feuerbeständigen Bauteile entspricht und diese Bauteile so hergestellt und eingebaut werden, dass Feuer und Rauch nicht in andere Geschosse übertragen werden können. Ausgenommen waren Wände notwendiger Treppenträume und Schächte für Installationen. [3]

Mit der LBO B-W 2015 erfolgte eine Angleichung letztgenannter Forderung auch für die Gebäudeklasse 4, sodass künftig mehrgeschossige Holzgebäude generell ohne Berücksichtigung der Anforderungen der Muster-Holzbaurichtlinie errichtet werden dürfen. Hierzu wird in der LBO B-W 2015 in §26 (3) gefordert, dass bei der Verwendung von Konstruktionen in Holzbauweise Feuer und Rauch nicht vorzeitig über Grenzen von Brand- oder Rauchschutzbereichen, insbesondere Geschosstrennungen, hinweg übertragen werden dürfen. Damit ist es in Baden-Württemberg ohne zusätzliche Anforderungen an Brandschutzbekleidungen und nichtbrennbare Hohlraumdämmungen möglich Gebäude in Holzbauweise bis zur Hochhausgrenze zu errichten. [3] In weiteren Bundesländern gibt es ebenfalls Bestrebungen Erleichterungen über die Muster-Holzbaurichtlinie hinaus zu erreichen.

In Nordrhein-Westfalen ist die MBO 2002 bislang nicht umgesetzt worden, sodass hier der Holzbau lediglich für Gebäude geringer Höhe (maximal 3 Vollgeschosse) ohne Abweichungen vom Baurecht möglich ist. Die geplante Novellierung der Bauordnung sieht jedoch eine Angleichung an die aktuelle MBO vor und würde damit ebenfalls den Holzbau bis einschließlich der Gebäudeklasse 4 ermöglichen.

3. Aktuell bearbeitete Forschungsvorhaben

3.1. Allgemeines

Die Hochschule Magdeburg-Stendal ist gegenwärtig an der Bearbeitung von fünf Forschungsvorhaben beteiligt, deren Ziel es ist nachzuweisen Holz bzw. Dämmstoffe aus anderen nachwachsenden Rohstoffen unter Beibehaltung des akzeptierten Sicherheitsniveaus verstärkt einsetzen zu können. Die Inhalte sowie erste Ergebnisse der Forschungsvorhaben werden unter Angabe weiterführender Literatur im Folgenden vorgestellt.

3.2. Holzfaser-Wärmedämmverbundsysteme für die GK 4 und 5

Die Landesbauordnungen fordern in Bezug auf Außenwandbekleidungen für die Gebäudeklassen 4 und 5, dass diese einschließlich der Dämmstoffe schwerentflammbar sein müssen. Derzeitig auf dem Markt verfügbare Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind überwiegend als normalentflammbar klassifiziert. Ihr Brandverhalten kann durch die Verwendung von Flammschutzmitteln zwar verbessert werden, allerdings bestehen aufgrund der weiterhin vorhandenen Schwel- bzw. Glimmneigung im Allgemeinen bauordnungsrechtlich nicht zu überwindende Hürden. Im Rahmen des Forschungsprojektes

« Fassadenbrandschutz für WDVS mit Holzfaserdämmplatten für die Gebäudeklassen 4 und 5 » wird das Schwel- bzw. Glimmverhalten von Holzfaserdämmplatten zur Verwendung in Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) untersucht. Das übergeordnete Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Gesamtsystems, das die brandschutztechnischen Anforderungen an Fassaden für die Gebäudeklassen 4 und 5 erfüllt. [5]

Das Projekt wird durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie seit dem 01.06.2015 bis zum 30.11.2017 gefördert. Beteiligt sind die Forschungseinrichtungen Hochschule Magdeburg-Stendal, das Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der Technischen Universität Braunschweig und das Fraunhofer-Institut für Holzforschung (WKI), sowie die Industriepartner Endress Kalk- und Schotterwerk GmbH & Co. KG, Homanit Building Materials GmbH & Co. KG und Weizenegger GmbH.

Die Untersuchungen zum Schwel- und Glimmverhalten von Holzfaserdämmplatten wurden in erster Linie im Schwelprüfstand in Anlehnung an DIN EN 16733 durchgeführt [5]. Es wurde festgestellt, dass ausgelöste Schwelprozesse an unverputzten Holzfaserdämmplatten handelsüblicher Ausführung stets mit der vollständigen thermischen Zersetzung des Probekörpers endeten. Es wurden Schwelgeschwindigkeiten von 1,2 mm/min bis 2,7 mm/min, sowie Maximaltemperaturen zwischen 550 °C und 750 °C gemessen, die dazu herangezogen werden können den Einfluss von Materialparametern zu bewerten. Entsprechend der realen Einbausituation des Dämmstoffs in einem WDVS, wurden Probekörper mit verputzten Holzfaserdämmplatten hergestellt, im Schwelprüfstand ein Schwelprozess im Dämmstoff ausgelöst und dieser untersucht. Die Schwelprozesse innerhalb verputzter Probekörper verliefen mit 0,2 mm/min bis 0,4 mm/min langsamer als die unverputzten Holzfaserdämmplatten und bei maximal 625 °C bis 650 °C mit geringeren Maximaltemperaturen. Weiterhin wurde der verputzte Holzfaserdämmstoff nicht vollständig zersetzt. Als Ursache für diese Differenzen wird das geringere Sauerstoffangebot im verputzten Zustand vermutet. Abbrand- und Schwelversuche im Cone-Kalorimeter belegen, dass eine Erhöhung der Materialrohichte und -feuchtigkeit den Widerstand gegen thermische Zersetzungsvorgänge erhöhen. Allerdings konnte trotz der Anpassung der Materialparameter und der Verwendung von Flammschutzmitteln das Schwelverhalten nicht derartig beeinflusst werden, dass die brandschutztechnischen Schutzziele allein durch diese Maßnahmen erreicht werden können. [6]



Abbildung 2: Holzfaserdämmstoff mit Putzschicht im Prüfstand nach DIN EN 16733 (beispielhaft)

Auf Grundlage einer Befragung leitender Feuerwehreinsatzkräfte [5] wurden verschiedene Löschmaßnahmen zur Bekämpfung von Schwelvorgängen in verbauten Holzfaserdämmstoffen untersucht. Die Löschversuche weisen darauf hin, dass die Verwendung von Netzmitteln im Löschwasser und die Öffnung der abdeckenden Schicht, zur Entfernung des schwelenden Materials, die Zersetzungsprozesse zwar augenscheinlich beenden, allerdings kann ein verstecktes Fortschreiten der Schwelprozesse in diesem Fall nicht ausgeschlossen werden.

Die aufgeführten Untersuchungen dienten zur Auslegung der Systemkomponenten für die ganzheitlichen Belegversuche im Fassadenprüfstand mit Holzfaserdämmplatten als WDVS für die Gebäudeklassen 4 und 5. In der ersten Untersuchung in Anlehnung an E DIN 4102-20, mit einem überdimensionierten Dickschichtputzsystem in 40 mm Stärke und einem Sturz- bzw. Laibungsschutz aus nichtbrennbarem Dämmstoff, konnte das Auslösen von Schwelprozessen vollständig verhindert werden. [6]

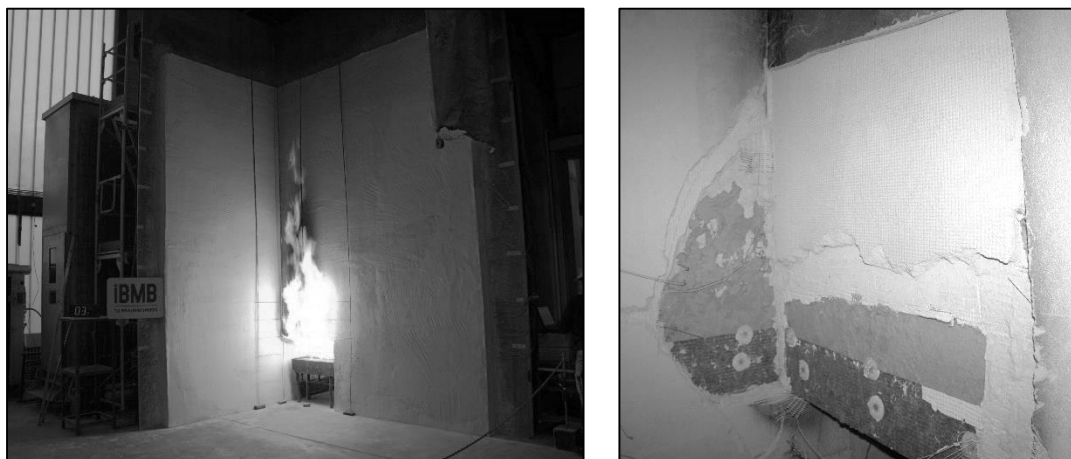


Abbildung 3: Holzfaser-WDVS im Fassadenprüfstand während (links) und nach Versuchsende geöffnetes System mit unverbranntem Holzfaserdämmstoff, im Bereich über dem Sturz der Brandraumöffnung (rechts)

In einem weiteren Versuch im Fassadenprüfstand wurde ein Holzfaserdämmplatten-WDVS mit einer Putzsystemstärke von 25 mm und Sturz- und Laibungsschutz ausgeführt. Zusätzlich wurden nichtschwelende Steinwolle-Lamellen in Dämmstoffebene angeordnet um einen ausgelösten, kontinuierlich fortlaufenden Schwelprozess lokal zu begrenzen (Schwelbarrieren). Das System wurde ebenfalls mit der 20minütigen Beflammung entsprechend E DIN 4102-20 beansprucht, woraufhin kein Schwelprozess ausgelöst wurde. Erst durch eine weitere, länger anhaltende Beflammung konnten Schwelprozesse im Holzfaserdämmstoff unter dem Putzsystem bewusst ausgelöst werden. Das Fortschreiten der Schwelprozesse konnte aufgrund der Schwelbarrieren erwartungsgemäß begrenzt werden. In einem zukünftigen, dritten Versuch im Fassadenprüfstand wird das Holzfaser-WDVS mit einem 15 mm dicken Putzsystem und ohne Sturz- und Laibungsschutz ausgeführt. Außerdem wird anstelle des mineralischen Untergrunds eine Holzunterkonstruktion gewählt und mit Temperaturmessstellen ausgestattet. Dadurch soll die spätere Verwendung des Holzfaser-WDVS an einem Gebäude in Holzbauweise untersucht und nachgewiesen werden.

Auf Grundlage der Versuchsergebnisse wird eine brandschutztechnische Risikoeinschätzung zur Verwendung von zum Schwelen neigenden Dämmstoffen im WDVS für die Gebäudeklassen 4 und 5 durchgeführt. Diese Arbeiten sind allerdings noch nicht abgeschlossen. [5,6]

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die bisherigen Ergebnisse des Forschungsprojektes eine Erreichung der Schutzziele mit den vorgestellten Maßnahmen in Aussicht stellen. Insbesondere die zukünftige Bauordnung NRW erleichtert die Umsetzung der Ergebnisse, da nach aktuell vorliegendem Entwurf für Dämmstoffe und Unterkonstruktionen von Außenwände eine normalentflammbare Ausführung möglich ist, sofern nachgewiesen wird, dass eine Brandausbreitung ausreichend lang begrenzt ist. Dies konnte durch die durchgeführten Brandversuche eindrucksvoll gezeigt werden. Bislang galt diese Abweichung nur für die Unterkonstruktion.

3.3. Erweiterte Anwendungsmöglichkeiten für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Die Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) fördert im Unterauftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft das breit aufgestellte und auf drei Jahre (12.2016-11.2019) angelegte Verbundvorhaben «Mehr als nur Dämmung – Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen» [7]. In dem Projekt findet eine ganzheitliche Betrachtung der baulichen Eigenschaften von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen statt mit dem Ziel einer verstärkten Anwendung im Bauwesen. Das Projekt ist in fünf Arbeitsbereiche unterteilt, in denen die Themen Brandschutz und Glimmverhalten, Schallschutz, Wärmeschutz, Nachhaltigkeit und Feuchteschutz bearbeitet werden. In Summe arbeiten in diesem Vorhaben 12 Forschungseinrichtungen, die durch zahlreiche Fachverbände und Industriepartner unterstützt werden. Die Hochschule Magdeburg-Stendal bearbeitet gemeinsam mit dem iBMB der TU Braunschweig, dem Fraunhofer WKI und der TU Dresden den Arbeitsbereich Brandschutz und Glimmverhalten. Bereits 2004-2007 gab es ein durch die FNR gefördertes Projekt mit dem Ziel den Brandschutz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen zu untersuchen [8]. 10 Jahre später hat sich auf dem Markt einiges getan, die Palette an angebotenen Produkten aus verschiedensten Rohstoffen ist enorm angewachsen. Zudem rückt die Nachhaltigkeit beim Bauen immer weiter in den Vordergrund und das Interesse natürliche und ökologische Produkte in allen Bereichen des Hochbaus zu verwenden steigt. Daraus ergeben sich enorme Anforderungen an die brandschutztechnische Fachplanung, die nach neuen Antworten sucht.

Über die drei Jahre der Projektlaufzeit sollen unter anderem die Eigenheiten des Schwelprozesses systematisch empirisch erforscht werden, wobei chemische Betrachtungen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Für die Anwendung in tragenden und/oder raumabschließenden Bauteilen soll die Übertragbarkeit des Bemessungsmodells nach DIN EN 1995-1-2 geprüft oder ein neues Rechenmodell entwickelt werden, um die Anwendbarkeit von brennbaren Dämmstoffe zu erleichtern. In einem weiteren Arbeitsfeld werden Wärmedämmverbundsysteme mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen behandelt, dabei kann auf die Ergebnisse des AiF-Projekts «Schwel- und Brandverhalten von Wärmedämmverbundsystemen aus Holzfaserdämmplatten» (vgl. Kapitel 3.2) zurückgegriffen werden. Außerdem gehören das Löschverhalten und das taktische Vorgehen im Brandfall zu den relevanten Fragestellungen. Die TU Dresden untersucht, ob durch ökologische Glimmhemmer auf Stärkebasis das Brandverhalten positiv beeinflusst werden kann. Nur so können die ökologischen Vorteile der Dämmstoffe beibehalten werden. Das Schwelverhalten ist für einen großen Teil der biogenen Dämmstoffe das wesentliche Hindernis bei der Einordnung als schwerentflammbarer Baustoff. Ziel ist es sowohl Vorschläge für die Normungsarbeit bzw. die Überarbeitung von Bauordnungen, Richtlinien und Verordnungen zu liefern, als auch Hinweise an die Planer verarbeitender Unternehmen und Bauherren zu geben. [7]

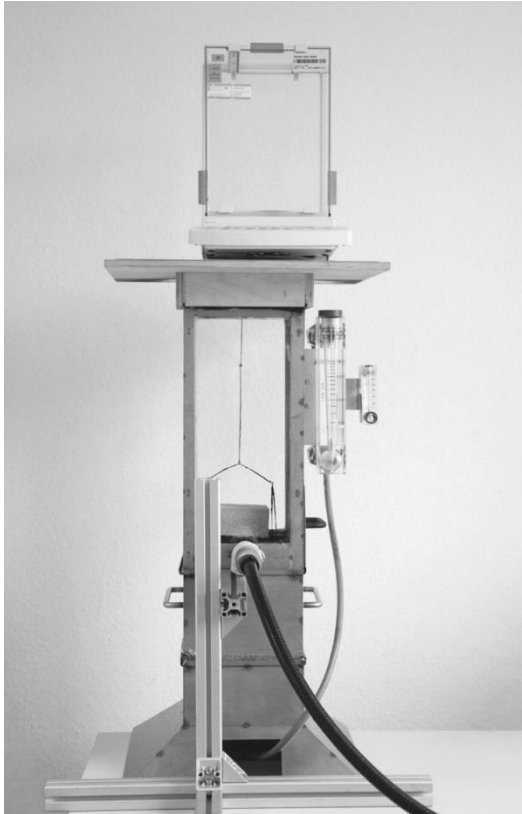


Abbildung 4: Am Fraunhofer WKI entwickelter Prüfstand zur systematischen Untersuchung des Glimmverhaltens

Zu Projektbeginn stand die Untersuchung der Schweleigenschaften im Vordergrund. Es wurden Verfahren angewendet, mit denen die Charakteristika des Schwelens für alle Materialien einheitlich bestimmt werden können. Eine Herausforderung dabei bestand in der Vereinbarkeit von Wissenschaftlichkeit, Praxisrelevanz, Vergleichbarkeit und der Vermeidung äußerer Einflüsse. Neben den bekannten Verfahren wie Cone-Kalorimeter nach ISO 5660-1, den Schwelprüfstand nach DIN EN 16733 und den Kleinbrennertest nach DIN EN ISO 11925 wurde ein am WKI entwickelter Glimmprüfstand verwendet. Der eigenkonzipierte Prototyp des Glimmofens erlaubt eine exaktere Erfassung der beeinflussenden Parameter, da auch Größen wie Sauerstoffgehalt und Strömungsgeschwindigkeit exakt geregelt werden können. Mit den beschriebenen Verfahren werden Schwelgeschwindigkeiten, Massenverlustraten, Temperaturen beim Schwelen und Temperaturgrenzen für das Einsetzen einer thermischen Zersetzung bestimmt um Abhängigkeiten für den Schwelprozess herausarbeiten zu können und den Schwelprozess unter baupraktischen Randbedingungen besser zu verstehen.

In den kommenden 2 Jahren wird weiter an der Zielerreichung und damit am Gewinn von Marktanteilen für die Dämmstoffindustrie nachwachsender Rohstoffe gearbeitet. Zu Gunsten der Umwelt und der Lebensqualität ist es wünschenswert im Bauwesen den nachhaltigen und ökologischen Weg durch die vermehrte Verwendung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen weiter zu gehen, jedoch dürfen daraus keine unkalkulierbaren Brandrisiken entstehen. [7]

3.4. Erweiterung des Anwendungsbereichs der Holzbauweise in den GK 4 und 5

Die aktuell realisierten mehrgeschossigen Holzbauten zeigen, dass die Anforderungen der Muster-Holzbaurichtlinie nicht mehr die Baupraxis widerspiegeln. Die Bauherren verlangen häufig, dass Holz auch sichtbar verbaut werden soll und auch der Wunsch nach Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ist keine Seltenheit mehr. Das brandschutztechnische Sicherheitsniveau kann auch für derartige Konstruktionen erfüllt werden wie bereits abgeschlossene Forschungsvorhaben gezeigt haben. Die Voraussetzungen einer bauaufsichtlichen Umsetzung, beispielsweise in Form einer Überarbeitung der Muster-Holzbaurichtlinie, liegen vor.

Etwas anders stellt sich die Situation hinsichtlich einer Erweiterung der Holzbauweise auf die Gebäudeklasse 5 dar. In der Gebäudeklasse 4 wird die Größe der Nutzungseinheiten mit maximal 400 m² begrenzt. Dies bedeutet im Allgemeinen für die eintreffende Feuerwehr ein beherrschbares Brandszenario. In der Gebäudeklasse 5 sind auf Grund von Nutzungseinheiten bis 1600 m² durchaus nicht von der Feuerwehr beherrschbare Brandszenarien möglich. Hinzu kommt, dass auf Grund der Gebäudehöhe und erhöhten Anzahl der Nutzer auch die Personenrettung erschwert ist. Die Schadensfolge ist somit in der Gebäudeklasse 5 deutlich größer als in der Gebäudeklasse 4. Der Gesetzgeber begegnet diesem insgesamt höheren Brandrisiko vor allem durch die Bauteilanforderung feuerbeständig. Die Anforderung feuerbeständig setzt neben einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten ebenfalls voraus, dass die Bauteile im Wesentlichen aus nicht-brennbaren Baustoffen bestehen. Über die Nichtbrennbarkeit der Bauteile wird sichergestellt, dass die Standsicherheit der Tragkonstruktion im Brandfall auch ohne Eingriff der Feuerwehr nicht gefährdet ist, da bei üblichen Brandlasten die Intensität des Brandverlaufs in etwa einer 60-minütigen ETK-Beanspruchung entspricht. Bei Bauteilen aus brennbaren Baustoffen ist dies nicht sichergestellt, da auch nachdem die Brandlast aus der Nutzung aufgebraucht ist, die Bauteile selbst am Brandgeschehen teilnehmen. [9]

Im Rahmen des Verbundvorhabens «Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung zur Fortschreibung bauaufsichtlicher Regelungen in Hinblick auf eine erweiterte Anwendung des Holzbaus» soll nachgewiesen werden, dass durch die Verwendung der im Vorhaben zu entwickelnden Holzbaukonstruktionen auch für die GK 5 brandschutztechnisch gleichwertige Lösungen im Vergleich zu den heute üblichen Konstruktionen aus Mauerwerk und Stahlbeton oder Stahlleichtbau erreicht werden. Es soll die Ausführung von Gebäuden bis zur Hochhausgrenze in Holzbauweise, auch unter teilweiser Verwendung sichtbarer Bauteile, ermöglicht werden. Dabei werden ökonomische und ökologische Aspekte berücksichtigt, um wirtschaftliche, standardisierte Bauweisen ebenso zu ermöglichen wie die Erzielung vergleichbarer Brandschutzeigenschaften, möglichst ohne die Verwendung chemischer Brandschutzmaßnahmen.

Am Projekt beteiligt sind die Technische Universität München als Koordinator, das iBM der TU Braunschweig, die Hochschule Magdeburg-Stendal und das Institut für Brand- und Katastrophenschutz in Heyrothsberge. Das Projekt wird vom 01.08.2017 bis zum 31.07.2020 durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) gefördert. Eine Co-Finanzierung der Holzwirtschaft erfolgt über den Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks. [10]

Der angestrebte Lösungsweg wird durch die bauaufsichtlich eingeführte brandschutztechnische Bemessung der Eurocodes vorgegeben. Durch die DIN EN 1991-1-2 ist es in Deutschland neben der Bemessung nach ETK auch möglich den erforderlichen Feuerwiderstand von Bauteilen durch eine sogenannte Naturbrandbemessung durchzuführen. Auch die Leistungsfähigkeit der Feuerwehr wird hierzu über das Sicherheitskonzept der DIN EN 1991-1-2/NA berücksichtigt. Dabei wird ein im Brandfall in Abhängigkeit der vorliegenden Brandlasten und Ventilationsöffnungen zu erwartender Temperaturzeitverlauf berechnet. Die Bauteile müssen diesen Brandverlauf ohne Verlust ihrer Funktion wie Tragfähigkeit und Raumabschluss überstehen. Dieses in Deutschland zugelassene Verfahren kann für Bauteile aus Holz zur Nachweisführung leider nicht erfolgreich eingesetzt werden, da sich die Bauteile selbst am Brandgeschehen beteiligen und der Brand erst endet, wenn die Brandlast aus der Nutzung und die Brandlast der Konstruktion aufgebraucht sind. [9]

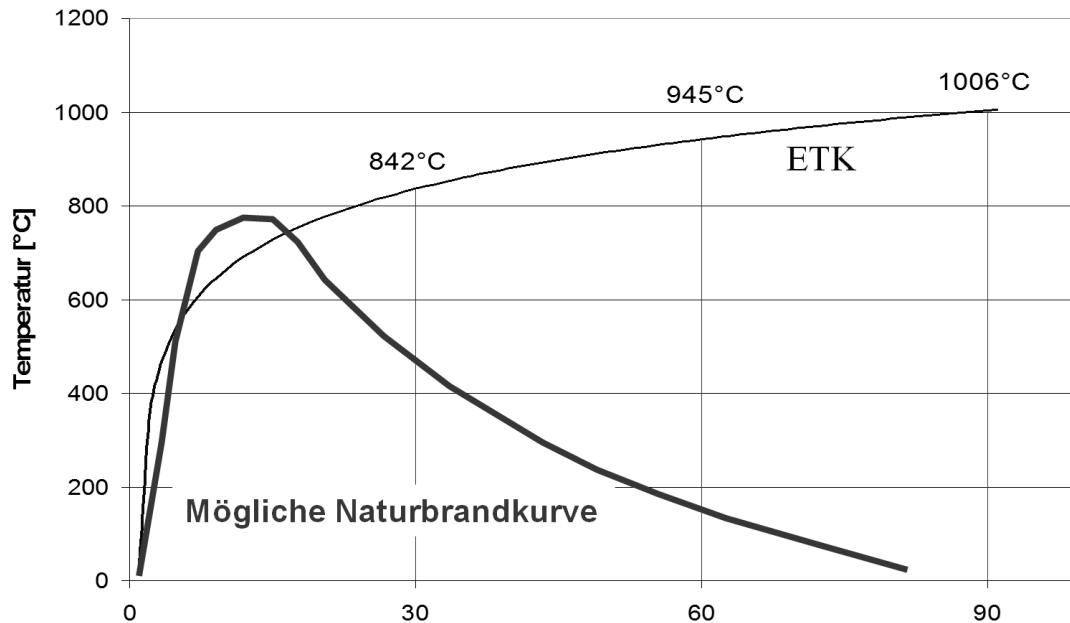


Abbildung 5: Vergleich Naturbrandkurve zu ETK

Ein Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es somit Bauteile zu entwickeln, die nach einer Brandbeanspruchung wieder selbst verlöschen und einen Naturbrand gemäß DIN EN 1991-1-2 überstehen. Als ein Beispiel seien hier die im mehrgeschossigen Holzbau bereits stark verbreiteten Holz-Beton-Verbunddecken zu nennen. Durch Modifikationen dieser Decken, wie das Einlegen einer zusätzlichen Bewehrung und veränderte Auflagerbedingungen, wird es möglich sein, dass der Brand nach Erreichen der Betonschicht selbstverständlich zum Erliegen kommt, der verbliebende Restquerschnitt aber weiterhin in der Lage ist, die im Brandfall deutlich reduzierten Lasten weiterhin aufnehmen zu können. Ein möglicher Lösungsansatz für Wandbauteile sieht folgendermaßen aus. Die derzeit in der Gebäudeklasse 4 erforderliche brandschutztechnische Bekleidung hat die Anforderung zu erfüllen, dass eine Entzündung, Verkohlung und thermische Verfärbung der tragenden Holzbauteile nicht auftreten dürfen. Die Naturbrandbemessung nach DIN EN 1991-1-2 erlaubt es nun, dass diese Anforderungen deutlich reduziert werden können, auch in der Gebäudeklasse 5. Unter der zu definierenden Naturbrandkurve ist eine starke Verkohlung der Holzbauteile unterhalb der Brandschutzbekleidung durchaus erlaubt. Es muss lediglich sichergestellt sein, dass, nachdem die Brandlast aus der Nutzung aufgebraucht ist, das Brandgeschehen innerhalb der Konstruktionen wieder verlöscht. So wird es möglich sein, dass im Zuge dieses Forschungsvorhabens der Nachweis erbracht werden kann, dass die heutzutage erforderliche K₂60-Bekleidung ebenfalls in der Gebäudeklasse 5 eingesetzt werden kann. Es erscheint aus heutiger Sicht sogar möglich, dass diese reduziert werden kann. Die aufgeführten Beispiele zeigen, dass die Verwendung sichtbarer Holzbauteile im Deckenbereich (häufiger Wunsch der Bauherren und Architekten) in Kombination mit nichtbrennbar bekleideten Wandbauteile mit einem bauaufsichtlich zugelassenen Verfahren (DIN EN 1991-1-2) möglich erscheint. Das Brandverhalten der Bauteile muss hierzu jedoch im Detail untersucht werden. [9]

Die Entwicklung weiterer selbstverlöschender Holzbauteile kann beispielsweise durch im Inneren der Bauteile angeordnete nichtbrennbare Schichten oder durch neu zu entwickelnde Hybridbauteile erfolgen. Eine Kapselung über 90 Minuten ist sicherlich kein brauchbarer Lösungsansatz, da bereits eine K₂60-Kapselung die Grenzen der Wirtschaftlichkeit erreicht. [9]

Neben den geplanten Entwicklungen an der Konstruktion sollen Risikoanalysen durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass das akzeptierte Sicherheitsniveau durch die vorgeschlagenen Holzbaukonstruktionen und gegebenenfalls ergänzenden Kompensationsmaßnahmen uneingeschränkt erreicht werden kann. Als eine Kompensationsmaßnahme soll auch die insbesondere in den Städten hohe Leistungsfähigkeit der Feuerwehren berücksichtigt werden.

Darüber hinaus soll die Beherrschbarkeit der sich einstellenden Brandszenarien unter Berücksichtigung unterschiedlicher Ausbreitungsgrade und unterschiedlicher Anteile sichtbarer Holzoberflächen in der Nutzungseinheit untersucht werden. [10]

Weiterhin werden im Rahmen des Forschungsvorhabens verbesserte Regelungen zur Installationsführung in Holzbauteilen entwickelt und zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit die Anforderungen an nichtbrennbare Kapselungen reduziert sowie die Regelungen zur Ausführung vereinfacht. Zusätzlich sollen erweiterte Anwendungsmöglichkeiten von Holzkonstruktionen als nichtbrennbar bekleidete Treppenraumwände, Brandwandersatzwände oder für brandschutztechnisch erforderliche Trennwände untersucht werden. Weitere Schwerpunkte bilden die anlagentechnische Brandbekämpfung bei mehrgeschossigen Holzbauwerken sowie das Nachbrandverhalten der Holzbauteile. Hierbei soll auch die Möglichkeit eines reduzierten Sprinklerschutzes berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens sollen bereits projektbegleitend mit den zuständigen bauaufsichtlichen Gremien und Vertretern der Feuerwehren diskutiert werden, um eine nachfolgende Integration in die bauaufsichtlichen Vorschriften bestmöglich vorzubereiten.

3.5. Mehrgeschossiger Holzbau in Baden-Württemberg

Das folgende von der Hochschule Rottenburg beantragte Projekt soll gemeinsam mit den Forschungseinrichtungen TU München und Hochschule Magdeburg- Stendal durchgeführt werden. Die Forschungseinrichtungen werden von «HOLZBAU Baden-Württemberg» als Landesverband der klein- und mittelständischen Holzbauunternehmen sowie den überregionalen Verbänden «Deutschen Holzfertigbau-Verband» und «Bundesverband Deutscher Fertigbau» sowie «Holzbau Deutschland» beratend unterstützt. [3] Die Finanzierung erfolgt über ein EFRE-Programm der europäischen Union in Verbindung mit der L-Bank Baden-Württemberg.

Wie zuvor dargestellt ist mit der aktuellen Landesbauordnung Baden-Württemberg der Holzbau ohne weiterführende Anforderungen an brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen bis zur Hochhausgrenze möglich. Die Ausführungsverordnung zur baden-württembergischen Landesbauordnung besagt lediglich, dass tragende oder aussteifende Bauteile, die feuerbeständig sein müssen, aus brennbaren Baustoffen zulässig sind, wenn der Feuerwiderstand dieser Bauteile dem feuerbeständigen Bauteil entspricht und diese Bauteile so hergestellt und eingebaut sind, dass Feuer und Rauch nicht in andere Nutzungseinheiten insbesondere Geschosse übertragen werden können. Ziel des geplanten Forschungsvorhabens ist die Erarbeitung einer Richtlinie, die zeigt, mit welchen Bauteilen, insbesondere Bauteilanschlüssen Holzbauvorhaben in den Gebäudeklassen 4 und 5 in Baden-Württemberg realisiert werden können. [3]

Der Nachweis der Feuerwiderstandsdauer für Bauteile von 90 Minuten und mehr kann für ungeschützte und auch bekleidete Holzbauteile über normative Bemessungsverfahren nach DIN EN 1995-1-2 oder auf der Grundlage von Brandversuchen problemlos erbracht werden. Methoden zur quantitativen Beurteilung der Rauchdichtheit sind jedoch nur kleinstmaßstäblich ohne eine geeignete Übertragbarkeit auf reale Bauteilgrößen vorhanden. Insbesondere fehlen entsprechende Nachweise und Nachweisverfahren.

Durch das Fehlen entsprechender praxisbezogener Nachweisverfahren, insbesondere zur Beurteilung der Rauchdichtigkeit von Bauteilanschlüssen, liegen für Holzbaukonstruktionen bislang kaum entsprechende Nachweise vor, was die Planung und Erstellung mehrgeschossiger Gebäude in Holzbauweise im Sinne der LBO B-W weiterhin erschwert. Zudem existieren keine nachgewiesenen Konstruktionen, die neben den brandschutztechnischen Anforderungen gleichzeitig alle weiteren bauphysikalischen Anforderungen hinsichtlich Schall- und Wärmeschutz ausreichend berücksichtigen. Praxisrelevante Planungs- und Ausführungsregeln sowie Konstruktionsbeispiele für Bauteile und Bauteilanschlüsse gilt es zu erarbeiten und allgemeingültig in einem Richtlinienentwurf zusammenzufassen. Hierbei liegt ein weiterer Schwerpunkt auch auf der Ausführung von Durchdringungen haustechnischer Installationen im Sinne der Anforderung nach § 26 (3) LBO B-W. [4]. Weiterhin soll in dem Vorhaben geklärt werden, was bei einer nichtbrennbaren Bekleidung in notwendigen Rettungswegen unter einer «ausreichenden» Dicke zu verstehen ist. [3]

3.6. Erleichterungen für den Holzbau im Industriebau

Gefördert durch den Fachverband Holzleimbau erstellen das Ingenieurbüro Dehne, Kruse Brandschutzingenieure (Gifhorn) und die Hochschule Magdeburg-Stendal eine Studie zu den bauaufsichtlichen Hemmnissen für den Holzbau im Industriebau. Die zu berücksichtigende Muster-Industriebaurichtlinie (MIndRL) [11] stellt Mindestanforderungen an den Brandschutz im Industriebau. Erfüllt ein Industriebau die Anforderungen der Richtlinie, gelten die Schutzziele der jeweiligen Landesbauordnung als erfüllt. Hinsichtlich einer verstärkten Verwendung des Baustoffes Holz bringt die im Juli 2014 verabschiedete Fassung keinerlei Erleichterungen gegenüber der Vorgängerversion. Im Gegenteil sind tendenziell eher Verschärfungen in die neue Richtlinie (beispielsweise im Bereich der Außenwandbekleidungen) aufgenommen worden. Dies ist insofern überraschend, als dass es der aktuell zu beobachtenden Tendenz zur Überarbeitung der Landesbauordnungen widerspricht in denen vor dem Hintergrund des ungezügelten Ressourcenverbrauchs und Klimawandels die Notwendigkeit erkannt worden ist, verstärkt Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen einzusetzen.

Ziel der Untersuchungen ist es herauszuarbeiten an welchen Stellen die entscheidenden Einschränkungen für den Holzbau verankert sind, unter welchen Umständen die Beschränkungen der Holzbauweise der Muster-Industriebaurichtlinie reduziert werden können und welche Nachweise dazu erforderlich sind.

Tabelle 1: Ausschnitt der Tabelle 2 der MIndBauRL zur zulässigen Größe der Brandabschnittsfläche in m² [11]

Sicherheitskategorie	Anzahl der oberirdischen Geschosse					
	erdgeschossig		2geschossig		3gescho	
	Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden und aussteifenden Bauteile					
	aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerhemmend	Feuerhemmend	Hochfeuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Hochfeuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen
K 1	1.800 ¹⁾	3.000	800 ^{2) 3)}	1.600 ²⁾	2.400	1.200 ^{2) 3)}
K 2	2.700 ^{1) 4)}	4.500 ⁴⁾	1.200 ^{2) 3)}	2.400 ²⁾	3.600	1.800 ²⁾
K 3.1	3.200 ¹⁾	5.400	1.400 ^{2) 3)}	2.900 ²⁾	4.300	2.100 ²⁾
K 3.2	3.600 ¹⁾	6.000	1.600 ²⁾	3.200 ²⁾	4.800	2.400 ²⁾
K 3.3	4.200 ¹⁾	7.000	1.800 ²⁾	3.600 ²⁾	5.500	2.800 ²⁾
K 3.4	4.500 ¹⁾	7.500	2.000 ²⁾	4.000 ²⁾	6.000	3.000 ²⁾

Durch eine Umfrage in der Holzwirtschaft konnten die folgenden Wünsche identifiziert werden:

- Ein Großteil der Industriebauten wird nach Abschnitt 6, Tabelle 2 der MIndBauRL geführt. Hiernach muss der Holzbau mindestens eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten aufweisen. Die durch diese Anforderung entstehenden Mehrkosten machen den Holzbau im Vergleich zum Stahl, der für erdgeschossige Bauwerke ohne Feuerwiderstand ausgeführt werden darf, unwirtschaftlich. (vgl. Tabelle 1; entspricht der MIndBauRL Tabelle 2).
- Eine Aussteifung über Trapezbleche, wie im Stahlbau üblich, wird für den Holzbau nicht gewünscht. Die Halle soll im System einschließlich der Aussteifungsverbände gerichtet werden können, ohne auf Fremdfirmen angewiesen zu sein.
- Die Ausführung der Außenwände einschließlich der Fassadenoberfläche in Holz wird gewünscht.

Die Vorbehalte gegenüber einer erleichterten Verwendung der Holzbauweise ohne Anforderungen an den Feuerwiderstand im Industriebau bestehen insbesondere in den zusätzlichen Löscharbeiten der Feuerwehr, wenn sich ein Brand über die Konstruktion ausbreitet. Für die Lösungsansätze ist nachzuweisen, dass eine Holzkonstruktion in der Brandentstehungsphase nicht zu einer schnelleren Brandausbreitung führen oder der Feuerwehr durch eine Mindestfeuerwiderstandsdauer von Holzkonstruktionen ein zusätzliches Zeitfenster gegeben wird. Weiterhin ist unstrittig, dass sich durch eine Holzkonstruktion die Brandlast in der Industriehalle erhöht. Dadurch nimmt ein mögliches Brandereignis an Intensität und Länge zu. Die vorhandenen Lager- und Produktionsbrandlasten einer nach Tabellenwerten konstruierten Industriehalle führen jedoch auch bei einem nichtbrennbaren Tragwerk in der Regel zum Versagen der Konstruktion im Brandfall. Dies sollte unter dem Gesichtspunkt der Gleichbehandlung der Baustoffe jedoch nicht vernachlässigt werden, da andere Bauweisen auch ohne Löschangriff ebenfalls zwangsweise versagen. Da für Stahlkonstruktionen gemäß M-IndBauRL, Tabelle 2 (vgl. Tabelle 1) eine Ausführung ohne Feuerwiderstand zulässig ist, kann diese Vorgehensweise für Holztragwerke auf der sicheren Seite liegend adaptiert werden, wenn die Holzkonstruktion für die zusätzlich vorhandene immobile Brandlast der Konstruktion ausgelegt wird. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Brandlast der Konstruktion gemäß DIN 18230 mit $t_a \leq 15$ Minuten angenommen werden kann.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, warum auch für Hallen kleiner 2500 m² Anforderungen an die Brennbarkeit des Tragwerks gestellt werden, da das Dach selbst brennbar ausgeführt werden kann. Das heißt, es dürfte z. B. ein ungeschützter geschäumter Dämmstoff als Dachscheibe bis 2.499 m² verbaut werden. Warum dies bei einer Stahlkonstruktion ohne geforderten Feuerwiderstand akzeptabel ist, gilt es zu hinterfragen. Auch stellt sich die Frage, ob die Erleichterungen durch Sprinkleranlagen für den Holzbau in der M-Ind-BauRL ausreichend berücksichtigt sind.

Es war ausdrücklicher Wunsch des Projekts den Dialog mit den Entscheidungsträgern zu suchen um die Vorbehalte gegenüber der Verwendung von brennbaren Baustoffen bei Industriebauten zu erfahren. Diesem Wunsch ist die Arbeitsgruppe Industriebaurichtlinie gerne entsprochen. Erst in einem zweiten Schritt soll untersucht werden, ob sich diese Vorbehalte durch wissenschaftlich belegte Argumentationen ausräumen lassen. Gelingt dies nicht, sollen entsprechende Forschungsprojekte aus der Branche heraus initiiert werden. Ein mögliches Ergebnis kann selbstverständlich auch sein, dass ein Teil der Vorbehalte durchaus berechtigt ist.

4. Zusammenfassung

Die Vorzüge von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holz sind wegen ihrer Nachhaltigkeit und aus klimapolitischen Gründen zu begrüßen und eine Erweiterung des Anwendungsbereichs ist wünschenswert. Allerdings muss dabei immer darauf geachtet werden, dass dies in einem verantwortungsvollen Maß geschieht und auf wissenschaftlich nachgewiesenen Erkenntnissen beruht. Daher startete im August 2017 ein von der Fachagentur nachwachsende Rohstoffe (FNR) geförderter Forschungsverbund, um zu zeigen, unter welchen Randbedingungen auch feuerbeständige Bauteile in Holz hergestellt werden können. Hiermit kann eine Öffnung des Holzbau für die Gebäudeklasse 5 ermöglicht werden. Das Land Baden-Württemberg ist hier schon einen Schritt weiter und hat die Gebäudeklasse 5 bereits für ungeschützte Holzbauteile geöffnet, sofern nachgewiesen werden kann, dass insbesondere eine geschossweise Brand- und Rauchübertragung ausgeschlossen werden kann. Dieser Fragestellung wird in einem EFRE-Forschungsvorhaben nachgegangen. In einem weiteren Verbund-Projekt der FNR soll der Nachweis geführt werden, unter welchen Randbedingungen der Einsatzbereich von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen gefahrlos erweitert werden kann. Erste Forschungsergebnisse eines AIF-Projekts zur brandsicheren Anwendung eines Wärmedämmverbundsystems auf Basis von Holzfaserdämmplatten für die Gebäudeklassen 4 und 5 wurden ebenfalls in diesem Beitrag erwähnt. Hierbei spielt das Glimmverhalten eine entscheidende Rolle. Noch stärker eingeschränkt wird die Holzbauweise bei Sonderbauten. Diesem Thema widmet sich in einem ersten Schritt ein von der Studiengemeinschaft Holzleimbau finanziertes Forschungsvorhaben zur Verwendung von Holz im Industriebau.

Die aufgeführten Forschungsvorhaben zeigen, dass sich die handelnden Akteure ihrer Verantwortung bewusst sind. Denn auch den Befürwortern des Holzbaus ist klar, dass ein Brandschaden mit Todesfolgen, die in Verbindung zur Brennbarkeit der Konstruktion zu sehen sind, die positive Entwicklung der letzten Jahre sofort stoppen und umkehren könnte.

5. Literatur

- [1] Musterbauordnung – MBO- Fassung November 2002, zuletzt geändert im Mai 2016
- [2] M-HFHolzR: Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (Muster-Holzbaurichtlinie - M-HFHolzR), Fassung Juli 2004
- [3] Dederich, L.: Entwicklung einer Richtlinie für Konstruktionen in Holzbauweise in den GK 4 und 5 gemäß der LBO BW; Hochschule Rottenburg; EFRE-Forschungsantrag 2016
- [4] Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in der Fassung vom 5. März 2010, zuletzt geändert durch Gesetz vom 11. November 2014
- [5] Steeger, F.; Küppers, J.; Brunkhorst, S.: Schwel- und Brandverhalten von Wärmedämmverbundsystemen aus Holzfaserdämmplatten Bautechnik Juni 2017, S. 361–367
- [6] Steeger, F.; Küppers, J.; Brunkhorst, S.: Untersuchungen zum Schwel- und Glimmverhalten von Holzfaserdämmstoffen zur Verwendung im Wärmedämmverbundsystem; 5. Magdeburger Brand- und Explosionsschutztag, 2017
- [7] Hosser, D.; Kampmeier, B.: Untersuchungen zur Optimierung und Standardisierung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen; Teilprojekt 3b: Brandtechnische Untersuchungen zur Optimierung der Flammenschutzmittelzusammensetzung und des Brandverhaltens auf Bauteilebene. Schlussbericht eines vom BMELV geförderten und der FNR betreuten Forschungsvorhaben, FKZ:22008905, 2007
- [8] Schwab, H.; u. a.: Mehr als nur Dämmung - Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen Vorhabensbeschreibung zum FNR-Forschungsverbund; 14.09.2016
- [9] Kampmeier, B.; Zehfuß, J.: Brandrisiko bei Gebäuden in Holzbauweise; Tagungsband Braunschweiger Brandschutztag 2016
- [10] Winter, S; Zehfuß, J.; Kampmeier, B.: Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung zur Fortschreibung bauaufsichtlicher Regelungen in Hinblick auf eine erweiterte Anwendung des Holzbaus; FNR-Antragsskizze 2016
- [11] Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL); Stand Juli 2014

Das FLACHDACH richtig ausgeführt

Die neue Flachdachrichtlinie

Christian Anders
Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e.V.
Köln, Deutschland



Die neue Flachdachrichtlinie

1. Ziel des Regelwerks

Das Dachdeckerhandwerk will mit dem bestehenden Regelwerk eine Zusammenfassung dessen liefern, was unter üblichen Umständen (d.h. im Regelfall) zu einem funktionsfähigen Werk führt und den üblichen Anforderungen der Auftraggeber entspricht. Der Fokus des Regelwerkes liegt somit darauf, aufzuzeigen, was nachweislich funktioniert und in der Baupraxis überwiegend ausgeführt wird. Durch diesen Grundansatz soll dem Planer, dem Ausführenden und insbesondere dem Bauherrn, also dem Auftraggeber, aufgezeigt werden, was im Rahmen des Werkvertrags für die Bauleistung üblicherweise mindestens zu erbringen ist.

Die Werkverträge zwischen

- Auftraggeber (Bauherr) und Auftragnehmer (Planer)
- Auftraggeber (Bauherr) und Auftragnehmer (Dachdecker)

haben mindestens das Ziel, dass die geplante, beauftragte und ausgeführte Leistung für die vorausgesetzte Verwendung geeignet ist und dem entspricht, was bei Werken gleicher Art üblich ist und somit vom Auftraggeber erwartet werden kann. Das Regelwerk des Dachdeckerhandwerks, vor allem die Fachregel für Abdichtungen -Flachdachrichtlinie-, haben somit den Anspruch die allgemein anerkannten Regeln der Technik in dem jeweiligen Bereich abzubilden.

Selbstverständlich können auch Leistungen vertraglich vereinbart werden, die zu einem qualitativ höherwertigeren Werk führen.

2. Überarbeitung

Vor diesem Hintergrund haben Dachdeckerhandwerk und Bauindustrie gemeinsam die Fachregel für Abdichtungen -Flachdachrichtlinie- überarbeitet und neu gefasst. Die Eingangsfragen, die in der Überarbeitung der Flachdachrichtlinie gestellt wurden, zielten vornehmlich auf die baupraktische Realität. In der Folge wurden diese Kernthemen überarbeitet:

- Differenzierung der Beanspruchungen und davon abgeleitete erforderliche Mindest-Qualitäten der Abdichtungen
 - Anwendungskategorien / mäßige und hohe Beanspruchung
 - Beanspruchungsklassen
 - Eigenschaftsklassen
- Gefälle
- «Marktsituation» hinsichtlich der geplanten und ausgeführten Abdichtungen
- wasserunterlaufsichere Ausführung der Abdichtung bzw. Dampfsperre
- Lesbarkeit der Fachregel für Abdichtungen -Flachdachrichtlinie-.

3. Ausgangssituation – Anwendungskategorien

Die in der 2008er-Flachdachrichtlinie enthaltenen Anwendungskategorien definierten für nicht genutzte Dächer mit der Anwendungskategorie «K1» eine Mindestanforderung sowie eine höherwertige Abdichtung mit der Anwendungskategorie «K2». Mit der Anwendungskategorie «K2» sollte

- eine erhöhte Zuverlässigkeit und/oder
- eine längere Nutzungsdauer und/oder
- ein geringerer Instandhaltungsaufwand

erreicht werden. Daraus resultierten folgende Anforderungen:

- ausgeführtes Gefälle der Abdichtungsebene von mindestens 2% in der Fläche, Empfehlung von 1% in den Kehlen,
- Abdichtungsqualität
 - 2 Lagen Polymerbitumenbahnen
 - Kunststoffbahnen mit einer Mindestnenndicke von 1,5 mm,
 - Elastomerbahnen mit einer Mindestnenndicke von:
 - 1,3 mm bei homogenen oder kaschierten Bahnen,
 - 1,6 mm bei Bahnen mit innenliegender Verstärkung,
 - Flüssigkunststoff min. 2,1 mm dick,
- Verwahrung des oberen Endes von Anschlüssen an aufgehende Bauteile mit eingelassenen Blechen,
- Bleche bei Bitumenbahnabdichtungen nur als Stützkonstruktion.

Im Bereich der genutzten Dachflächen wurde zwischen einer mäßigen Beanspruchung, z.B. bei Balkonen, Laubengängen und Loggien, und einer hohen Beanspruchung, z.B. Dachterrassen, unterschieden. Abgeleitet von den Beanspruchungen wurden entsprechende Mindestqualitäten der Abdichtung definiert.

4. Die Baupraxis

Im Rahmen der Überarbeitung wurden zwei Dinge relativ früh hinterfragt:

- Werden die Anwendungskategorien in der Baupraxis überhaupt «gelebt»?
- Welche Relevanz haben die Anwendungskategorien in der Baupraxis?

Die Antworten darauf waren eindeutig – «Nein» bzw. «von geringer Bedeutung» – und haben automatisch die Frage hinsichtlich der tatsächlichen Marktsituation nach sich gezogen. Hier hat sich bestätigt, dass die «Abdichtungsqualitäten» der bisherigen Anwendungskategorie «K2» bei den nicht genutzten Dächern, genutzten Dach- und Deckenflächen sowie erdüberschütteten und befahrenen Flächen bereits der baupraktische Standard sind.

Die Marktsituation hinsichtlich des ausgeführten Gefälles der Abdichtungsebene zeigte klar auf, dass in der Planung das 2 %-Gefälle die Regel darstellt, jedoch bezüglich des ausgeführten Gefälles real nur bei einlagigen Polymerbitumenbahnabdichtungen und bei Oxidationsbitumenbahnen als untere Lage einer mehrlagigen Abdichtung eine Rolle spielt.

Von der erhöhten Qualität der Anwendungskategorie «K2» blieben somit nur noch die Verwahrungen und die «Stützbleche» als Parameter für die Differenzierung der Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Instandhaltungsaufwand übrig. Eingeklebte Blech bei Bitumenbahnabdichtungen sind mittlerweile von untergeordneter Marktbedeutung, da diese Anschlüsse mittlerweile überwiegend unter Verwendung von Flüssigkunststoffen ausgeführt werden.

Vor dem Hintergrund der real eingesetzten Abdichtungsqualitäten wurden auch die Beanspruchungs- und Eigenschaftsklassen hinterfragt. Die Beanspruchungsklassen haben die mechanische und thermische Beanspruchung klassifiziert. Dem gegenüber standen die Eigenschaftsklassen, die den thermischen und mechanischen Widerstand der Abdichtungsmaterialien darstellen sollten. Da die üblichen Abdichtungsmaterialien wie Polymerbitumenbahnen, Kunststoff- und Elastomerbahnen sowie Flüssigkunststoffe jeweils einem hohen Widerstand gegenüber thermischer und mechanischer Beanspruchung und somit

der Eigenschaftsklasse E1 zugeordnet waren, bestand einzig noch bei den Oxidationsbitumenbahnen und den Polymerbitumenbahnen mit Kupferbandeinlage oder Kupferfolienverbundeinlage eine Differenzierung. Dass eine Oxidationsbitumenbahn eine geringere Wärmestandfestigkeit als eine Polymerbitumenbahn und dass Bahnen mit Kupferband- oder Kupferfolienverbundeinlage wegen der unterschiedlichen thermischen Längenänderung einen schweren Oberflächenschutz benötigen, ist hinlänglich bekannt und kann somit auch direkt gesagt werden und bedarf daher keinerlei Klassifizierung. Weiterhin sind diese beiden Bahnentypen mit Blick auf die Marktsituation von untergeordneter Bedeutung.

5. Zwischenschritt in der Überarbeitung

Auf diesen Tatsachen aufbauend wurde in der Überarbeitung der Flachdachrichtlinie zunächst das Ziel verfolgt, die Anwendungskategorie «K2» «mit Leben» zu füllen, d.h. Maßnahmen und Eigenschaften von Materialien zu beschreiben, die tatsächlich eine erhöhte Zuverlässigkeit und/oder eine längere Nutzungsdauer und/oder einen geringeren Instandhaltungsaufwand zur Folge haben, die über das Übliche hinausgehen. Es entstand zunächst eine relativ umfangreiche Liste, in der z.B.

- im Bereich «Zuverlässigkeit»
 - die Sicherung gegen Wasserunterläufigkeit,
 - Doppelnähte bei Kunststoff- und Elastomerbahnen,
 - Dampfsperre mit Notabdichtungsfunktion,
 - Verbundblech ausschließlich als «Trägerbleche»,
 - Türen mit spezieller Abdichtungsfunktion,
- im Bereich «Nutzungsdauer»
 - Erhöhung der Dicke von Kunststoff- und Elastomerbahnen auf > 1,5 mm,
 - Dreilagige Polymerbitumenbahn-Abdichtungen,
 - Generelle Forderung von schwerem Oberflächenschutz (z.B. Kies),
 - Werkstoffgüte von Befestigern,
- im Bereich «Instandhaltungsaufwand»
 - Zugänglichkeit von Details,
 - Absturzsicherungen

enthalten waren. Da jedoch jedes Bauwerk hinsichtlich der Kombination aus konstruktiven sowie örtlichen Gegebenheiten sowie der Zielsetzungen des Bauherrn individuell ist, war eine pauschale und somit starre Zuordnung dieser Maßnahmen nicht möglich. Entsprechend wurden die Anwendungskategorien aus der Flachdachrichtlinie gestrichen.

Es gilt der Grundsatz: höherwertige Qualitäten sind objektspezifisch zu planen.

Die oben bereits angesprochenen Aspekte «Dichtstoffverfugungen» und «eingeklebte Bleche» wurden durch konkretisierende Aussagen ersetzt:

1. Dichtstoffverfugungen sind wegen ihrer begrenzten Nutzungsdauer regelmäßig instand zu setzen
2. Bei eingeklebten Blechen wurden die Anforderungen an die Klebfläche auf 160 mm erhöht sowie die zwingende Ausführung im Lagerrückversatz aufgenommen.

6. Neue Gliederung und erweiterter Anwendungsbereich

Zur Verbesserung der Lesbarkeit der Flachdachrichtlinie wurde die Gliederung geändert. Die Differenzierung zwischen Regelungen für nicht genutzte und genutzte Flächen der Vorgängerfassung wurde aufgehoben. Die neue Fachregel ist wie folgt gegliedert:

1. Allgemeine Regeln
2. Beanspruchungen und Anforderungen
3. Planung und Ausführung der Funktionsschichten
4. Details
5. Pflege und Wartung
 - Anhang I Windsogsicherung
 - Anhang II Detailskizzen.

Der Geltungsbereich der Fachregel für Abdichtungen wurde erweitert und gilt nun für die Planung und Ausführung von Abdichtungen

- nicht genutzter Dachflächen, einschließlich extensiv begrünter Dachflächen,
- genutzter Dach- und Deckenflächen z.B. intensiv begrünte Flächen, Terrassen, Dächer mit Solaranlagen, Balkonen, Loggien und Laubengänge,
- erdüberschütteter Deckenflächen,
- befahrener Dach- und Deckenflächen aus Stahlbeton

mit Abdichtungsbahnen und Flüssigkunststoffen sowie allen für die Funktionsfähigkeit des Dachaufbaus/Bauteilaufbaus erforderlichen Schichten.

Auf eine Begrenzung der Wasseranstauhöhe bei bahnenförmigen Abdichtungen wurde verzichtet. Dies geschah vor dem Hintergrund, dass erst ab einer Wasseranstauhöhe von 3,0 m der Bedarf besteht, die Bahndicke bzw. Lagenanzahl zu hinterfragen, und solch eine Wasseranstauhöhe bei begrünten oder erdüberschütteten Flächen wohl nicht als üblicher Fall zu betrachten ist. Die Anwendung von Flüssigkunststoffen ist hingegen auf eine Wasseranstauhöhe von maximal 0,10 m begrenzt, also nur für «nicht drückendes Wasser».

Durch die neue Gliederung mit dem Fokus auf den Funktionsschichten konnte der Umfang im regelnden Teil auf 44 Seiten reduziert werden. Einschließlich der beispielhaften und damit nicht regelnden Abbildungen des Anhangs II hat die Flachdachrichtlinie in gedruckter Fassung einen Umfang von 100 Seiten.

7. Gefälle

Abdichtungen müssen wasserdicht sein, weshalb Gefälleregeln zunächst nichts mit der Wasserdichtheit der Abdichtung zu tun haben. Gleichwohl werden aber noch weitere Anforderungen an abgedichtete Flächen gestellt, wie beispielhalber die Entwässerung und die Dauerhaftigkeit. Niederschlagswasser soll vom Grundsatz von der abgedichteten Fläche abgeführt werden, es sei denn, es soll planmäßig auf den Flächen zurückgehalten werden. Daher fordert die neue Flachdachrichtlinie, die Abdichtungsunterlage in der Fläche mit einem Gefälle von 2 % zu planen, unabhängig, ob die Fläche nicht genutzt, genutzt, erdüberschüttet oder befahren ist. Von dieser allgemeinen Forderung kann in begründeten Fällen abgewichen werden. Die Flachdachrichtlinie führt beispielhaft, und damit nicht abschließend, begründete Fälle wie z.B. eine reduzierte Anschlusshöhe im Bereich von Türen oder die planmäßige Anstaubewässerung auf. Weitere begründete Fälle, in denen gefällelos geplant werden kann, können objektspezifisch gegeben sein und sollten schriftlich dokumentiert werden.

Durch die bedingte Forderung – «soll mit 2 % in der Fläche geplant werden» – wird ein grundsätzliches Ziel definiert, jedoch ist auch eine gefällelose Planung – ohne Gefälle oder mit einem Gefälle < 2 % – im Rahmen der allgemein anerkannten Regeln der Technik möglich.

Die letzten Jahrzehnte haben gezeigt, dass bei stehendem Wasser auf der Abdichtung sowie einer freien Bewitterung die reale «Lebenszeit» der Abdichtung im Vergleich zu einer

gleichartigen Abdichtung mit schwerem Oberflächenschutz eingeschränkt ist. Da diese Erfahrung jedoch hinsichtlich der «Verkürzung der Lebenszeit der Abdichtung» nicht quantifizierbar ist, empfiehlt die Flachdachrichtlinie bei gefällelosen Flächen einen schweren Oberflächenschutz.

Bedingt durch technische Anforderungen, z.B. wegen etwaiger Nutzsichten oberhalb der Abdichtung, oder optischer Anforderungen hinsichtlich der Verringerung von stehendem Wasser auf der Abdichtung, kann eine komplexe Planung der Abdichtungsunterlage erforderlich sein. Dies kann jedoch nur objektspezifisch – und nicht allgemein – erfolgen. In diesen Fällen ist, anders als im Normalfall, die Nivellierung der Oberfläche der Unterkonstruktion erforderlich, die produkt- und bauartspezifischen Toleranzen sowie Verformungen der Unterkonstruktion sind ebenfalls zu berücksichtigen. Ein abgedichtetes Dach/Bauteil ohne Stellen mit mindestens temporär stehendem Wasser oder ohne Pfützenbildung – wie beispielsweise um Durchdringungen – ist nicht die Regel, sondern die Ausnahme.

8. Abdichtung

Stehendes Wasser oder Pfützenbildung kommt auf nahezu jedem Dach oder jeder abgedichteten Fläche vor, daher steht ein grundsätzlicher «Bemessungsansatz», bei dem die Abdichtungsqualität vom Gefälle abhängt, – sei es planerisch und/oder ausgeführt – in Frage. In der Flachdachrichtlinie ist dieser grundsätzliche Ansatz nicht wiederzufinden. Für die Abdichtung von nicht genutzten Dächern, genutzten Dach- und Deckenflächen, erdüberschütteten Deckflächen sowie befahrenen Dach- und Deckenflächen aus Stahlbeton sind vereinfacht

- zwei Lagen Polymerbitumenbahnen
- Kunststoffbahnen mit einer Mindestnenndicke von 1,5 mm,
- Elastomerbahnen mit einer Mindestnenndicke von
 - 1,3 mm bei homogenen oder kaschierten Bahnen und nicht genutzten Flächen,
 - 1,5 mm bei homogenen oder kaschierten Bahnen und genutzten oder erdüberschütteten Flächen,
 - 1,6 mm bei Bahnen mit innenliegender Verstärkung,
- Flüssigkunststoff mindestens 2,1 mm dick mit Kunststofffaservlies-Einlage und ETA nach ETAG0051 mit den höchsten Leistungsstufen.

geeignet.

Bei den Bitumenbahnabdichtungen mit Oxidationsbitumenbahnen als untere Lage sowie bei den einlagigen Polymerbitumenbahnen gibt es weiterhin die Anforderung an das ausgeführte Gefälle der Abdichtungsunterlage von 2 % in der Fläche. Der oben bereits beschriebene Bedarf eines schweren Oberflächenschutzes bei Oxidationsbitumenbahnen und Polymerbitumenbahnen mit Kupferband- oder Kupferfolienverbundeinlage ist selbstverständlich auch in der Fachregel enthalten. Die letztgenannten Polymerbitumenbahnen sind hinsichtlich des Marktgeschehens jedoch von untergeordneter Bedeutung. Langfristig wird wohl die Art und Weise wie Bitumenbahnen den Widerstand gegen Durchwurzelung erreichen vor dem Hintergrund der Auswirkungen auf die Umwelt hinterfragt werden.

Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen sind ausschließlich als untere Lagen üblich (ausgenommen befahrene Flächen), weshalb kaltselbstklebende Oberlagsbahnen aus der Flachdachrichtlinie gestrichen wurden. Hierbei ist auch zu erwähnen, dass die Nähte der kaltselbstklebenden Bahnen in Baupraxis fast ausschließlich mit einer zusätzlichen Wärmezugabe, mittels Brenner, gefügt werden. Da bei diesen Bahnen somit auch das Schweißverfahren angewendet wird, sehen Dachdeckerhandwerk und Bauindustrie den Bedarf, die Dicke der kaltselbstklebenden Polymerbitumen-Unterlagsbahnen zu erhöhen. Die Empfehlung der neuen Flachdachrichtlinie lautet daher Mindestnenndicke 3,5 mm für diese Bahnen.

¹ ETAG 005 Leitlinie für die europäische technische Zulassung für „Flüssig aufzubringende Dachabdichtungen“

Die im Winter 2012 aufgetretenen Shattering-Schäden bei Kunststoffbahnen auf Basis von Polyvinylchlorid (PVC-P und EVA/EVAC) und die bereits zuvor und nach diesen Ereignissen erfolgte Vorgehensweise seitens der Hersteller dieser Produkte hat dazu geführt, dass allgemein anerkannt gesagt werden kann und muss:

Kunststoffbahnen auf Basis von Polyvinylchlorid (PVC-P und EVA/EVAC) ohne Einlage oder innenliegende Verstärkung bedürfen entweder einen oberseitigen Schutz vor tiefen Temperaturen oder eine Verklebung mit der Unterlage.

Die Mindestnenndicke beträgt 1,5 mm. Ein positiver Beleg dieser Vorgehensweise stellt das mehrfache Auftreten von Shattering im Winter 2017 dar.

9. Weitere Funktionsschichten

Neben der Abdichtung und den Gefälleregelungen standen natürlich auch weitere Themen auf der Agenda. Die Flachdachrichtlinie setzt sich nicht nur mit der Abdichtung auseinander, sondern auch mit den Funktionsschichten der Bauteile, die üblicherweise im Rahmen der Werkverträge zu erbringen sind. Hier sind an erster Stelle die Hinweise und Regelungen zu Wärmedämmungen zu nennen. In Ermangelung praxisgerechter Regelungen normativer und bauaufsichtlicher Natur wurden Anforderungen an die Druckfestigkeit (≥ 70 kPa) sowie lastverteilende Schichten für Mineralwolle-Wärmedämmungen bei Dächern mit Solaranlagen oder anderweitigen technischen Anlagen aufgenommen. Mit Blick auf die Dämmstoffe aus expandiertem Polystyrol (EPS) wurde ein Hinweis auf die vorhandene Problematik des Schrumpfverhaltens und die daraus ggf. resultierenden konstruktiven Anforderungen an die Randfixierung sowie die Verfalzung der Dämmplatten aufgenommen. Ebenfalls konstruktiver Natur ist die bedingte Forderung, auf EPS-Dämmstoffe vor transparenten oder stark reflektierenden Fassadenfläche wegen der begrenzten Temperaturbeständigkeit dieser Dämmstoffe zu verzichten.

10. Zuverlässigkeit

Der Aspekt der Zuverlässigkeit wird in der Flachdachrichtlinie ebenfalls behandelt. Allgemein verbindliche Vorgehensweisen - wann ist welcher Grad der Zuverlässigkeit erforderlich und mit welchen Maßnahmen wird dieser erreicht - bestehen nur in sehr geringem Umfang. Aufgrund der Tatsache, dass die Zuverlässigkeit unterschiedlich definiert werden kann, ist objektspezifisch die Frage zu beantworten: «Worauf bezieht sich die Zuverlässigkeit? - Auf die Abdichtung? Auf das Bauteil? Auf das Bauwerk?». Dass einlagige Abdichtungen und mehrlagige Abdichtungen, Bauteile mit Abschottungen, vollflächig verklebte Bauteilaufbauten und wasserunterlaufsichere Dampfsperren/Abdichtungen unterschiedliche Zuverlässigkeitsniveaus haben, zeigen auch die Aussagen der Produkthersteller. Und an dieser Stelle ist abermals hervorzuheben, wer im Rahmen der Bauleistung, also des Werkvertrags, die Akteure sind:

1. der Bauherr/Auftraggeber,
2. der Planer/Auftragnehmer,
3. der Ausführende/Dachdecker/Auftragnehmer.

Somit sind es diese drei Parteien, die hinsichtlich der Zuverlässigkeit objektspezifisch den Grad der Zuverlässigkeit festlegen, worauf sich die Zuverlässigkeit bezieht und mit welchen Maßnahmen dies erreicht werden soll. Die Flachdachrichtlinie gibt Hinweise zu Maßnahmen, die sich auf die Zuverlässigkeit beziehen, stellt jedoch keine Forderungen auf, wann diese Maßnahmen zu planen und auszuführen sind. Dies gilt insbesondere für die Maßnahmen zur Sicherung gegen Wasserunterläufigkeit (umgangssprachlich: wasserunterlaufsichere Konstruktionen):

Die Flachdachrichtlinie regelt nur, mit welchen Maßnahmen konkret die Dampfsperre oder Abdichtung gegen Wasserunterläufigkeit gesichert werden kann, jedoch nicht, wann und ob die Maßnahmen zur Sicherung gegen Wasserunterläufigkeit erforderlich sind.

Demzufolge stellt die Flachdachrichtlinie nicht die Forderung nach «Wasserunterlauf-sicherheit», sondern geht darauf ein, welche vertragsrechtlichen Forderungen bestehen, wenn «Wasserunterlaufsicherheit» gefordert ist.

11. Zusammenfassung

Die neue Flachdachrichtlinie ist keine Revolution im Vergleich zur 2008er-Fassung, sondern eine Evolution. Sie setzt den Fokus auf die in der Baupraxis ausgeführten und funktionierenden Bauarten und Materialien und nicht auf dem, was funktionieren könnte. Die Grundgedanken der alten Flachdachrichtlinie – Beschreibung dessen, was üblicherweise geplant und ausgeführt wird sowie die Beschreibung einer qualitativ höherwertigeren Ausführung – wurden beibehalten. Die Baupraxis zeigt jedoch, dass das «qualitativ Höherwertigere» allgemein nicht zu beschreiben, sondern objektspezi-fisch ist und von der Zielsetzung des Bauherrn/Auftraggebers abhängt. Daher werden hierzu nur Planungshinweise gegeben, was nochmals die Bedeutung des Werkvertrags und den daran Beteiligten hervorhebt.

Unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise richtig ausgeführt

Martin Teibinger
HTL Wien 3
Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger
Wien, Österreich



Unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise richtig ausgeführt

1. Einführung

Unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise stellen seit Jahren vor allem für den Gewerbe- und Industriebau eine wirtschaftliche und ökologisch interessante Alternative zu Sandwichelementen dar. Die Sicherheit und Fehlertoleranz der Konstruktionen wird unterschiedlich gesehen. Sie hat sich aber in den letzten Jahren infolge von Produktentwicklungen und vielen internationalen Forschungsarbeiten [1, 2, 3] verbessert. Es wurden bauphysikalische Regeln für nachweisfreie Konstruktionen [4] erarbeitet und Konstruktionen und Anwendungsfälle ohne weitere Nachweise [5, 6, 7] publiziert. Im Abschlussbericht «Zuverlässigkeit von Holzdachkonstruktionen ohne Unterlüftung der Abdichtungs- oder Decklage» des Aachener Institutes für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik aus dem Jahr 2014 wird trotzdem angeführt, dass diese Konstruktionen selbst mit Einsatz feuchteadaptiver Dampfbremsen (FADAB) schadensanfällig sind und dass vor ihnen grundsätzlich abzuraten ist [8]. Wie passen diese zwei Meinungen zusammen? Worauf können sich Planende, Ausführende und Investoren verlassen? Der Beitrag gibt einen kurzen Überblick zur historischen Entwicklung der Forschungsarbeiten und führt anhand bestehender Schadensrisiken Vorschläge zur Konstruktion unbelüfteter Holzflachdächer in Abhängigkeit der Nutzungskategorien an.

2. Überblick der Forschungsarbeiten und der Entwicklungen zu unbelüfteten Flachdächern

Im Folgenden wird ein chronologischer Überblick zu den Forschungsarbeiten und Entwicklungen zu unbelüfteten Flachdächern angeführt.

Tabelle 1: Überblick der Forschungsarbeiten und Publikationen

Zeitraum	Erkenntnisse	Quellen
1990	In der Fachdiskussion zur Bauphysik von Holzbauteilen taucht erstmalig die Forderung nach einer Trocknungsreserve für «außerplanmäßige Befeuchtungen» auf.	
1998	Erste hygrothermische Parameterstudie zur Feuchtebilanz von außenseitig dampfdichten Holzbaudächern	9
1999	Quantifizierung des erforderlichen Verdunstungsüberschusses bei der Glaserberechnung durch das IBP (250 g/m ² a)	10
2001	Erscheinen der WTA Merkblätter 6-1 & 6-2 zur hygrothermischen Simulation	11, 12
2004	Mehrere Publikationen zum trockenungsfördernden Effekt von feuchteadaptiven Dampfbremsen bei Flachdächern	13, 14, 15
2005	Hinweis, dass Konstruktionen ein Trocknungspotenzial benötigen und «dicht-dicht Konstruktionen zu vermeiden sind.	16
2007	Merkblatt des Schweizer Verbandes Dach und Wand «Feuchteschutz bei Flachdächern in Holzbauweise	7
2008	Spezialheft des INFORMATIONSDIENST HOLZ «Flachdächer in Holzbauweise»	6
2009-2012	Ergebnisse aus dem österreichischen Flachdachprojekt hinsichtlich Einsatzgrenzen von FADAB's, Erarbeitung eines Konvektionsmodells und Grundlage der nachweisfreien Konstruktionen in einer Planungsbroschüre	1, 5, 17, 18
2011	Veröffentlichung der «7 goldenen Regeln für ein nachweisfreies Flachdach» durch die Referenten beim 2. int. Holz[Bau]Physik Kongresses in Leipzig. http://holzbauphysik.de/downloads.php	4

2013	Veröffentlichung der Ergebnisse zu teilgedämmten, flachgeneigten hölzernen Dachkonstruktionen	19
2012-2016	diverse Veröffentlichungen anlässlich der Internationalen Holz[Bau]Physik Kongresse	20
2016	Veröffentlichung des WTA Merkblattes 6-8 «Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – vereinfachte Nachweise und Simulation»	21
Mitte 2017	online Version Planungshilfe Flachdach	22
Ende 2017	Veröffentlichung der Ergebnisse zu RooFit4PV PV-Anlagen auf hölzernen Dachelementen	22

3. Holz und Feuchtigkeit

Holz ist der nachwachsende, ökologische Baustoff mit einem sehr guten Verhältnis von Masse zu Tragfähigkeit und einem kalkulierbaren Brandverhalten. Zusätzlich weist Holz bekanntlich unter den tragenden Baustoffen die besten wärmedämmenden Eigenschaften auf. Als natürlicher Baustoff wird der Rohstoff im natürlichen Kreislauf durch Pilze und Insekten wieder in seine Bestandteile zerlegt, was grundsätzlich auch gut ist. Bei verbauten Holz gilt es diesen Zersetzungsprozess natürlich zu verhindern. Für einen Befall durch holzerstörende Pilze sind Pilzsporen, Sauerstoff und eine hohe Holzfeuchtigkeit (in der Regel über Fasersättigungsbereich) erforderlich. Da wir weder die Pilzsporen in der Luft noch im Hochbau den Sauerstoffgehalt reduzieren können, setzen wir mit Maßnahmen des konstruktiven Holzschutzes an der Vermeidung einer hohen Holzfeuchtigkeit an. DIN 68800-2 [23] und ÖNORM B 3802 [24] lassen eine maximale Holzfeuchtigkeit von 20 M-% über den Nutzungszeitraum der Holzkonstruktion zu. Dadurch kann eine Zerstörung durch Pilze verhindert werden. Die Wahrscheinlichkeit einer Zerstörung durch Insekten kann bei den vorliegenden Konstruktionen und den üblichen Bauweisen (Einsatz von kammergetrocknetem Holz) vernachlässigt werden.

4. Feuchteinträge

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten zu unbelüfteten Flachdächern in Holzbauweise lag in den letzten Jahren im Bereich des konvektiven raumseitigen Feuchteintrages durch Leckagen in der luftdichten Ebene, den Möglichkeiten der Rücktrocknung bei unterschiedlichen Dampfbremsen und Dachabdichtungen, Klimarandbedingungen, wie Solarstrahlung, Beschattung und den internen Feuchtelasten. Es wurden somit die bauphysikalischen Randbedingungen für das Funktionieren der Konstruktion festgelegt. Natürlich wurde in den erarbeiteten Regelwerken für Konstruktionen ohne weitere Nachweise, wie den «7 goldenen Regeln» [4] sowie der Planungsbroschüre der Holzforschung Austria [5] auch die Einbaufeuchtigkeit des Holzes mit 15 ± 3 M-% und der Holzwerkstoffe mit 12 ± 3 M-% begrenzt. Eine Messung und Dokumentation vor dem Verschließen der Elemente wurde zusätzlich gefordert. An der Holzforschung Austria wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens die «Reaktionszeiten» unterschiedlicher Feuchtemonitoringsysteme in Bezug auf Öffnungsdurchmesser und Dachabdichtung untersucht [19]. Die Auswirkungen eines Feuchteintrages in die Konstruktion bei Dächern ohne Monitoringsystem infolge einer Beschädigung der Dachabdichtung wurden nicht so umfangreich wie die Auswirkungen von konvektiven Feuchteintritten untersucht. Es liegt natürlich auf der Hand, dass Fehlstellen in der Dachabdichtung zu einem Feuchteintrag führen, welcher durch sommerliche Umkehrdiffusion nicht abtrocknen kann.

4.1. Erhöhte Einbaufeuchte bzw. Witterungseinflüsse während der Bauphase

Die Wahrscheinlichkeit von erhöhter Einbaufeuchtigkeit kann durch den Einsatz von keilgezinktem Bauholz, Brettschichtholz sowie Holzwerkstoffplatten in Kombination mit der Eigenüberwachung im Zuge der Wareneingangs- und der Produktionskontrolle sehr stark reduziert werden. In der Vergangenheit kam es vereinzelt vor, dass als Beplankung Holzschalungsbretter verwendet wurden, die nicht kammergetrocknet waren und deren Holzfeuchtigkeit nicht entsprechend überprüft wurde. Heute werden bei den angeführten vollgedämmten Dachelementen in der Regel Holzwerkstoffplatten als Beplankung verwendet.

Witterungseinflüsse während der Montage spielen im Gegensatz zur Einbaufeuchtigkeit eine größere Rolle und stellen aus der Sicht des Autors in mehrerlei Hinsicht ein Gefahrenpotential für einen Feuchteintritt dar. Sie können sofern die Dachabdichtung nicht im Werk aufgebracht wird und gleichzeitig die feuchteadaptive Dampfbremse unter die äußere Holzwerkstoffplatte befestigt wird zu einem erheblichen Anstieg der Holzfeuchtigkeit führen.

Dies gilt allerdings auch für Massivholzdecken mit außenliegender Dämmung. In diesem Fall kann die Feuchtigkeit wegen der hohen s_d -Werte der Dampfbremse und der Dachabdichtung nicht nach außen abtrocknen. Zusätzlich gibt es im Sommer wegen dem fehlenden Partialdampfdruckgefälle keine Umkehrdiffusion nach innen. Gerade bei Massivholzdecken ist aus diesem Grund eine Dampfbremse, welche auch als Baustellenabdichtung funktioniert, entscheidend.

Neben diesen Feuchteinträgen spielen die Witterungsbedingungen auch eine wesentliche Rolle in Bezug auf das Verschweißen der Dachabdichtung, siehe 4.3.

4.2. Feuchteintrag von innen

Der Feuchteintrag vom Innenraum in den Bauteil kann über Wasserdampfdiffusion und -konvektion erfolgen. Unter Wasserdampfdiffusion versteht man den Wasserdampftransport infolge der thermischen Eigenbewegung der Moleküle durch die Bauteile. Das maßgebende treibende Potential für die Diffusion sind Konzentrations- bzw. Wasserdampfpartialdruckunterschiede, zwischen denen sich der zu durchdringende Bauteil befindet. Neben der Diffusion kann es, aufgrund von Luftdruckunterschieden zwischen Innenraum und Außenbereich, zusätzlich zu konvektivem Feuchtetransport kommen. Der konvektive Feuchtetransport ist zum einen von den Leckagen und zum anderen von den Druckunterschieden abhängig. Alleine aufgrund der Thermik können im Winter in Abhängigkeit der Höhe des zusammenhängenden Innenraumes und der Temperaturbedingungen Druckunterschiede von mehreren Pascal auftreten. Grundsätzlich kann durch Konvektion ein Vielfaches an Feuchtigkeit in den Bauteil gelangen als durch Diffusion. Aus diesen Gründen kommt der Luftdichtheit der Gebäudehülle neben den Anforderungen an die Reduktion der Lüftungswärmeverlust und der Behaglichkeit auch in Bezug auf die Dauerhaftigkeit der Holzkonstruktion eine wesentliche Bedeutung zu.

In der Regel werden Holzkonstruktionen nach außen hin diffusionsoffen ausgeführt. Bei flachgeneigten Foliendächern ist diese bauphysikalische Grundregel aufgrund der vorhandenen s_d -Werte der Dachabdichtung nicht möglich. Eine Berechnung nach dem normativen Glaserverfahren, welches ausschließlich Diffusionserscheinungen berücksichtigt, würde bei diesen Aufbauten eine innenliegende Dampfbremse mit einem hohen s_d -Wert fordern. Dadurch wäre das Holz zwischen zwei Folien mit hohen s_d -Werten praktisch eingesperrt. Man spricht in diesem Fall auch von sogenannten «dicht-dicht» Aufbauten. Jede eingedrungene Feuchtigkeit – sei es während der Bauphase oder auch während der Nutzung beispielsweise durch kleinste Fehlstellen in der innenseitigen luftdichten Ebene kann zu einem Bauschaden führen. Dicht-dicht Bauweisen erfordern eine 100% dichte Ausführung der Dampfbremse. Da eine 100% Ausführung bei keiner Bauweise möglich ist, bedarf es Konstruktionen, die eine Austrocknung sicherstellen können. Die angeführte «dicht-dicht» Bauweise stellt somit einen Planungsfehler dar.

In den letzten Jahren wurden aus diesen Gründen bei unbelüfteten Flachdächern in Holzbauweise feuchteadaptive Dampfbremsen verwendet. Diese Folien verändern in Abhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeit an der Dampfbremse ihren s_d -Wert. Bei einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit (90 %) sind die Dampfbremsen diffusionsoffen, d.h. der s_d -Wert liegt unter 0,5 m. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % sind die Folien moderat dampfbremsend (s_d -Wert zwischen 2 m und 5 m) oder dichter. Im Winter diffundiert eine geringere Menge an Wasserdampf in die Konstruktion und im Sommer kann es – sofern die Randbedingungen (Besonnung der Dachabdichtung und hoher solarer Absorptionsgrad der Dachabdichtung) erfüllt sind zu einer Rücktrocknung der Feuchtigkeit kommen. Da die Bahnen in der Regel nicht richtungsgesteuert den s_d -Wert ändern, darf im Winter im Innenraum keine hohe relative Luftfeuchtigkeit vorliegen. Dies ist bei Hallenbädern, Produktionsstätten mit hoher Luftfeuchtigkeit und beim Neubau aufgrund der möglichen Baurestfeuchte durch Estriche und Putze zu berücksichtigen.

Zum Nachweis von Konstruktionen in Abhängigkeit der klimatischen Randbedingungen können die angeführten 7 goldenen Regeln [4], welche im WTA Merkblatt 6-8 [21] spezifiziert wurden, die Planungsbroschüre der Holzforschung Austria [5] verwendet werden oder es sind standortbezogene hygrothermische Berechnungen nach dem WTA Merkblatt 6-8 [21] durchzuführen.

4.3. Feuchteeintrag von außen

Ein Feuchteeintrag von außen kann einerseits durch eine nachträgliche mechanische oder tierische Beschädigung der Dachabdichtung, Alterung der Dachabdichtung sowie unsachgerechte Ausbildung der Folienstöße bzw. der Anschlüsse und Einbauten erfolgen. Das Dach wird bei modernen Gebäude gerne als Standort für haustechnische Anlagen, wie z.B. Lüftungs- und Klimageräten sowie PV-Modulen und thermischen Solaranlagen, genutzt. Die Geräte stellen zum einen eine Beschattung der Dachoberfläche dar, andererseits bedingen die regelmäßigen Wartungen ein häufiges Begehen des Daches. Schrauben, Nägel, Glasscherben, Kronenkorken und dergleichen mehr sind aus diesen Gründen bei nicht regelmäßig inspizierten und gewarteten Dächern keine Seltenheit. Die Gegenstände können die Dachabdichtung lokal beschädigen.

Neben diesen nachträglichen Beschädigungen kann die Ursache für einen Feuchteeintritt auch schon während der Bauphase aufgetreten sein. Laut Auskunft namhafter Sachverständiger für Flachdächer können beispielsweise unsachgemäße Verschweißungen der Folien aufgrund der Witterungseinflüsse oder Stromschwankungen Gründe für einen nachträglichen Feuchteeintritt von außen darstellen. In diesen Fällen kann es passieren, dass die Überprüfung der Naht im Zuge der Eigenüberwachung positiv ist, die Naht aber nachträglich aufgeht.

Aus den angeführten Gründen muss man über die Nutzungsdauer des Daches auch bei der Dachabdichtung - vergleichbar der Ausführung der luftdichten Ebene selbst bei größter Sorgfalt mit der Möglichkeit einer Undichtheit rechnen. Fehler in der Ausführung bzw. nachträgliche Beschädigungen der Dachabdichtung und deren Folgeauswirkungen sind durch den Investor im Zuge der Kalkulation zu berücksichtigen.

5. Reduktion der Auswirkungen möglicher Feuchteinträge

Durch einfache konstruktive Maßnahmen und/oder durch den Einbau von Monitoringsystemen können die Auswirkungen von möglichen Feuchteinträgen reduziert werden. Im Folgenden werden wesentliche Punkte zur Reduktion der Auswirkungen von Feuchteinträgen berücksichtigt.

5.1. Verwendung feuchteadaptiver Dampfbremsen

Die Regel, dass feuchteadaptive Dampfbremsen zu verwenden sind, sollte sich in den letzten Jahren herumgesprochen haben. Als feuchteschutztechnischer Nachweis ist in diesem Fall eine hygrothermische Simulation oder der Einsatz von Konstruktionen ohne weitere Nachweise wie in 4.2 angeführt erforderlich. Feuchteadaptive Dampfbremsen können in Abhängigkeit der Klimarandbedingungen durch sommerliche Umkehrdiffusion ein Abtrocknen von durch Diffusion und Konvektion eingedrungener Feuchtigkeit ermöglichen. Bei einem Flüssigwassereintritt während der Bauphase bzw. von außen durch Beschädigungen der Dachabdichtung können die Produkte einen Schaden an der Konstruktion auch nicht verhindern.

5.2. «Kapseln» der Elemente

Seitens der Industrie werden heute die einzelnen Dachelemente (2 m Breite x 6 – 10 m Länge) mit der feuchteadaptiven Dampfbremse bzw. der Dachabdichtung, welche im Werk aufgebracht wird in sich abgeschlossen. Die Dampfbremse wird seitlich über die Hölzer nach außen hochgeklappt und unter der äußeren Beplankung geklemmt. Ein möglicher Schaden aufgrund eines Feuchteintrittes wird dadurch auf die Elementgröße minimiert.

5.3. Vollflächiges Verkleben der EPDM Dachabdichtung

Ein vollflächiges Verkleben der EPDM Dachabdichtung mit der äußeren Holzwerkstoffplatte verringert zusätzlich eine Weiterleitung eingedrungener Feuchtigkeit durch Beschädigungen. Zusätzlich kann man im Zuge der Inspektion der Dachflächen aufgrund der rauen Oberfläche der Dachabdichtung schadhafte Stellen rasch erkennen.

5.4. Durchdringungen und Einbauten nur durch Partnerbetriebe

Die angeführten Konstruktionen reagieren auf Leckagen sensibel. Aus diesem Grund dürfen Durchdringungen, Einbauten und deren Abdichtungen ausschließlich von dem Holzbaununternehmen bzw. von ihm zugelassenen Partnerbetrieben durchgeführt werden.

5.5. Außenliegende zusätzliche Dämmung

Durch eine außenliegende zusätzliche Überdämmung und eine zusätzliche Dachabdichtung wird der Taupunkt aus der hölzernen Tragkonstruktion in den nicht verrottenden Dämmstoff verschoben. Dies bewirkt, dass auch beschattete Konstruktionen sowie Gründächer oder Dächer mit einer Auflast bauphysikalisch funktionieren können. Im WTA Merkblatt 6-8 [21] wird ein Wärmedurchlasswiderstand von mindestens $\frac{2}{3}$ der außenliegenden Dämmung als nachweisfrei angeführt. Auf Basis standortbezogener hygrothermischer Nachweise kann dieser Wert erfahrungsgemäß je nach Standort und Rahmenbedingungen auf bis zu $\frac{1}{3}$ reduziert werden.

5.6. Monitoringsysteme

Neben den konstruktiven Maßnahmen kann natürlich auch durch den Einbau und Betrieb eines vollflächigen Monitoringsystems ein möglicher Feuchteintritt in die Konstruktion rasch festgestellt und lokalisiert werden.

5.7. Regelmäßige Inspektion und Wartung

Eine regelmäßige Inspektion und Wartung der Flachdächer ist, wie bei anderen Bauteilen Voraussetzung zur Erzielung einer langen Lebensdauer. Begehungen von Flachdächern im Zuge von Gutachten und Forschungsarbeiten haben allerdings gezeigt, dass von vielen Betreibern die regelmäßigen Inspektions- und Wartungsarbeiten vernachlässigt werden.

6. Empfehlung von Dachaufbauten entsprechend der Nutzungskategorien

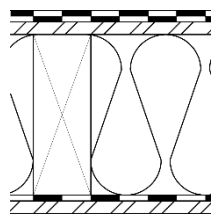
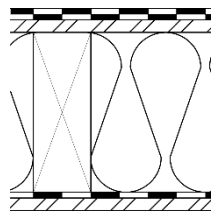
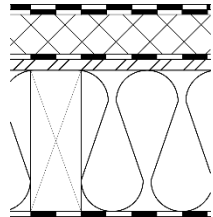
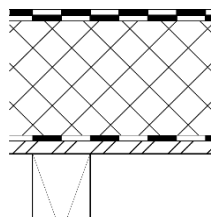
Die Betreiber und Investoren von Gebäuden sollten neben den Errichtungskosten die laufenden Betriebs- und Wartungskosten sowie im Falle von möglichen Schäden die zu erwartenden Sanierungskosten in ihre Kalkulation einfließen lassen. Flachdächer können in Abhängigkeit der Schadensfolgeklassen CC 1 bis CC 3 und der Nutzungsdauer in die Nutzungskategorien K1, K2 und K3 eingeteilt werden, siehe Tabelle 2.

Tabelle 2: Nutzungskategorien in Abhängigkeit der Schadensfolgeklasse und Nutzungsdauer nach ÖNORM B 3691 [25]

Geplante Nutzungsdauer des Dachaufbaus (in Jahren)	Schadensfolgeklasse analog ÖNORM EN 1990/Gebäudenutzung		
	CC 1 Geringe oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen bei Versagen der Dachabdichtung zB: Lagergebäude ohne besondere Güter, Einstellhallen, landwirtschaftlich genutzte Nebengebäude	CC 2 beträchtliche wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen bei Versagen der Dachabdichtung zB: Wohn- und Bürogebäude, öffentliche Gebäude mit mittleren Versagensfolgen (zB ein Bürogebäude)	CC 3 sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen bei Versagen der Dachabdichtung zB: Gebäude mit hohen Versagensfolgen (zB eine Konzerthalle, Krankenhaus, Kraftwerk, Museen) sowie Bauwerke mit lebenswichtiger Infrastrukturfunktion, wichtiger sozialer Funktion, Bauwerke mit Fassungsvermögen über 1000 Personen, Dachabdichtungen, die nur mit sehr großem Aufwand zugänglich sind
bis 10	K1	—	—
20	K2	K2	K3
30 ^a	K2	K3	K3
	Bei unterschiedlicher Nutzung gilt die jeweils höherwertige Einstufung, sofern die Gebäudeteile nicht baulich getrennt sind.		
ANMERKUNG 1	Dächer mit einer geplanten Nutzungsdauer unter 5 Jahre unterliegen nicht dieser ÖNORM.		
ANMERKUNG 2	Die angeführte Nutzungsdauer gilt bei Instandhaltung gemäß Abschnitt 7.		
	^a Bei Flüssigabdichtungen beträgt die übliche Nutzungsdauer gemäß ETAG 005 (alle Teile) maximal 25 Jahre.		

Im Folgenden wird auf Basis dieser Nutzungskategorien eine Empfehlung für die Konstruktion unbelüfteter Flachdächer in Holzbauweise angeführt. Für die Nutzungskategorien K1 und K2 (Gewerbe- und Industriebauten) können unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise ohne zusätzlicher außenliegender Dämmung verwendet werden. Die angeführten Vorgaben sind allerdings in jedem Fall zu berücksichtigen. Für Wohnbauten der Nutzungskategorie K2 ist eine außenliegende Zusatzdämmung erforderlich. Die zusätzlichen Empfehlungen erhöhen die Sicherheiten der Konstruktionen. Für die Nutzungskategorie K3 wird unter Berücksichtigung der zu erwartenden sehr hohen Folgen eines Feuchteintrittes durch die Dachabdichtung eine bituminöse Dampfbremse auf der äußeren Holzwerkstoffplatte, eine Zusatzdämmung und eine weitere Dachabdichtung gefordert.

Tabelle 3: Empfehlung der Konstruktion unbelüfteter Flachdächer in Holzbauweise entsprechend der Nutzungskategorien nach ÖNORM B 3691 [25]

Nutzungskategorie	Konstruktion	Vorgaben ^{1.)}	Zusätzliche Empfehlungen
K1		<ul style="list-style-type: none"> • Inspektion & Wartung (5.7) • Feuchteadaptive Dampfbremse (5.1) • Hygrothermischer Nachweis (WTA 6-8) bzw. nachweis-freie Konstruktionen (4.2) • Durchdringungen nur durch Partnerbetriebe (5.4) 	<ul style="list-style-type: none"> • «Kapseln» der Elemente (5.2) • Vollflächige Verklebung der EPDM Dachabdichtung (5.3) • Zusatzdämmung (5.5)
K2 (Gewerbe- Industrie- bau)		<ul style="list-style-type: none"> • «Kapseln» der Elemente (5.2) • Inspektion & Wartung (5.7) • Feuchteadaptive Dampfbremse (5.1) • Hygrothermischer Nachweis (WTA 6-8) bzw. nachweis-freie Konstruktionen (4.2) • Durchdringungen nur durch Partnerbetriebe (5.4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vollflächige Verklebung der EPDM Dachabdichtung (5.3) • Zusatzdämmung (5.5) • Monitoringsystem (5.6)
K2 (Wohnbau)	 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Zusatzdämmung (5.5) • «Kapseln» der Elemente (5.2) • Inspektion & Wartung (5.7) • Feuchteadaptive Dampfbremse (5.1) • Hygrothermischer Nachweis (WTA 6-8) bzw. nachweis-freie Konstruktionen (4.2) • Durchdringungen nur durch Partnerbetriebe (5.4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vollflächige Verklebung der EPDM Dachabdichtung (5.3) • Monitoringsystem (5.6)
K3	 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Zusatzdämmung (5.5) • «Kapseln» der Elemente (5.2) • Inspektion & Wartung (5.7) • Feuchteadaptive Dampfbremse an d. Innenseite d. Gefaches (5.1) • Hygrothermischer Nachweis (WTA 6-8) bzw. nachweis-freie Konstruktionen (4.2) • Durchdringungen nur durch Partnerbetriebe (5.4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vollflächige Verklebung der EPDM Dachabdichtung (5.3) • Monitoringsystem (5.6)

1.) Einsatz trockener Baustoffen, Witterungsschutz und Eigenüberwachung werden in jedem Fall vorausgesetzt.

2.) Bei diesem Aufbau wird werkseitig auf die äußere Holzwerkstoffplatte eine Bitumenbahn aufgebracht, welche als Witterungsschutz während der Bauzeit und im Falle einer Beschädigung der Dachabdichtung als Schutz der Holzkonstruktion dient. Es wird empfohlen, das Holzrohelement bereits im Gefälle zu verlegen. Mit der außenliegenden Dämmung kann gegebenenfalls das Gegengefälle ausgebildet werden. Dieser Aufbau wird auch bei Dächern mit einem geringen Rücktrocknungspotential, wie z.B. Gründächern, Dächer mit Auflast und stark beschatteten Dächern empfohlen.

7. Zusammenfassung

Der Beitrag führt basierend auf die Erkenntnisse von Forschungsprojekten und die Erfahrungen aus der Gutachtertätigkeit Konstruktionsempfehlungen für unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise in Abhängigkeit der Nutzungskategorien an. Da von einer 100% Dichtheit der Dachabdichtung und der luftdichten Ebene nicht ausgegangen werden kann, wird es empfohlen Maßnahmen zur Reduktion der Auswirkungen eines Feuchteintrages zu setzen. Für Gebäude der Nutzungsklasse K3 sollte aus Sicht des Autors bei unbelüfteten Flachdächern in Holzbauweise eine außenliegende Zusatzdämmung entsprechend Tabelle 3 ausgeführt werden. Ziel muss es sein, robuste fehlertolerante Holzbaukonstruktionen zu erzielen. Denn das Einzige was letztendlich zählt, ist eine hohe Qualität als Imagerträger des Holzbaus.

8. Literaturverzeichnis

- [1] Teibinger, Martin; Nusser, Bernd (2010): Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an flachgeneigten hölzernen Dachkonstruktionen. Herausgegeben von Holzforschung Austria. Wien. (Forschungsbericht, HFA-Nr.: P412).
- [2] Winter, Stefan; Fülle, Claudia; Werther, Norman (2009): Experimentelle und numerische Untersuchung des hygrothermischen Verhaltens von flach geneigten Dächern in Holzbauweise mit oberer dampfdichter Abdichtung unter Einsatz ökologischer Bauprodukte zum Erreichen schadensfreier, markt- und zukunftsgerechter Konstruktionen. Leipzig (Forschungsbericht, DGFH: Z 6 - 10.08.18.7-07.18).
- [3] Gonin, Marc-Andre; Weber, Heinz; Blaser, Christoph (2003): Hohlkastenelemente als Tragkonstruktion für Dächer. Hrg. v. SH-Holz. Schweizer Hochschule für die Holzwirtschaft (Biel, Schweiz) (Forschungsbericht, 2613-HB-01).
- [4] Veröffentlichung der «7 goldenen Regeln für ein nachweisfreies Flachdach». Online verfügbar unter: <http://holzbauphysik.de/downloads.php>
- [5] Teibinger, Martin; Nusser, Bernd (2010): Planungsbroschüre. Flachgeneigte Dächer aus Holz. Wien: Eigenverlag (HFA-Schriftenreihe, 29).
- [6] Schmidt, Daniel und Winter, Stefan: Flachdächer in Holzbauweise. Informationsdienst Holz Spezial, HAF Bonn 2008
- [7] SVDW (Hg.) (2007): Feuchteschutz bei Flachdächern in Holzbauweise. Merkblatt. Schweizer Verband Dach und Wand. Uzwil, Schweiz (Merkblatt, FD 2/07).
- [8] Oswald; Zöller; Spilker; Sous (2014). Zuverlässigkeit von Holzdachkonstruktionen ohne Unterlüftung der Abdichtungs oder Decklage. Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau.
- [9] Künzel, Hartwig: Außen dampfdicht, vollgedämmt? In: bauen mit holz 8/98.
- [10] Künzel, Hartwig: Dampfdiffusionsberechnung nach Glaser – Quo vadis?, IBP Mitteilungen 355, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart/Holzkirchen, 1999
- [11] WTA-Merkblatt 6-1-01/D, 2002: Leitfaden für hygrothermische Simulationsberechnungen.
- [12] WTA-Merkblatt 6-2-01/D, 2002: Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse.
- [13] Richard Adriaans: Flachdächer auf Holzkonstruktionen. Dämmen und Dichten mit System. In: HOLZBAU - die neue quadriga, Heft 5/ 2004.
- [14] Borsch- Laaks, Robert: Belüftet oder lieber doch nicht? Tauwasserschutz bei flach geneigten Dächern in Holzbauweise. In: HOLZBAU - die neue quadriga Heft 5/ 2004, Wolnzach, Verlag Kastner.
- [15] Flaches Dach, aber sicher! - Flachdach ohne Belüftung mit Attika. Condetti-Detail 19.01 in: HOLZBAU - die neue quadriga, Heft 6-2004 (Autoren: R. Borsch-Laaks, A. Grebe, E.U. Köhnke, H. Schopbach, D. Schmidt, G. Wagner, St. Winter)
- [16] Holzforschung Austria (Hg.): Schadensvermeidung bei Dächern. Wien. Holzforschung Austria (Tagungsband).
- [17] Nusser, Bernd (2012): Flachgeneigte hölzerne Dachkonstruktionen. Systemanalysen und neue Ansätze zur Planung hygrisch robuster flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen unter Beachtung konvektiver Feuchteinträge und temporärer Beschattungssituationen. Dissertation. TU Wien, Wien. Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz, Institut für Hochbau und Technologie.
- [18] Nusser, Bernd; Teibinger, Martin; Bednar, Thomas (2010): Feuchtetechnische Untersuchungen flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen. In: OIB aktuell 11 (3), S. 20–25.
- [19] Teibinger, Martin; Nusser, Bernd (2013): Systemanalyse und Monitoring teilgedämmter flachgeneigter hölzerner Dachelemente. Endbericht. Holzforschung Austria, Wien.
- [20] Informationen online unter <http://www.holzbauphysik-kongress.de/tagungsbaende.php>; abgerufen am 18.02.2017
- [21] WTA-Merkblatt 6-8, 2016: Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – vereinfachte Nachweise und Simulation.
- [22] Informationen unter www.holzforschung.at
- [23] DIN 68800-2: Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau.
- [24] ÖNORM B 3808-2: Holzschutz im Bauwesen - Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes.
- [25] ÖNORM B 3691: Planung und Ausführung von Dachabdichtungen.

Brandschutztechnische Lösungen für grossflächige Dachelemente im Industriebau

Stefan Winter
Norman Werther
Veronika Hofmann
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
Technische Universität München
München, Deutschland



Brandschutztechnische Lösungen für grossflächige Dachelemente im Industriebau

1. Einleitung und Ausgangssituation

Die in den letzten Jahren gestiegene Verwendung von biogenen Baustoffen im Bauwesen ist aus zahlreichen national und international dokumentierten Bauvorhaben ersichtlich. Hierbei stehen meist mehrgeschossige Wohn- und Büro- sowie repräsentative Verwaltungsgebäude als auch Objekte in denen durch Nachverdichtung bzw. Neubau schnell neuer Wohnraum geschaffen wurde im Fokus der Berichterstattungen. Der Trend der gesteigerten Anwendung biogener Baustoffe ist bei privaten und öffentlichen Bauherren jedoch auch im Gewerbe- und Industriebau zu verzeichnen (vgl. Abbildung 1), [1]. Hierbei spielen bei der Auswahl des Bausystems vor allem die Aspekte der Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit eine entscheidende Rolle. Studien zeigen, dass hier der Marktanteil der Holzbauweise mit steigender Objektgröße bei Handels-, Lager-, Produktions- oder Verkaufsgebäuden abnimmt [2]. Ein wesentlicher Grund hierfür sind die mit der Größe dieser Gebäude wachsenden bauaufsichtlichen brandschutztechnischen Anforderungen als auch einhergehend fehlende Systemlösungen für entsprechende Holzbausysteme.

Der bauliche Brandschutz für Industriebauten wird in Deutschland auf Grundlage der landesspezifischen Industriebaurichtlinien geregelt, welche sich im Allgemeinen an der Musterindustriebaurichtlinie (M IndBauRL) [3] orientieren. Dabei werden an die Bedachung, die nach Definition neben der eigentlichen Dachhaut auch Wärmedämmung, Tragstruktur der Dachhaut, diffusionshemmende Schichten und untere Bekleidung umfasst (vgl. Abbildung 2), in Brand- oder Brandbekämpfungsabschnitten mit mehr als 2500 m² Anforderungen an eine behinderte Brandausbreitung gestellt. Eine Möglichkeit zum Nachweis einer behinderten Brandausbreitung erfolgt für diese Bedachungselemente in Deutschland durch die Normenreihe DIN 18234 [5] – [8] bzw. durch die Anwendung von Bedachungen aus nicht brennbaren Baustoffen. Vorgenannte Anforderung entstand als Folge zahlreicher Großbrände mit Brandweiterleitung unterhalb, in Hohlräumen und auch oberhalb großflächiger Dachaufbauten. Deren Aufbau trug so erheblich zum beschleunigten Brandverlauf bei. Diese Erfahrungen führten zur Erkenntnis, dass die isolierte Bewertung und Klassifikation einzelner Baustoffe für diesen Anwendungsfall nicht ausreichend ist.

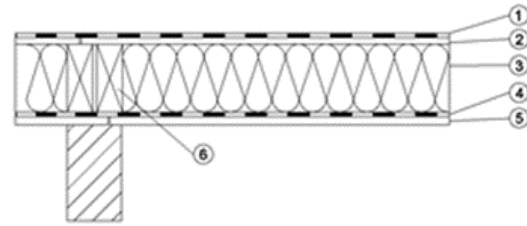
Werden die Bewertungs- und Beurteilungskriterien nach DIN 18234 notwendig oder wurden diese z.B. für andere Sonderbaunutzungen, wie Versammlungsstätten gesondert vereinbart, kommen aktuell nur Regelausführungen in Stahltrapezprofilbauweise oder ersatzweise aus mineralischen Baustoffen zur Anwendung. Holzbauspezifische Lösungen waren bis dato nicht Teil dieser Normenreihe und erschwerten damit die Anwendung von vorgefertigten Holztafelementen im weiträumigen Gewerbe- und Industriebau.

Die Vorteile einer kurzen Bauzeit durch Vorfertigung, hohe Energieeffizienz der Aufbauten, Einsatz von nachwachsenden und Ressourcen schonenden Rohstoffen, die zur Nachhaltigkeit der Gesamtkonstruktion beitragen, sowie die besondere Möglichkeit zur Qualitätssicherung durch elementiertes Bauen werden so durch den Mehraufwand im Genehmigungsverfahren, wie durch Bauteilversuche und gutachterlicher Bewertungen wieder aufgehoben.

Ziel eines am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TU München durchgeführten Forschungsvorhabens [4] und der daran anschließenden Normungsarbeit zur Überarbeitung der Normenreihe DIN 18234 war die Entwicklung und der brandschutztechnische Eignungsnachweis von großflächigen Dachelementen in Holzbauweise, um die standardisierte und geregelte Anwendung im Bereich von Industrie- und Gewerbebauten sicherzustellen.



Abbildung 1: Gewerbebau in Holzbauweise



- 1 Dachhaut
- 2 obere Beplankung
- 3 Hohlraumdämmung
- 4 diffusionsoffene Schicht/Luftdichtung
- 5 untere Beplankung
- 6 Tragstruktur der Bedachung

Abbildung 2: Beispiel eines Konstruktionsaufbaus für großflächige Dächer

2. Schutzziele und Grundlagen der Nachweisführung

Ziel der Industriebaurichtlinie ist es, die brandschutztechnischen Mindestanforderungen für zugehörige Gebäude zu regeln, dazu zählen die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile, die Brennbarkeit der Baustoffe, die Größe der Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte sowie Angaben zur Anordnung, Lage und Länge von Rettungswegen [3]. Hierüber sollen die allgemeinen, nach Landesbauordnungen / Musterbauordnung definierten, Schutzziele sichergestellt werden.

Dächer an welche die Anforderungen der DIN 18234 gestellt werden, sollen das Brandschutzniveau der Konstruktion erheblich verbessern. Sie erfüllen das Schutzziel einer Begrenzung der Brandweiterleitung im Bereich der geschlossenen Dachfläche bei Brandbeanspruchung von der Raumseite innerhalb der Phase eines begrenzten Entstehungsbrandes.

Hierbei beteiligen sich die klassifizierten Dächer nicht oder nur verzögert aktiv am Brandgeschehen. Brandausbreitungen innerhalb und über die Bedachung selbst, in Bereiche außerhalb des Primärbrandbereiches sollen damit behindert und Löschmaßnahmen im Innenangriff durch die Feuerwehr, vor dem Eintreten des Vollbrandes ermöglicht bzw. erleichtert werden.

Das Sicherheitsniveau eines nach DIN 18234 beurteilten Daches lässt sich dementsprechend nicht mit dem Sicherheitsniveau auf Basis der Einheitstemperatur-Zeitkurve, die für die Beurteilung in der Vollbrandphase, z.B. für das Haupttragwerk von Industriebauten zu Grunde gelegt wird, gleichsetzen (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4). Zusätzlich ist für das Gesamtsystem auch der Nachweis eines ausreichenden Widerstandes gegen Flugfeuer und Wärmestrahlung von der Außenseite zu führen.

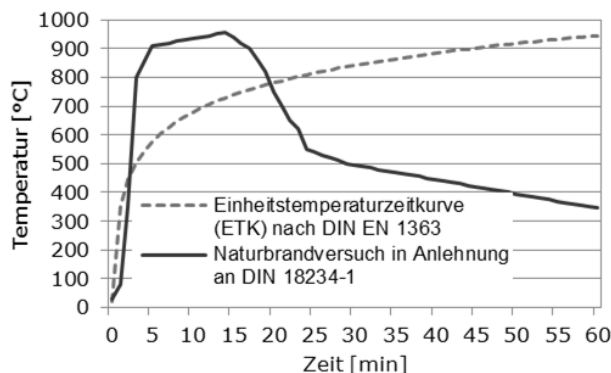


Abbildung 3: Vergleich Brandbeanspruchungsniveau

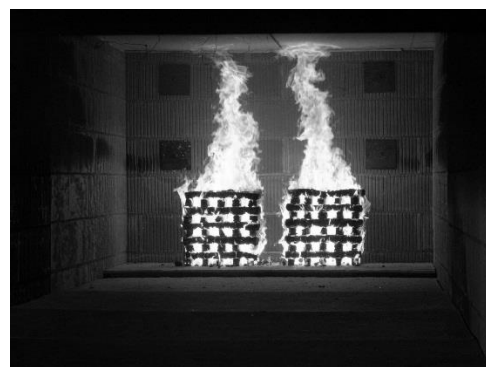


Abbildung 4: Brandversuch DIN 18234-1

Ein Vergleich der Anforderungen und Leistungskriterien der Prüf- und Klassifikationsnormen kann nachstehender Tabelle 1 entnommen werden.

Dabei ist anzumerken, dass die Anforderungen und Prüfbestimmungen der DIN 18234 auf Dächer ohne klassifizierbare Feuerwiderstandsdauer (F 0) nach DIN 4102-2 [14] bzw. (REI 0) nach DIN EN 13501-2 [13] ausgerichtet sind, um deren Brandverhalten im Allgemeinen zu verbessern.

Tabelle 1: Vergleich der Leistungseigenschaften nach DIN 4102 und DIN 18234

Leistungskriterien / Schutzziele		Anforderungen für		
		Tragwerk ¹⁾ DIN 4102-2 DIN EN 13501-2	Dachhaut ²⁾ DIN 4102-7 DIN EN 13501-5	Bedachung ³⁾ DIN 18234
1)	Tragfähigkeit	x		x
2)	Temperaturdurchgang / Isolationswirkung	x		
3)	Raumabschluss	x	(x)	
4)	Brandweiterleitung/Flammenausbreitung - Oberseite Dach - innerhalb des Daches - Unterseite Dach		x	x x x
5)	Abfallen brennender Baustoffe			x
6)	Fortschreitendes Glimmen des Dachaufbaus			x
Bemerkungen: 1) Brandversuch nach Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) 2) Brandversuch von oben, Nachweis harte Bedachung 3) Brandversuch mit realer Brandlast von der Unterseite / Naturbrandversuch mit Holzkruppen				

3. Forschungsansatz und Umsetzung

Innerhalb eines am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TU München bis 2014 durchgeführten Forschungsvorhabens wurde das brandschutztechnische Verhalten von großflächigen Dachelementen in Holzbauweise für die Anwendung im Bereich von Industrie- und Gewerbebauten untersucht [4].

Das Vorhaben gliederte sich einerseits in einen theoretischen Ansatz, der neben einer Marktanalyse zu praxisrelevanten Konstruktionsaufbauten ebenso eine Zusammenstellung und den internationalen Vergleich konkreter Anforderungen und Schutzziele für diesen Anwendungsbereich beinhaltete. Zudem war die analytische und numerische Betrachtung von Einflussgrößen und Randbedingungen Teil des theoretischen Forschungsansatzes. Andererseits basierte das Vorhaben wesentlich auf den experimentellen Untersuchungen und Nachweisen. Hierbei bestand das Ziel grundlegende Kenntnis über das Baustoff- und Bauteilverhalten der entwickelten Konstruktionsaufbauten unter realen Temperatur-Zeit-Szenarien zu gewinnen. Die experimentellen Voruntersuchungen im Kleinmaßstab mit $B \times L = 1,40 \text{ m} \times 1,4 \text{ m}$ bzw. $L = 2 \text{ m}$ berücksichtigten unter anderem verschiedene praxisrelevante mineralische Brandschutzbekleidungen auf der Raumseite, wie Gipskarton und Gipsfaserplatten, OSB-Platten sowie Kombinationen dieser Bekleidungslagen. In den Gefachbereichen kamen neben Mineralwollämmstoffen (Glaswolle und Steinwolle) auch biogene Dämmstoffe (Zelluloseflocken) zur Anwendung.

Innerhalb dieser Untersuchungen wurde bereits die Ausbildung der Stoßfuge der Elemente für verschiedene Konfigurationen untersucht.

Basierend auf diesen Voruntersuchungen wurden entsprechende Konstruktionsaufbauten für Großbrandversuche abgeleitet. In den Großbrandversuchen wurden die vorelementierten Prüfkörper mit allen praxismgerechten Bauteilschichten betrachtet. Die Prüfkörper bestanden aus jeweils zwei nebeneinanderliegenden Bedachungselementen, um die Fügung der Dachelemente untersuchen zu können. Die etwa 200 mm dicke, tragende Dachkonstruktion in Holzrahmenbauweise besaß eine Abmessung von $B \times L = 2,40 \text{ m} \times 8,2 \text{ m}$.

Im Weiteren wurden die notwendigen Durchdringungen aus Installationsführung und Einbauten sowie An- und Abschlüssen betrachtet.

4. Forschungsergebnisse

4.1. Theoretische Betrachtungen

Ein Vergleich internationaler Regelwerke im Hinblick auf die Anforderungen für weiträumige Dachkonstruktionen zeigt, dass entsprechende Anforderungen auch in Österreich, der Schweiz, Italien als auch in Finnland zu finden sind, wenn auch in abgewandelter Form. Gemein ist Allen das grundlegende Schutzziel, die Brandausbreitung über die Dachkonstruktion innerhalb der Brandentwicklungsphase zu begrenzen. In einer durchgeführten Parameterstudie wurde gezeigt, welchen konstruktiven Randbedingungen kritisch oder erleichternd im Vergleich zum normativen Brandszenario nach DIN 18234-1 einzustufen sind. Hierfür wurden die Temperaturen im Bereich des Plumes des Entwicklungsbrandes in Abhängigkeit der maximal freigesetzten Energiemenge und des Abstandes der Oberkante der Brandlast zur Unterseite der Dachkonstruktion dargestellt. Hieraus lassen sich z.B. auch die Randbedingungen entnehmen unter denen Dachelemente mit sichtbaren Holzoberflächen keinen Beitrag zum Brandgeschehen liefern.

4.2. Kleinbrandversuche

Die zehn durchgeführten Kleinbrandversuche zeigten, dass die thermische Schutzwirkung von Bekleidungsmaterialien für eine Temperaturbeanspruchung nach DIN 18234-1 deutlich unterhalb der bekannten Schutzzeiten bei ETK Beanspruchung liegt. Dies führt im Hinblick auf den vollständigen Ausschluss kritischer Zersetzungstemperaturen bei biogenen Baustoffen zu notwendigen Schichtdicken der Brandschutzbekleidungen von bis zu ca. 27 mm.

Zweilagige Bekleidungen, bestehend aus Holzwerkstoffplatte und raumseitiger Gipsplatte zeigten zwar eine gute thermische Schutzwirkung, führten innerhalb der Abkühlphase jedoch vermehrt zu Glimmbrandprozessen. Dies trat vor allem in den Stoß- und Randbereichen der Elemente auf, an denen Fugen zwischen den Holzwerkstoffplatten und der Tragkonstruktion diesen Prozess begünstigten und die Materialität einen raschen Wärmeabfluss behinderte. Entsprechende Varianten wurden für die weiteren Betrachtungen ausgeschlossen. Wurde die thermische Zersetzung der Tragkonstruktion in Teilbereichen akzeptiert, können in Kombination mit mineralischen Gefachdämmstoffen bereits einlagige Bekleidungen ab 15 mm ausreichend sein. Ein Glimmbrandprozess der Tragkonstruktion trat infolge des ausbleibenden Wärmestaus und dem schnelleren Abkühlvorgang im Element nicht auf. Die Voruntersuchungen zeigten, dass diese Ausführungsvariante jedoch nur zu positiven Ergebnissen führt, wenn der mineralische Gefachdämmstoff nicht herausfällt.

Die Voruntersuchungen zur Ausführung und Schutzwirkung von Elementstößen zeigten, dass einerseits nicht dicht gestoßene Fugen innerhalb der Brandschutzbekleidung am Elementstoß zum frühzeitigen Einbrand führen und andererseits Hohlräume im Elementstoß zur Brandausbreitung beitragen (vgl. Abbildung 5). Elementstöße mit versetzten Plattenstößen (zweilagige Ausführung) bzw. einer Stoßhinterlegung (einlagige Ausführung) und einem vollständig ausgefüllten Hohlraum am Elementstoß zeigten hingegen positives Verhalten.



Abbildung 5: Elementstoß a) und b) konventionell; c) brandschutztechnisch optimierte Ausführung

4.3. Großbrandversuche Dachelemente

Innerhalb von vier Großbrandversuchen an flächigen, vorelementierten Holzdachelementen sollte der Nachweis des bauaufsichtlich geforderten Sicherheitsniveaus einer behinderten Brandausbreitung über das Dach erbracht werden. Hierzu wurden die Erkenntnisse der Kleinbrandversuche für den konstruktiven Aufbau mit einbezogen. Dabei entsprach bei den geprüften Dachelementen auch die Verwendung einlagiger Bekleidungen aus 15 mm Gipsfaserplatten in Verbindung mit Glaswolle als Holraumdämmung den Anforderungen nach DIN 18234-1. Beim Einsatz biogener Dämmstoffe wurde eine zweilagige Bekleidung (12,5 mm + 15 mm Gipsfaserplatte) notwendig. Die Untersuchung einer Ausführung mit nur 10 mm + 15 mm Gipsfaserplatten als raumseitige Bekleidung wies direkt nach dem Versuch zwar keine optischen Schädigungen auf, jedoch wurde innerhalb der Nachbeobachtungszeit über thermografische Aufnahmen als auch beim anschließenden Rückbau des Dachelements ein Glimmbrand im Zellulosedämmstoff festgestellt. Die optimierten Elementfugen zwischen den Dachelementen widerstanden dem Eindringen des Brandes.

4.4. Brandversuche an Durchdringungen

Ferner wurde eine Systematik für sichere Durchdringungen, Installationen und Öffnungen im Dachbereich entwickelt, welches den Einbrand in die Konstruktion verhinderte und das Ausbreiten von Flammen an der Dachoberseite unterband. Grundprinzip hierbei ist die Einhausung des Öffnungsbereichs mit einer Brandschutzbekleidung. Dazu wurde der Öffnungsbereich mit Wechselhölzern verstärkt, an denen die Brandschutzbekleidungen befestigt wurden. Innerhalb des Stoß- und Eckbereich der Brandschutzbekleidungen wurde ebenso auf die Ausführung von Stufenfälzen bzw. Stoßhinterlegungen Wert gelegt, um den Einbrand in die Konstruktion auszuschließen.

4.5. Bauteil- und Detailkatalog

Die innerhalb der experimentellen und analytischen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse wurden in Form eines Bauteil- und Detailkataloges aufbereitet. Dabei wurden neben den brandschutztechnischen Aspekten der DIN 18234 ebenso die bauphysikalischen und konstruktiven Belange mitberücksichtigt, vgl. Abbildung 6. Zusätzlich konnte für alle betrachteten Dachelemente ebenso ein Feuerwiderstand von mindestens 30 Minuten auf Basis der Einheitstemperatur-Zeitkurve nachgewiesen werden.

Planern und Ausführenden wird über diesen Katalog eine ganzheitliche Konzeptionshilfe zur Verfügung gestellt, die ebenso zur Qualitätssicherung mit beiträgt.

Glaswolle, 18 mm GF				
1	Abdichtung	1,8 mm	E	Harte Bedachung nach DIN 4102-7
2	OSB 3 Platte	≥ 18 mm	D-s2, d0	klassifiziert nach DIN EN 300 mit DIN EN 13986
3	Vollholzprodukt	≥ 60 x 160 mm ²	D-s2, d0	klassifiziert nach DIN EN 14080 / 14081
4	Dämmung, Mineralwolle	≥ 160 mm	A1	klassifiziert nach EN 13162
5	Dampfbremse	0,2 mm	E	feuchtevariable Dampfbremse nach DIN EN ISO 12572
6	Gipsfaserplatte	≥ 18 mm	A2	Kennzeichnung gem. DIN EN 15283-2 GF-I-W2-C1

Bauteilklassifikation:

- Holzschutz: Einstufung der Holzbauteile in Gebrauchsklasse 0 nach DIN 68800 möglich (Randbedingungen gemäß Abbildung A.20 im Anhang der DIN 68800-2)
- Wärmeschutz: U_m -Wert (833mm): $\leq 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ nach DIN EN ISO 6946
- Brandschutz: mind. REI 30 nach DIN 1995-1-2 bzw. F30 nach DIN 4102-4 möglich
- Schallschutz: $R_{w,R} \geq 35 \text{ dB}$ in Anlehnung an DIN 4109

Abbildung 6: Schichtenaufbau gemäß Bauteilkatalog

5. Normative Umsetzung

Im Zuge der Bestrebungen einer weiterführenden Standardisierung der Forschungsergebnisse wurden diese dem Arbeitsausschuss Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer (NA 005-52-34 AA) im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) vorgestellt und erläutert. So konnten für das Verzeichnis von Dächern, welche die Anforderungen nach DIN 18234-1 erfüllen drei flächigen Regelaufbauten zur Verfügung gestellt werden. Diese umfassen neben Aufbauten mit Mineralwollendämmstoff auch eine Ausführungsvariante mit Zellulosedämmstoff. Nachfolgende Tabelle 2 gibt einen Überblick zu den Regelaufbauten für Holzdachelemente der E DIN 18234-2 [10]. Neben den Regelquerschnitt werden in diesem Normenteil ebenso notwendige Angaben zu den Elementstößen und den konstruktiven Befestigungen der Dachelemente vorgenommen.

Tabelle 2: Überblick zu den Regelaufbauten für Holzdachelemente der E DIN 18234-2

untere Beleidung	Funktionsschicht	Dämmstoff	obere Beplankung	Dachabdichtung
min. 15 mm Gipsfaserplatte DIN EN 15283-2	feuchtevariable Dampfbremse + lagesicherndes Glasfasergewebe	min. 160 mm Mineralwolle DIN EN 13162	mind. 18 mm OSB 3 Platte DIN EN 300	gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Bedachung
min. 18 mm Gipsfaserplatte DIN EN 15283-2	feuchtevariable Dampfbremse	min. 160 mm Mineralwolle DIN EN 13162		
min. 15 mm Gipsfaserplatte + min. 12,5 mm Gipsfaserplatte DIN EN 15283-2	feuchtevariable Dampfbremse	min. 160 mm Zellulosedämmstoff DIN EN 15101		

Zusätzlich dazu enthält die Norm im Teil vier [12] ein Verzeichnis von Durchdringungen, Anschlüssen und Abschlüssen von Dachflächen, welche die Anforderungen nach DIN 18234-3 [11] erfüllen. Für Holzdachelemente werden hierin Regelungen für den Einbau kleiner Durchdringungen, wie z.B. Entwässerungsgullys als auch mittlerer Durchdringungen, wie Lichtkuppeln, mit einer Ausdehnung bis maximal 3 m gegeben.

Neben den eingeflossenen Regelaufbauten und den Detailausführungen wurden zusätzlich Prüfgrundsätze für Holzdachelemente in E DIN 18234-1 [9] aufgenommen. Entsprechende Prüfgrundsätze wurden notwendig, da die bis dato vorgeschlagene Prüfkongfiguration nur für Stahltrapezblechprofile entwickelt wurde. Für Holzdachelemente stellte diese Konfiguration jedoch nicht die kritischste Beanspruchung dar. Neben der flächigen Beanspruchung der verformungsarmen Holzdachelemente soll so vor allem der Stoßfugenbereich der Elemente miterfasst werden.

Nach der im Mai 2017 erfolgten Einspruchsitzung aller im Entwurf vorliegenden Normenteile ist mit einer abschließenden Veröffentlichung Ende des Jahres 2017 zu rechnen. Bis dahin können Anwender jedoch auf den Normungsentwurf und die zu Grunde liegenden Forschungsergebnisse mit Bauteilprüfungen für einen Nachweis der Eignung im bauaufsichtlichen Genehmigungsprozess zurückgreifen.

6. Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei dem Programm zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für die Unterstützung des Projektes (IGF-Vorhaben: 17340 N) sowie bei den zahlreichen Unterstützern für die Baumaterialien der Versuchskörper und wertvollen Diskussionen innerhalb des Projektes. Ein gesonderter Dank geht an Herrn Dieter Brein, der durch wertvolle Hinweise bei der Wahl der Prüfkongfiguration und innerhalb der Normungsarbeit wesentliche Impulse gab.

7. Literatur

- [1] Holzbau Deutschland, Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des deutschen Baugewerbes e.V.: Lagebericht 2016, Berlin, Mai 2016
- [2] Teischinger, A.; Stingl, R.; Berger, V.: Holzbauanteil in Österreich, proHolz Oberösterreich, 2014
http://www.proholz-ooe.at/fileadmin/proholz.ooe/media/Publikation_Holzbauanteil_OOE_2013.pdf
- [3] Muster-Industriebaurichtlinie (MIndBauRL)
- [4] Werther, N.; Hofmann, V.; Winter, S.: «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer in Holzbauweise bei Brandbeanspruchung von der Unterseite» Abschlussbericht des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktion der TU München im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung - IGF Vorhaben 17340N 05/2014
- [5] DIN 18234-1: 2003-09 «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; geschlossene Dachflächen»
- [6] DIN 18234-2: 2003-09 «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 2: Verzeichnis von Dächern, welche die Anforderungen nach DIN 18234-1 erfüllen; geschlossene Dachflächen»
- [7] DIN 18234-3: 2003-09 «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 3: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; Durchdringungen, Anschlüsse und Abschlüsse von Dachflächen»
- [8] DIN 18234-4: 2003-09 «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 4: Verzeichnis von Durchdringungen, Abschlüssen und Anschlüssen von Dachflächen, welche die Anforderungen nach DIN 18234-3 erfüllen»
- [9] E DIN 18234-1: 2016-08 «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; geschlossene Dachflächen»
- [10] E DIN 18234-2: 2016-08 «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 2: Verzeichnis von Dächern, welche die Anforderungen nach DIN 18234-1 erfüllen; Dachflächen»
- [11] E DIN 18234-3: 2016-12 «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 3: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; Durchdringungen, Anschlüsse und Abschlüsse von Dachflächen»
- [12] E DIN 18234-4: 2016-012 «Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandschutz von unten - Teil 4: Verzeichnis von Durchdringungen, Abschlüssen und Anschlüssen von Dachflächen, welche die Anforderungen nach DIN 18234-3 erfüllen»
- [13] DIN EN 13501-2: 2016-12 «Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen; Deutsche Fassung EN 13501-2:2016»
- [14] DIN 4102-2: 1977-09 «Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen»

HOLZARCHITEKTUR IM URBANEN RAUM

Urbaner Holzbau

Univ. Prof. Tom Kaden

TU Graz
Graz, Österreich

Kaden + Lager GmbH
Berlin, Deutschland



Urbaner Holzbau

Seit der Fertigstellung des Projekts e_3 im Mai 2008 in Berlin hat sich im Bereich des urbanen mehrgeschossigen Holzbaus viel getan: Gebaut wurden mittlerweile bis zu 14-geschossige Holzkonstruktionen und in Planung befinden sich über 25-geschossige Gebäude mit einem signifikanten Holzanteil in der Primärkonstruktion.

Diese «Leuchttürme» sind wichtig für die allgemeine Entwicklung des urbanen Holzbaus. Sie zeigen die mittlerweile vorhandene Leistungsfähigkeit der Architekten, Ingenieure und Holzbaufirmen. Die eigentliche Zukunft liegt jedoch eher in der «Fläche», also der 4- bis 8-geschossigen Konstruktion.

Unser städtebaulich-architektonisches Verständnis orientiert sich – um mit Julius Posener zu sprechen – an der «Geschichte der neuen Architektur»: Es kommt darauf an zu fragen, «wann die gesellschaftlichen Umstände auch für das Bauen neue Gedanken angeregt haben und in welchen Formen sich solche Gedanken jeweils niederschlagen können». Eine mögliche Antwort: In Formen «neuer» Materialien! Der aktuelle Holzbau ist neben seinen altbekannten Komponenten «nachwachsend» und «kohlenstoffbindend» insofern eine neue Form des Bauens, als dass er mit den traditionellen europäischen und asiatischen Holzkonstruktionen nur noch wenig zu tun hat. Wir reden heute sowohl was den Stab und die Stütze (BSH, KVH, FSH) als auch was die Wand (Tafel, Massivholz, CLT, Furnierschichtholz) und die Decke (Brettstapel, CLT, HBV) anbelangt von industriell gefertigten Halb- oder Fertigprodukten, die auf der Baustelle nur noch montiert werden müssen, aufgrund ihrer ausgeprägten Präfabrikation kurze Bauzeiten ermöglichen und zudem im Vergleich mit den herkömmlichen Materialien Ziegel mindestens 5 % weniger Konstruktionsfläche und insofern mehr Nutzfläche generieren.

Gute «Holzarchitektur» in der Stadt ist durchaus als Ausdruck einer gesellschaftlich determinierten Notwendigkeit zu verstehen: Wir reagieren mit architektonisch-ingenieurtechnisch neuen Lösungsansätzen auf den dramatischen klimatischen Imperativ. Von bestimmten nicht ohne politischen Einfluss agierenden Segmenten der Dämmstoffindustrie abgesehen sind sich alle einig: Es gibt einen riesigen Veränderungsdruck im Baubereich, dem keinesfalls mit immer dickeren Dämmschichten aus geschäumten Heizöl zu begegnen ist! Wenn wir stattdessen den Werkstoff Holz klug in den Primärkonstruktionen der Wohn- und Gewerbebauten einsetzen, können wir zumindest im Baugewerbe den Anteil der grauen Energie erheblich senken.

Den gerade in den Großstädten zunehmenden kapitalistischen Druck auf den Wohnungsmarkt muss man aus stadtsoziologischer Sicht verurteilen, wenn weiterhin so agiert wird wie es derzeit Usus ist: Verdrängung der Einkommensschwachen aus den zentralen und attraktiven Stadtvierteln! Natürlich ist es naiv zu glauben, dass der urbane Holzbau diese Probleme lösen könnte. Wenn es allerdings gelingt, den Anteil am Verdichtungspotential der Städte signifikant mit dem Thema Holzbau zu besetzen, wäre vielen geholfen: den öffentlichen und privaten Waldbesitzer im Sinne einer nachhaltigen Forstwirtschaft, den Sägewerken und holzverarbeitenden Betrieben, den Zimmereibetrieben, den Besitzern und Nutzern der Gebäude sowie dem Klima. Aber lassen wir uns bitte nicht täuschen vom inflationären Gebrauch der Begrifflichkeit «Nachhaltigkeit»: Produktion und Konsumtion sind immer ressourcenverbrauchend.

Es steht außer Frage, dass der aktuelle Holzbau in Deutschland allen anstehenden Bauaufgaben gewachsen ist und dass der konsequente Einsatz von Holz einen wesentlichen Beitrag zum Ressourcen schonenden Bauen liefern kann.

Allerdings muss konstatiert werden, dass der deutsche Holzbau im Gegensatz zu unseren Nachbarländern Österreich und Schweiz keine wirtschaftlich starke und mithin politisch prägende Lobby hat. Das wiederum hat zur Konsequenz, dass es im Normungswesen und in der Überarbeitung der Landesbauordnungen (Ausnahme Baden-Württemberg) kaum Fortschritte gibt und wir nach wie vor in vielen Projekten außerhalb der jeweiligen LBO mit Ausnahmeregelungen und Kompensationsmaßnahmen arbeiten müssen, was an der einen oder anderen Stelle die Konkurrenzfähigkeit in Frage stellt.



Abbildung 1: C1 Berlin, Kaden Klingbeil



Abbildung 2: C13 Berlin, Kaden Klingbeil



Abbildung 3: P1 Berlin, Kaden Klingbeil/Kaden Lager



Abbildung 4: tzw Hamburg, Kaden Lager



Abbildung 5: Sanierung und Dachgeschossaufstockung Karl Marx Straße Berlin, Kaden Lager



Abbildung 6: Dösner Weg Leipzig, Kaden Lager

From Murray Grove to Dalston Lane

Raimondo Da Col
Waugh Thistleton Architects
London, UK



From Murray Grove to Dalston Lane

1. WTA: who we are and why we build in timber

Waugh Thistleton is committed to the development of architectural solutions using engineered timber as an alternative to concrete and steel, primarily as a response to the multiple ecological crises we are experiencing: climate change, environmental pollution, lack of resources and urbanisation. De-carbonisation, resource conservation and use of natural materials have become modern requirements of construction.

Our practice is founded on the principle of environmental responsibility: decisions that we take when designing buildings have the environment at the top of the agenda. We believe that this ethos is central to the professional duty of the modern architect and does not need to come at the expense of beautiful architecture.

For the past 20 years we have been pioneering the use of cross laminated timber in medium to high density buildings, invested heavily in research and development in this field and encouraged use of timber in construction across the world.

2. The past: pioneering timber developments

2.1. Exton Street

In 2003 we built the first cross laminated timber building in London. This small project was the beginning of our research into how to build and design buildings which minimise their impact on the environment. We built this extension to a Victorian building near Waterloo Station – three stories and 45sqm - on a sunny Saturday afternoon and we fell in love with this technology.

What we discovered was not only a low carbon method of construction but a fast, versatile and accurate means of construction. It also made a great building – a robust and beautiful piece of architecture; and a building that had high acoustic and thermal performance. From the foundation that this small building gave us we began to think about how this material could be used in larger buildings.



Image 1 and 2: Exton Street – under construction

2.2. Stadthaus in Murray Grove

In 2007 we embarked on our project in Murray Grove, sometimes known as Stadthaus - the client called the building Stadthaus in honour of the timber's Austrian origins. Our aim was to produce a building that embodied both ideas of urban densification and low impact methods of construction.

This is a high density residential building for both private and social housing: the first tall urban housing project to be constructed entirely from pre-fabricated solid timber: from the load bearing walls and floor slabs to the stair and lift cores. At nine stories, this was the tallest timber building of its type and a significant step in demonstrating this system as a viable alternative to traditional building frame materials.

This project also suggested a new way of considering the impact of construction on the environment - as part of our proposal we calculated the embodied carbon of our timber building in comparison to an equivalent concrete frame building. This demonstrated that the carbon saved by building in timber was equivalent to over 20 years of carbon emissions needed to power the building.

Murray Grove's Stadthaus was completed in January 2009; the interest in this project has been phenomenal, and has swept us along with it. The building has been published widely and has emerged out of the specialist press into the mainstream with articles published across the globe in publications such as the New York Times and the Observer.



Image 3: Murray Grove

2.3. Whitmore Grove

Another mass timber building was Whitmore Road, a mixed-use, seven-story building adjacent to the Regent's Canal in London.

Andrew Waugh was one of four clients who together developed a brownfield site into a combination of affordable office space, double-height photographic studio, and three triplex apartments. The finished building is timber inside and out, with cladding of British sweet chestnut. It feels at home behind a group of silver birch trees on its waterfront site.

At the centre of the building a double-height photo studio spans over 9m and stretches to 28m of open, column-free space; this achievement shows the huge structural capabilities of modern engineered timber by pushing the boundaries of timber design.

Building in timber reduced the environmental impact of Whitmore Road. The structure includes 499 cubic metres of timber, sequestering approximately 390 tonnes of carbon dioxide.



Image 4: Whitmore Grove

3. The present: Dalston Lane

Dalston Lane represents the next development for mass timber construction in high density urban housing.

It is the largest CLT structure in the world with a gross floor area of around 12,000m² and using 4,500m³ cubic metres of timber.

Situated on a former brownfield site, the building is broken into several discernible volumes and orientated to maximise daylight to courtyards and living spaces.

The building's intricate brickwork references the surrounding Victorian and Edwardian housing and detailing of local warehouses and provides a contemporary addition to the local streetscape. Two courtyards bring quality green space to an otherwise hard landscaped local environment and are flanked by 1500m² of retail and restaurant space. To the south of the site a flexible workspace hub caters to the growing creative community in Dalston.

The building was conceived of and built in solid timber. Statutory measures in the UK do not consider the embodied carbon used in the manufacture of the building fabric when calculating the carbon footprint of buildings but the use of CLT, a material that locks away carbon during its growth cycle, actually renders this building carbon negative.

Weighing a fifth of a comparable concrete structure the use of timber enabled us to address specific site issues. Constrained by the proposed HS2 train line zone below there was a maximum weight to design to and piled foundations were not an option on the site. Due to the reduced weight of the building a minimal raft foundation was possible and we were able to design 35 more homes than would have been otherwise using traditional construction methods.

The local community benefited from the offsite pre-fabrication not only due to the shortened construction programme and cleaner site, but also the huge reduction in deliveries: around 80% less than traditional sites.

The equivalent of 2325 trees were used to build Dalston Lane. These trees can be regrown in 3 hours in the German and Austrian forests from which they are sourced.

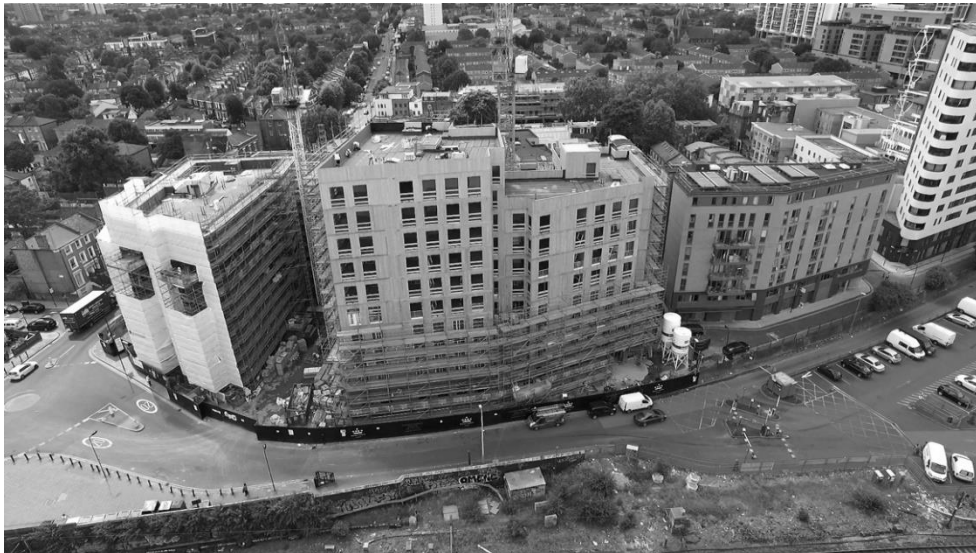


Image 5: Dalston Lane - under construction



Image 6: Dalston Lane

4. The future: modular construction and diversification

We are currently working with two manufacturers on pre-fabricated factory made CLT modular housing systems.

These factories will produce both single family housing and multi-storey apartment buildings. Each one of these buildings can be unique to context, purpose and inhabitant. Gone are the days of homes built to a mundane standard – these will be beautiful, healthy and sustainable homes for the 21st century.



Image 7: prefabricated CLT modules

We have recently been appointed to work on a series of office and mixed use buildings: an opportunity for us to experiment new approaches to suit the spatial and logistical requirements of this building type with a variety of timber structures and to further demonstrate that building with timber can provide many, tangible benefits beyond the carbon savings.

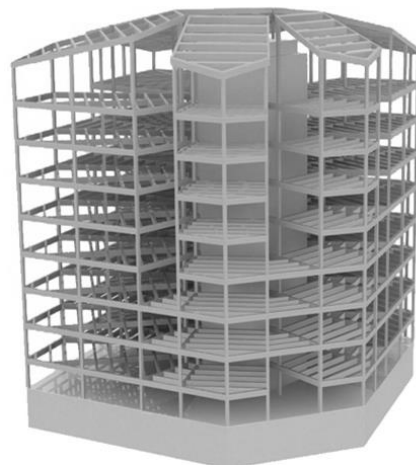


Image 9 and 10: Development House

Langhäuser aus Holz

Rolf Mühlethaler
Architekt BSA SIA
Bern, Schweiz



Langhäuser aus Holz

Freilager Albisrieden Zürich - Woodstock

Objekt	Zürich, Freilager Albisrieden - Teilgebiet A Freilagerstrasse 47 Postfach 6949 8043 Zürich
Bauherrschaft	Zürcher Freilager AG, Zürich
Investor	AXA Investment Managers Schweiz AG
Architekt/Generalplaner	Rolf Mühlethaler Architekt BSA SIA Bern
Mitarbeiter	Thomas Moser, Projektleiter Chantal Amberg, Michael Jäggi, Pascal Kraut, Kerstin Maurer, Nadja Schaffer, Sandra Stein, Thomas Summermatter, Thomas Weber, Deria Sancar, Manon Müller, Ueli Meuter, Bianca Ampari Kummer, Simone Nina Kraus, Pascal Knapp, Roberto Couceiro, Renate Dähler, Etienne Geissmann, Julia Grommas, Wolfgang Kessler, Simon Wiederkehr, Jonas von Wartburg, Marion Heinzmann
Bauingenieure	AZP Adamina Zeerleder Partner AG Bern MPAG Marchand+Partner AG Bern
Holzbauingenieur	Indermühle Bauingenieure GmbH Thun
Gebäudetechnik HLKK-S-E	Bogenschutz AG Basel
Ökologie/Nachhaltigkeit	CSD Ingenieure und Geologen AG Liebefeld
Brandschutz	AFC Air Flow Consulting AG Bern
Bauphysik/Bauakustik Raumakustik/Schallschutz	B+S AG Bern
Lichtplanung	Licht+Raum AG Ittigen
Fassadenplanung	Prometplan AG Brugg
Beratung	GPL-Team 2 AP Abplanalp Affolter Partner GmbH Bern
Projektwettbewerb	2010 1. Preis
Planungszeitraum	2010 - 2016
Ausführungszeitraum/ Bauzeit	2012 - 2016
Kurzbeschreibung	Drei Langhäuser in Holz (6 Geschosse) Drei Hochhäuser in Beton (12 resp. 13 Geschosse) 310 Mietwohnungen

Drei Langhäuser in Holz und drei Hohe Häuser in Beton geben dem proklamierten Städtebau die architektonische Prägnanz, welche das Pionierwerk der Nachhaltigkeit sinnbildlich in die Wahrnehmung rückt und die Einzigartigkeit der Arealinsel Zollfreilager unterlegt. Strukturelle und konstruktive Logik prägen zusammen mit der Urbanisierung des Holzes weitgehend das in diesem Massstab ungewöhnliche Wohnbauprojekt. Die dem Ort entnommene parallele Linearität in Form der Langhäuser bildet zusammen mit den Hohen Häusern ein abwechslungsreiches Volumen- und Aussenraumspiel, das vergessene Thesen der 60er-Jahre in Erinnerung ruft und eine bestechende und identitätsstiftende Klarheit ausdrückt. Das unhierarchische Wohnen ohne spezifische Attikas entspricht dem sozialen Umfeld in Altstetten-Albisrieden, wie auch auf städtebaulich-architektonischer Ebene dem Genre des Industrie- und Gewerbeareals Zollfreilager. Jede Wohnung verfügt über eine in Platz und Gebrauchswert einer Attikaterrasse verwandte, grosszügige Veranda, mit wiederum positiven Auswirkungen auf die Belebung (soziale Sicherheit) der Aussenräume.

Die geforderte Ausnutzung ist unter den gegebenen Prämissen des Gestaltungsplanes sehr hoch. Um eine vernünftige Besonnung und Ouverture der «gefassten, gegen oben offenen Räume» sicherzustellen, wird das Minimum der geforderten Flächen erfüllt, aber nicht überschritten. Dadurch wird auch der für dieses Projekt thematischen Gestaltung der Dachaufsichten mit Photovoltaik- und Solarzellenelementen als einsehbare fünfte Fassade die notwendige Bedeutung beigemessen.

Entsprechend dem konstruktiven Holzbau sind die Grundrisse der Langhäuser geprägt von einer einfachen, pragmatischen Raumstruktur. Zwischen den aussteifenden Beton-kernen sind die sechsgeschossig gestapelten Wohnungen eingespannt. Die geschichteten Wände und Decken lassen die Anforderungen an Schall, Brandschutz und Installationsführung problemlos erfüllen. Die Systematisierung und Standardisierung der Elemente führt zu vergleichsweise günstigen Erstellungskosten. Im Prinzip wird das Ziel verfolgt, zu «gleichen Kosten mehr Wohnfläche» anzubieten. Durchgehende und zugängliche Technischächte entsprechen den Vorgaben der Systemtrennung. Tragende Fassaden einerseits und die mittleren Längswände andererseits übernehmen die Lastabtragungen. Somit wird bei den fassadenanschliessenden Räumen die Möglichkeit angeboten, Wände einzubauen oder aber wegzulassen.

Unterschiedlich tiefe Veranden und je nach Ausrichtung unterschiedlich breite Fenster thematisieren die Minergie-Eco-Anforderungen, aber auch den Schutz und Unterhalt der Holzfassade. Die Holzarchitektur bildet den ausdrucksstarken, aber ruhigen Rahmen für ein dem Massstab angemessenes Wohnen. Raumhohe, einfach schöne, doppelflügelige Holzfenster lassen Licht und Wärme auf den Boden fluten, lassen aber auch den in diesem städtebaulichen Kontext notwendigen Rückzug zu. Topfpflanzen, Hängematten und Möbel beleben die Veranda Architektur und verleihen der Gestalt Leichtigkeit, Wohnlichkeit und Behaglichkeit.

Auf der Baustruktur in Holz und den tiefen Baukosten widersprechende kleinräumige Reduits wird zugunsten einer grosszügigen, vielfältig nutz- und möblierbaren Eingangs- und Wohnhalle verzichtet. Salontüren stellen die grundsätzlich nutzungsneutralen Räume attraktiv miteinander in Verbindung. Das Raumkonzept in Raumfolgen, ob gross- oder kleinräumig, lässt alle Wohnformen wie WG, Alterswohnen, Familienwohnen, Singlewohnen, Loftwohnen, Atelierwohnen usw. zu.

Die drei Hohen Häuser in Beton sind durch ihre robuste Materialität stark geortet und stehen in stimmungsvoller Koexistenz zur Leichtigkeit der Langhäuser. Das Dienstleistungsgebäude verfügt über höhere Räume, um die umfangreicheren Anforderungen an die Haustechnik erfüllen zu können. Diese leichte Interferenz unterscheidet das Dienstleistungsgebäude von den Wohngebäuden, ohne damit den notwendigen städtebaulichen Zusammenhalt der drei Hohen Häuser zu gefährden.

Auch hier sind die Fenster entsprechend ihrer Ausrichtung schmaler oder breiter.

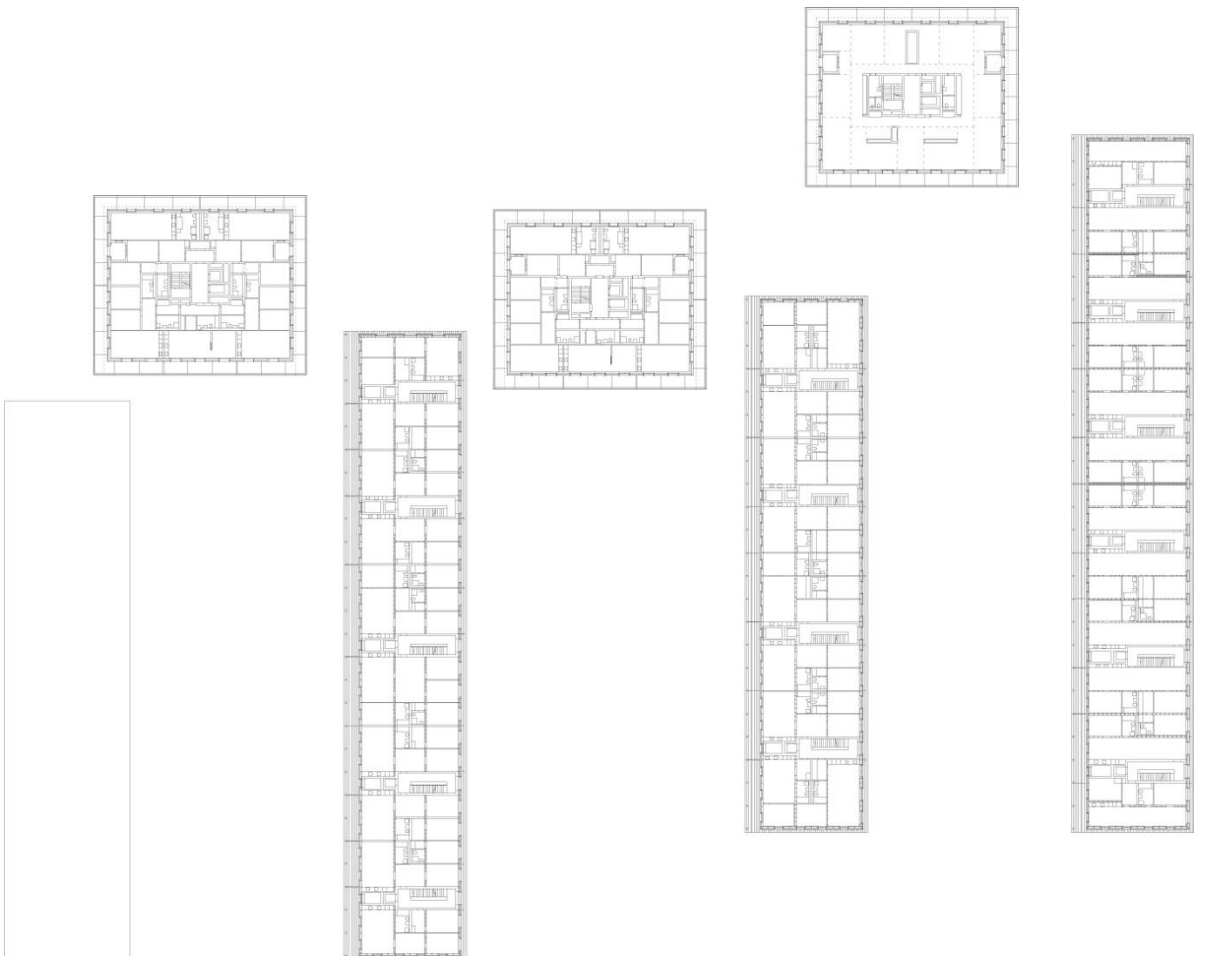
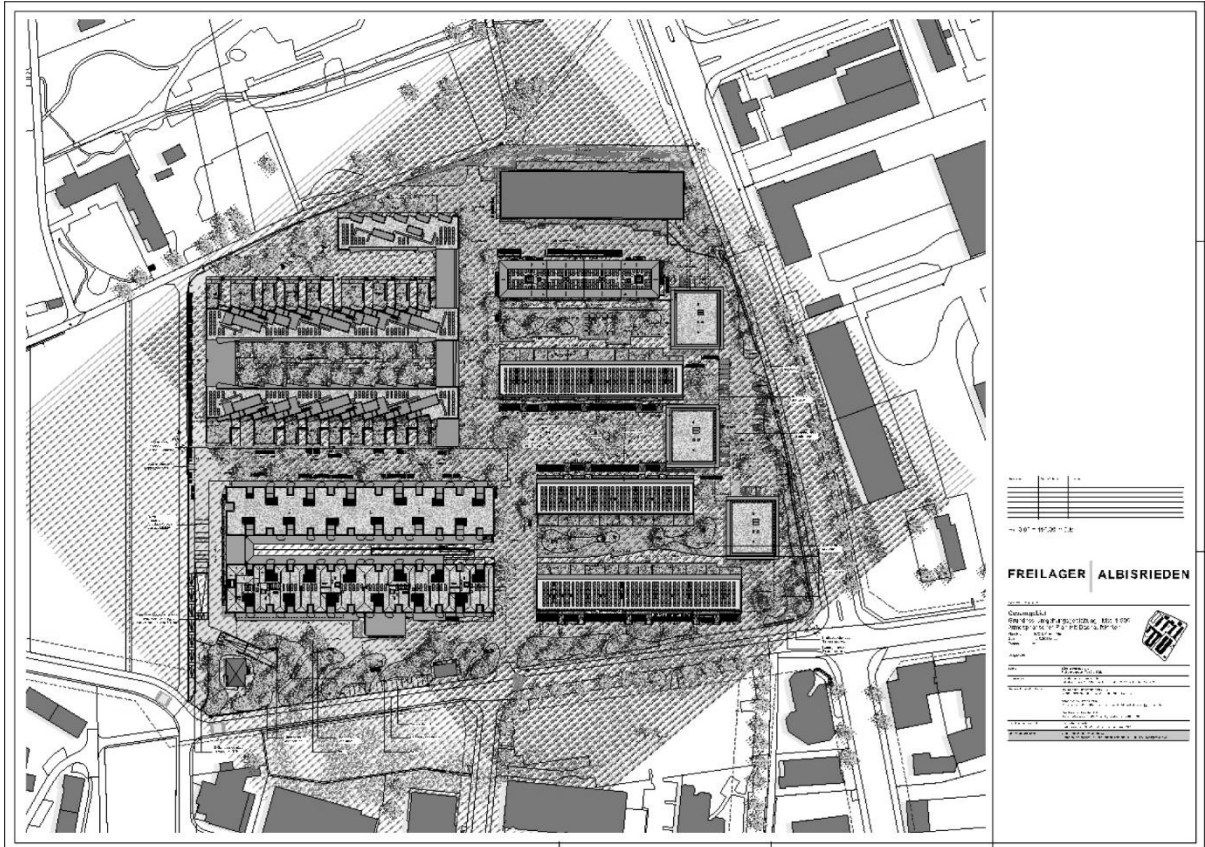
Struktur und Architektur des Dienstleistungsgebäudes sind so ausgelegt, dass ein späterer Umbau als Ganzes oder in einzelnen Etagen jederzeit möglich bleibt.

Tragende Fassaden und ein aussteifender Kern bilden die Konstanten, so dass rundherum grösstmögliche Flexibilität gewährleistet ist, sei es im Planungsstadium oder bei späteren Umbauten.

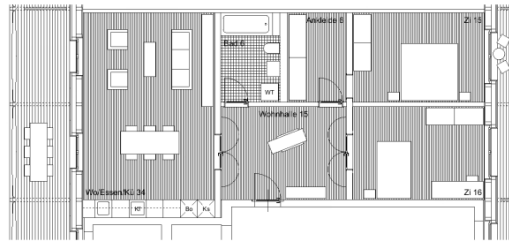
Woodstock ist eine nonkonforme Mischung aus Erinnerung, Handwerk, Innovation und Nachhaltigkeit, welche dem heterogenen Albisrieden eine uneitle, aber ausdrucksstarke neue Mitte mit starker Ausstrahlung, Identität und hohem Marktpotential anbieten kann.



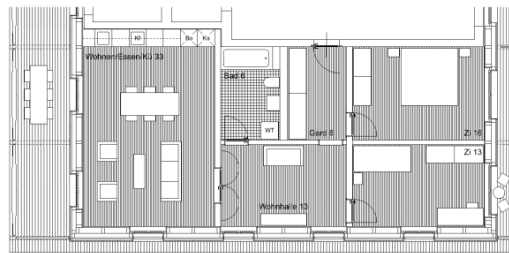




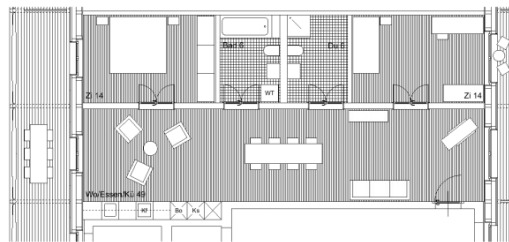
A5.1
OG - 1-5
3 1/2 Zi
91.6 m²
Anzahl 5
subventioniert



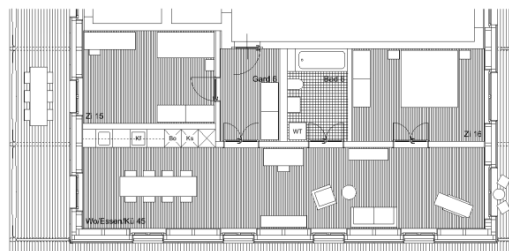
A5.6
EG - OG 5
3 1/2 Zi
89.8 m²
Anzahl 6
subventioniert



A7.2
EG - OG 5
3 1/2 Zi
91.5 m²
Anzahl 10

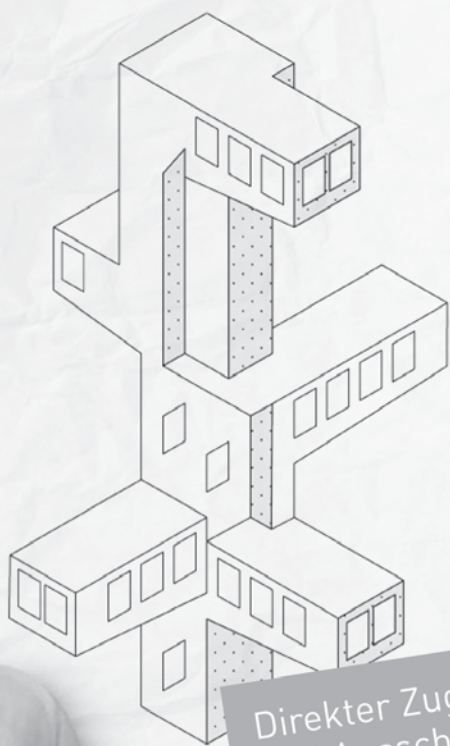


A7.5
EG - OG 5
3 1/2 Zi
89.4 m²
Anzahl 11



Sponsoren und Aussteller

Lass dein Können
die Grenze sein.
Nicht das Material.



Direkter Zugriff auf Konstruktionsdetails
und Ausschreibungstexte:
www.fermacell.de/detailkatalog

fermacell[®]

fermacell Gipsfaser-Platten

Ob zuverlässiger Brandschutz oder dauerhafte Stabilität – hochwertige
fermacell Gipsfaser-Platten sind bis ins Detail durchdacht.

Egger Bauprodukte schaffen Lust auf Neues.

www.egger.com/renovieren



Haben Sie Probleme mit Ihrem Alten? Wir helfen Ihnen gerne! Unsere Lösung: **EGGER Bauprodukte**. Ob OSB Verlege- oder geradkantige Platten, DHF Unterdeckplatten, Ergo Board Ausbauplatten oder Schnittholz, EGGER Bauprodukte bieten alles für die Dachsanierung, Gebäudeerweiterung und -renovierung sowie den Innenausbau und die Wohnraummodernisierung.

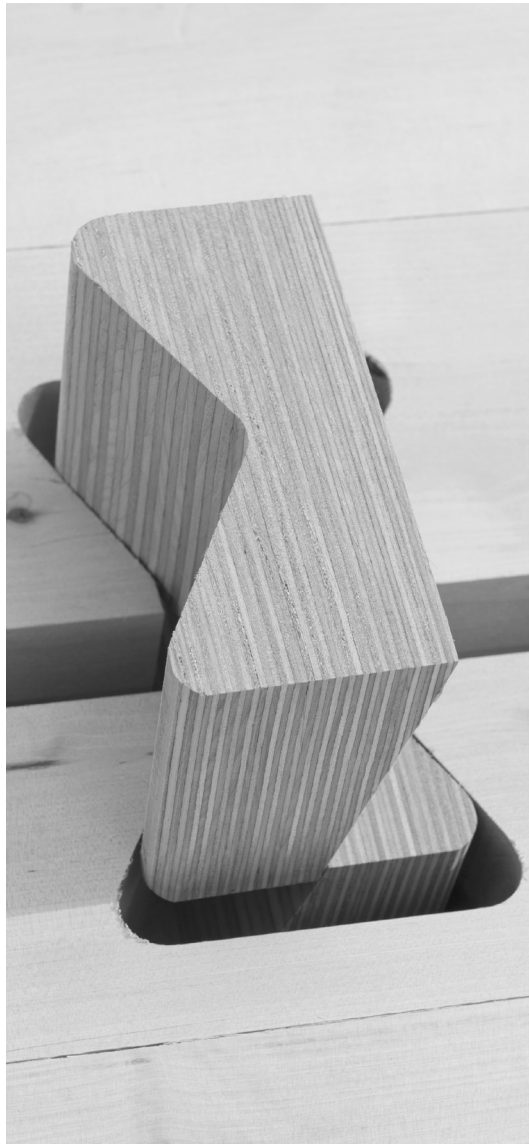
MEHR AUS HOLZ.

E EGGER

From **wood** to **wonders**
by **innovation.**

**HASSLACHER
NORICA TIMBER**

From **wood** to **wonders.**



MEET THE FUTURE.

- ⊕ **Brettschichtholz und Brettspertholz in Birke:**
hohe mechanische Eigenschaften für minimales Holzvolumen
- ⊕ **X-fix – Holz-Holz-Verbindungssystem:**
einfache Montage von Brettspertholz Wänden und Decken in Rekordzeit
- ⊕ **Exzellente Oberflächen bei Brettspertholz:**
fugen- und rissfreie Oberflächen in verschiedensten Holzarten

HASSLACHER NORICA TIMBER
Innovationsmanagement

DI Georg Jeitler
M +43 664 88 63 05 22
E georg.jeitler@hasslacher.com
Feistritz 1 | 9751 Sachsenburg | Austria

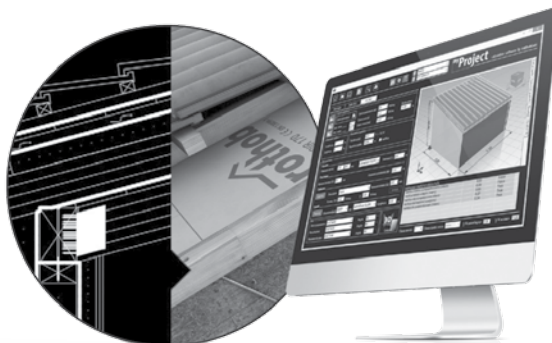


hasslacher.com



Support

Technical consultancy
services for designers
and customers



myProject 3.5
CONSTRUCTION SOFTWARE BY ROTHOBLAAS



Products

Fastening
Airtightness and Waterproofing
Soundproofing
Fall Protection
Tools and Machines

Innovation

The X-RAD connection system
is a true revolution within
the CLT construction



Awarded with

SCHWEIGHOFER
PRIZE 2015



DAS ÖKOLOGISCHE BAUSYSTEM



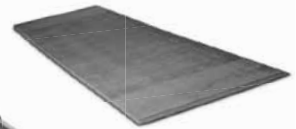
Flexible Dämmmatten
50 kg/m³



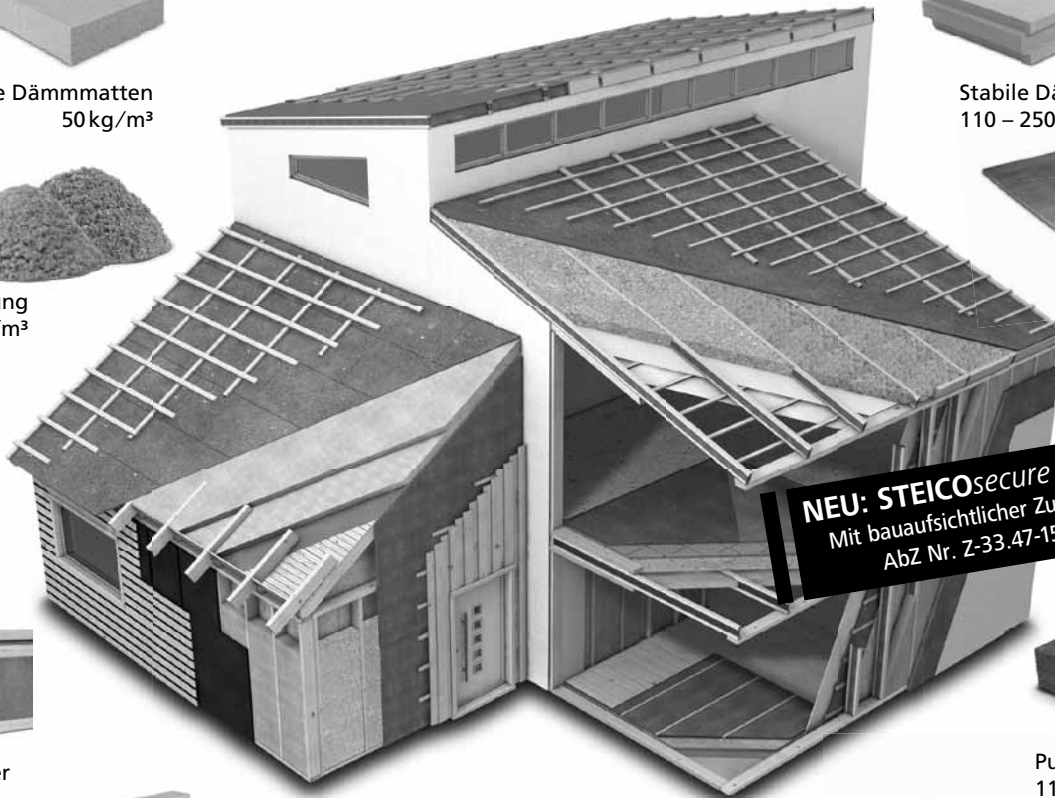
Stabile Dämmplatten
110 – 250 kg/m³



Einblasdämmung
30 – 57 kg/m³



Unterdeckplatten
270 kg/m³



NEU: STEICOsecure WDVS
Mit bauaufsichtlicher Zulassung
AbZ Nr. Z-33.47-1581



Stegträger



Putzträgerplatten
110 – 265 kg/m³



Furnierschichtholz



Luftdichtheits- und
WDVS-Komponenten

STEICO

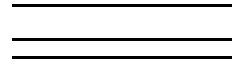
Das Naturbausystem

DAS KOMPLETTE SORTIMENT FÜR ÖKOLOGISCHES BAUEN

Ob Holzfaser-Dämmstoffe aus dem Nass- oder aus dem Trockenverfahren. Ob Stegträger oder Furnierschichtholz. STEICO ist Europas größter Hersteller für ökologische Dämm- und Konstruktionsprodukte. Profitieren Sie vom umfangreichsten Sortiment der Branche und dem hervorragendem Service des Marktführers. Erfahren Sie mehr auf www.steico.com



Collano[®]



Klebstoff-Verbindungen für 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

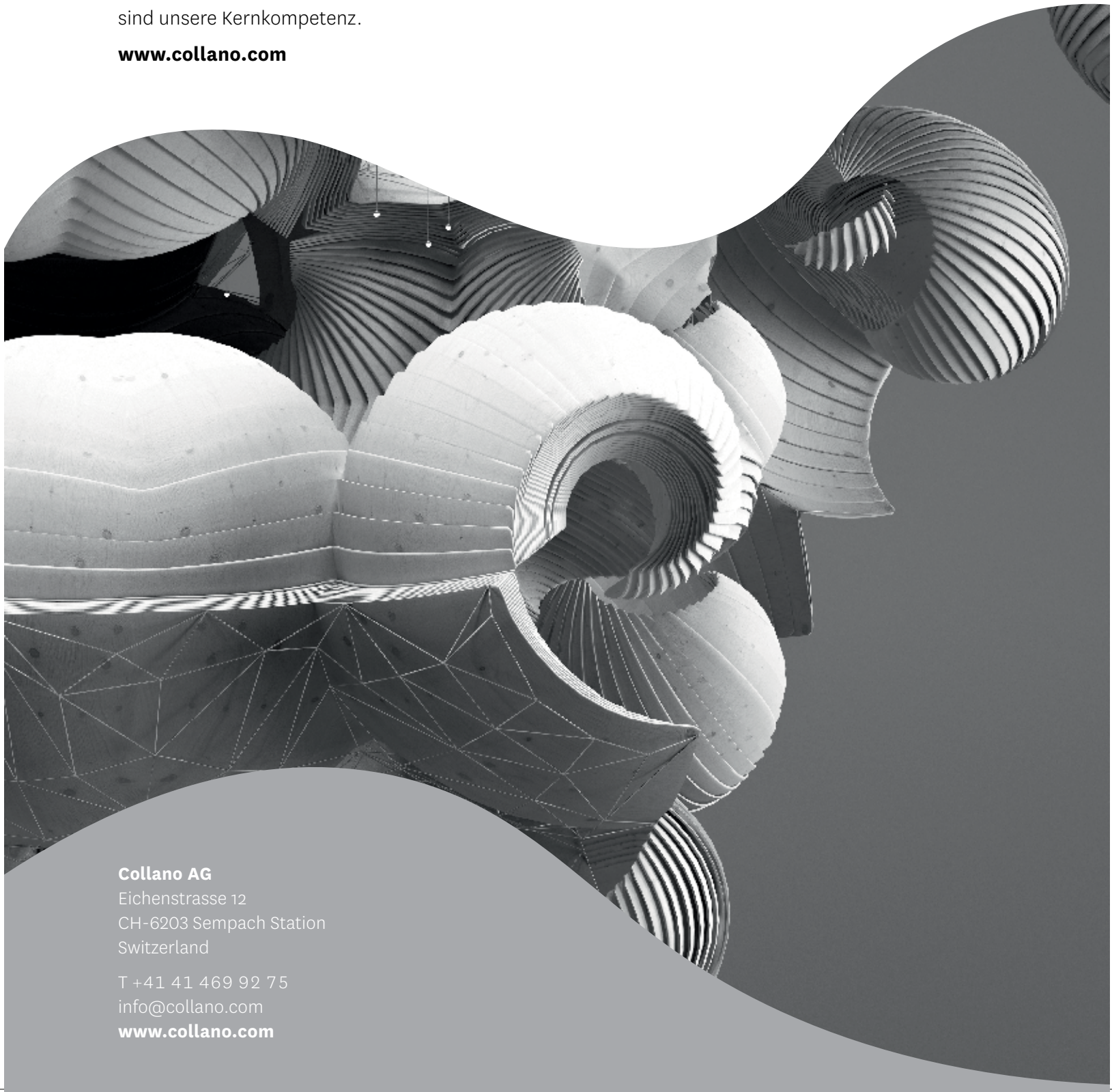
Collano AG

Eichenstrasse 12
CH-6203 Sempach Station
Switzerland

T +41 41 469 92 75

info@collano.com

www.collano.com



QUALITÄT aus Deutschland

ERLUS

Dachkeramik
Schornsteinsysteme
Lüftungsnetzwerk

www.erlus.com

ERLUS 



Wir haben die Bässe im Griff.

LIGNATUR dämmt mit **silence12** tiefe Töne

trägt über **grosse Spannweiten**

widersteht Brandeinwirkungen mit
Feuerwiderstand REI90

überzeugt das Auge mit **sichtbaren
Holzoberflächen**

verwandelt mit **Absorbern** den Raum
in einen Konzertsaal

steht für **gesundes Bauen**

Interessiert? Rufen Sie uns an.
+41 (0)71 353 04 10

 **LIGNATUR®**

www.lignatur.ch

NOVATOP ACOUSTIC

AKUSTISCHE PANEELE AUS MASSIVHOLZ



VOLLKOMMENER AKUSTISCHER KOMFORT
IN NATÜRLICHEN DESIGN AUS HOLZ

- Sie finalisieren die akustischen Eigenschaften des Raumes.
- Sie bieten eine Vielfalt an Profildesign und Absorberleistung.
- Sie bilden mit NOVATOP ELEMENT ein multifunktionales, grossformatiges Deckensystem.

In der modernen Architektur stellt die angenehme Raumakustik grosse Herausforderungen an Planung und Ausführung.

Jeder Raum hat einen eigenen Zweck und Anspruch an Raumakustik.

NOVATOP ACOUSTIC designt Ihren Raum in Echtholz/Massivholz und harmoniert über seine akustischen Absorber die Raumakustik auf den gewünschten Bedarf.

Kooperationspartner

TOPWOOD 
Trading GmbH

NOVATOP 

www.novatop.ch

VELUX®

VELUX Flachdach-Fenster "KONVEX-GLAS"

Perfektes Design für Ihre Ideen

- Innovativ: Das elegant gebogene Glas und die randlose Oberfläche lassen Regenwasser einfach ablaufen
- Ästhetisch: Die ideale Lösung für Ihre Flachdach-Projekte mit 0° – 15° Dachneigung
- Hervorragend gedämmt: Ideal für Ihre Wohngebäude-Planung dank 3-fach-Verglasung

Mehr Informationen unter www.velux.de/konvex-glas

NEU

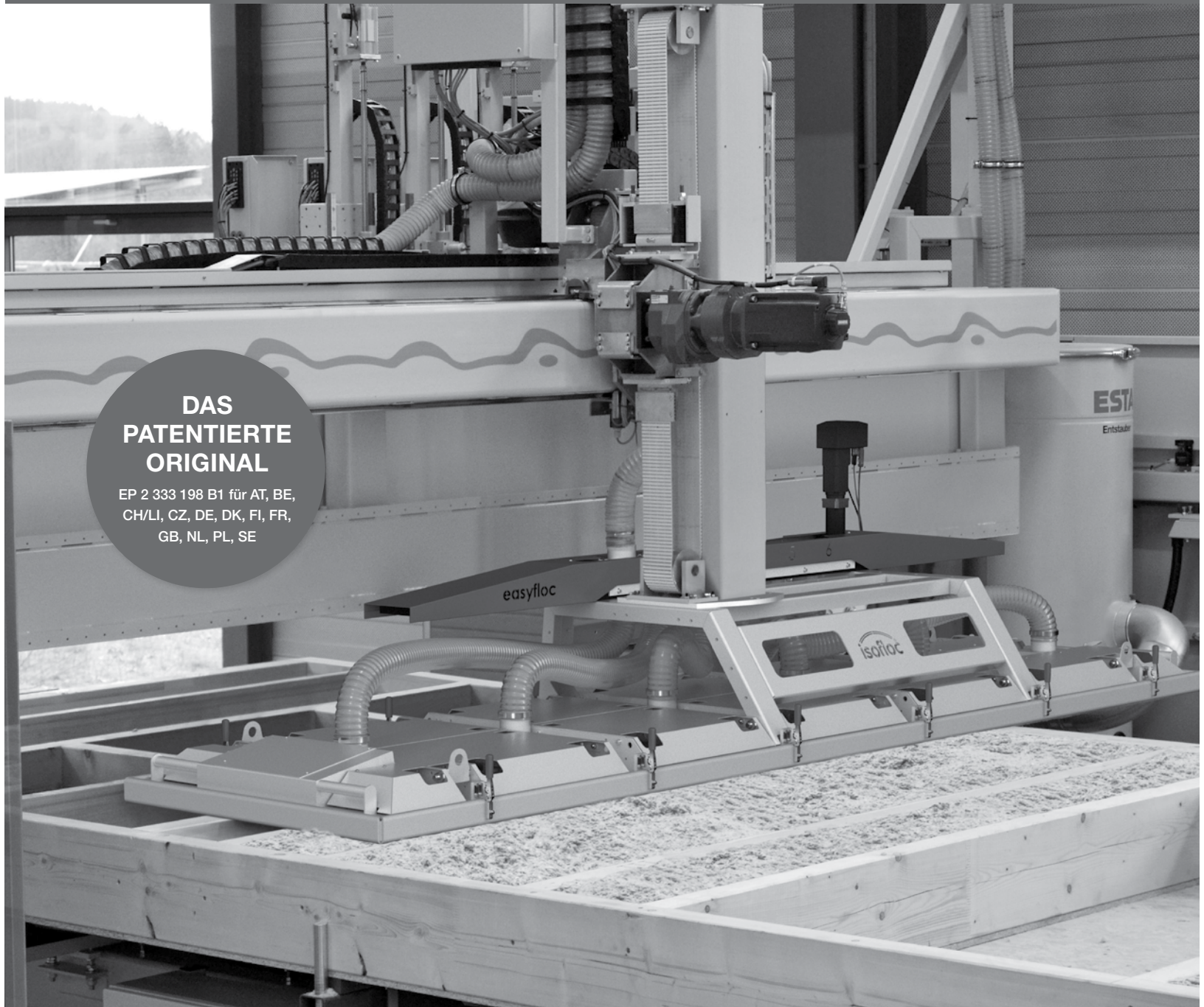
CurveTech



Vollautomatisch dämmen

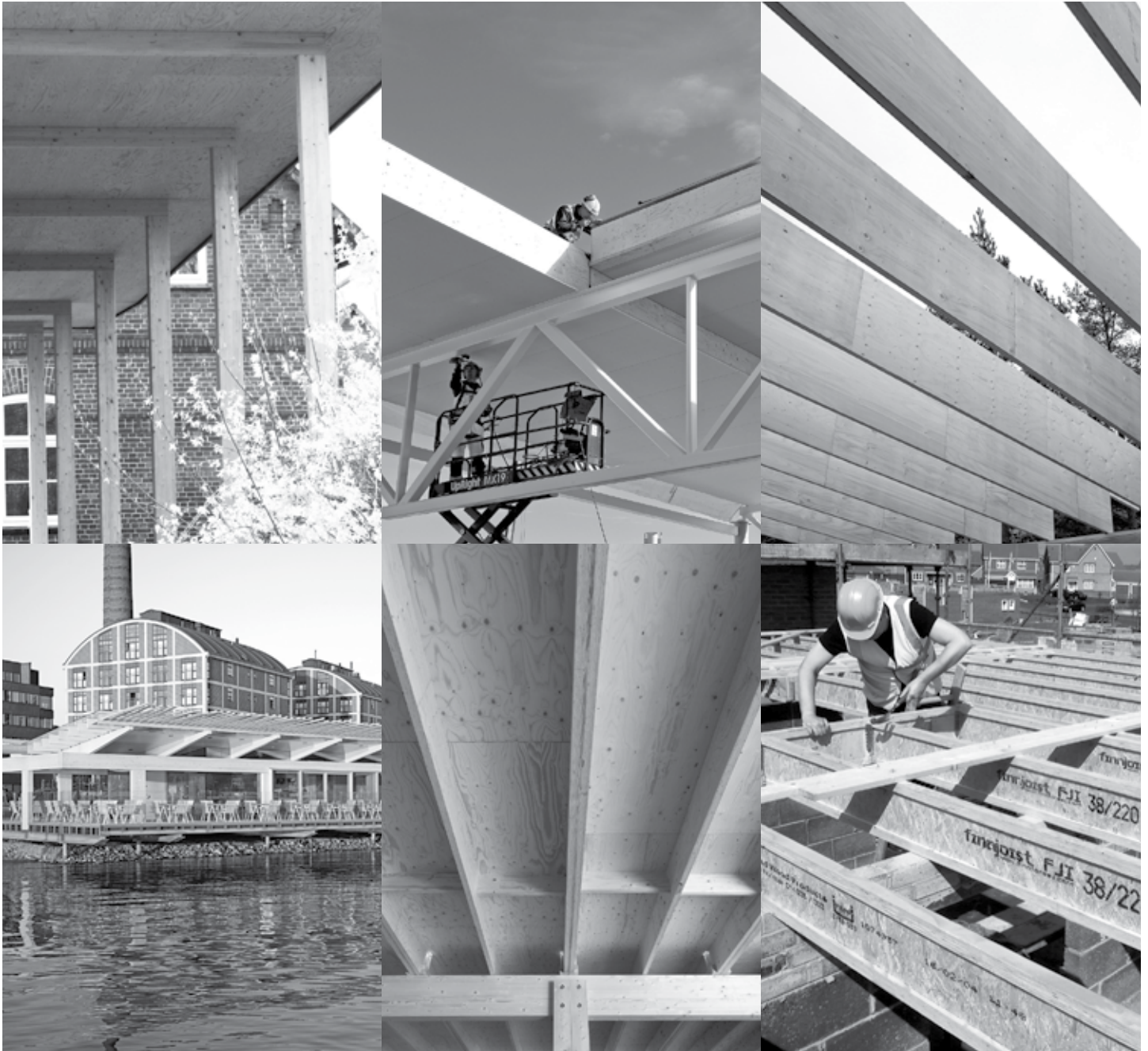
DAS PATENTIERTE ORIGINAL

EP 2 333 198 B1 für AT, BE,
CH/LI, CZ, DE, DK, FI, FR,
GB, NL, PL, SE



Die patentierte Einblasplatte aus dem Hause isofloc kann neu an Multifunktionsbrücken angebunden werden. Damit wird der Dämmvorgang perfekt in die Fertigungsstraße integriert und vollständig automatisiert. Infos unter: www.isofloc.de

**isofloc**[®]



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





best wood[®]
SCHNEIDER

DAS **GUTE GEFÜHL**

Holzsysteme und
Holzfaserdämmstoffe

*FÜR EIN GESUNDES
ZUHAUSE.*



natureplus
for better living

zertifiziert nach DIN
EN ISO 50 001

Mit ca. 350 Mitarbeitern vertreibt die best wood SCHNEIDER[®] GmbH europaweit alle statisch belasteten Holzprodukte für den modernen Holz- und Passivhausbau. Ob Brettsper Holz, Brettschichtholz, Konstruktionsvollholz, Deckenelemente oder Holzfaser-Dämmstoffe – mit einer energieeffizienten Produktionsanlage in Süddeutschland wird vom Rundholz bis zum fertigen Produkt alles aus einer Hand realisiert. Die Zertifizierung der best wood SCHNEIDER[®] Produkte durch naturplus[®] und PEFC geht weit über den üblichen Standard hinaus und garantiert nachhaltige, gesunde Lösungen für Privatbauten, Industrie und Gewerbe.



best wood SCHNEIDER[®] GmbH
Kappel 28
88436 Eberhardzell

Telefon +49 (0)7355 9320-0
Telefax +49 (0)7355 9320-300
E-Mail info@schneider-holz.com

ERLEBE DEN GUTEX EFFEKT

*Ökologische Dämmstoffe aus
Schwarzwaldholz.*

Erfahren Sie mehr über Holzfaserdämmung
unter www.gutex.de



DER
**GUTEX
EFFEKT**

 **GUTEX**[®]
DÄMPLATTEN AUS SCHWARZWALDHOLZ

ZELLULOSE

Von Natur aus der beste Dämmstoff.

GRAU IST DAS NEUE GRÜN

SPEZIALIST FÜR ZELLULOSEDÄMMUNG UND LUFTDICHTHEIT

Wir liefern echte, ehrliche Qualität. Und wir wissen wovon wir reden. Unsere Lösungen sind kompetent, engagiert und vor allem nicht von der Stange. Wir sind kreativ. Innovativ ökologisch halt. Wie unsere Zellulosedämmung eben, mit der waren wir nämlich einer der ersten „ÖKO“-Spinner in Europa. Lust auf grünes Dämmen?

www.isocell.com

ISOCELL

LUFTDICHTHEITS-SYSTEME
UND ZELLULOSEDÄMMUNG

Innovativer Holzbau mit System



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 ihrem Ausstellungsstand beraten Sie Experten der Unternehmen Knauf Gips und Knauf Insulation umfassend zu neuen und bewährten Systemlösungen aus dem Hause Knauf:

- Außenwand-Konstruktionen für herausragenden Wärme-, Schall- und Brandschutz im Holzrahmenbau.
- Holzbalkendecken mit außergewöhnlichem Schallschutz auch im tieffrequenten Bereich.
- Wirtschaftliche und effiziente Dämmsysteme für den Neubau und die Sanierung des Dachs.
- Außenwand-Systeme für den mehrgeschossigen Holzbau.

pavatex
by SOPREMA

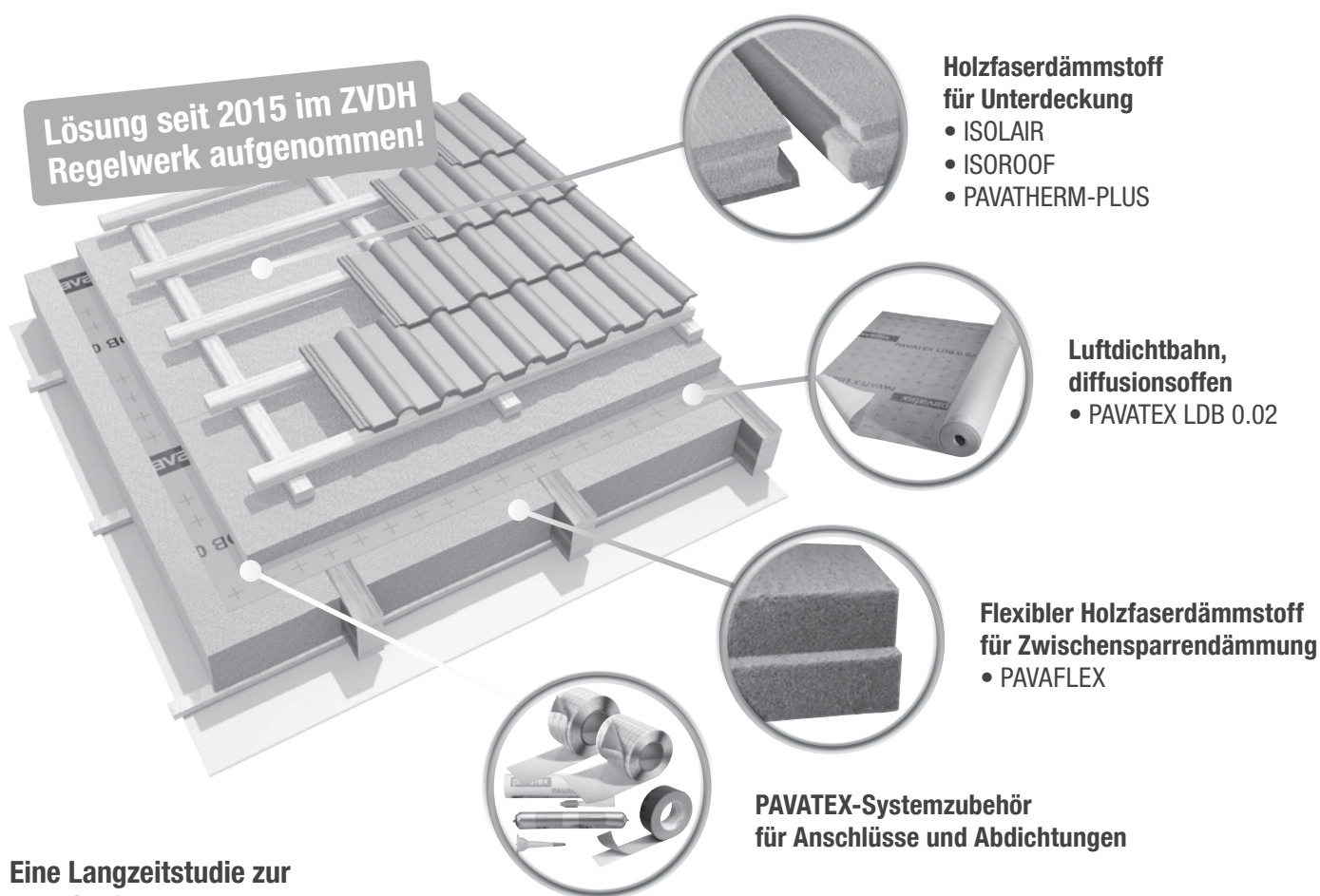
Holzfaserdämmsysteme



DACHSANIERUNG VON AUSSEN DAS ORIGINAL SINCE 2007

PAVATEX bietet seit Jahren ausgezeichnete ökologische Dämm Lösungen und geht immer wieder mit innovativen Ansätzen voran, so auch mit dem 2007 entwickelten Dachsanierungssystem, bei dem die Luftdichtbahn flächig über dem Sparren verlegt wird. Technisch ausgereift, einfach auszuführen und seit 2015 im ZVDH-Regelwerk aufgenommen.

Jetzt Erfahrung nutzen – modernisieren mit dem Original!



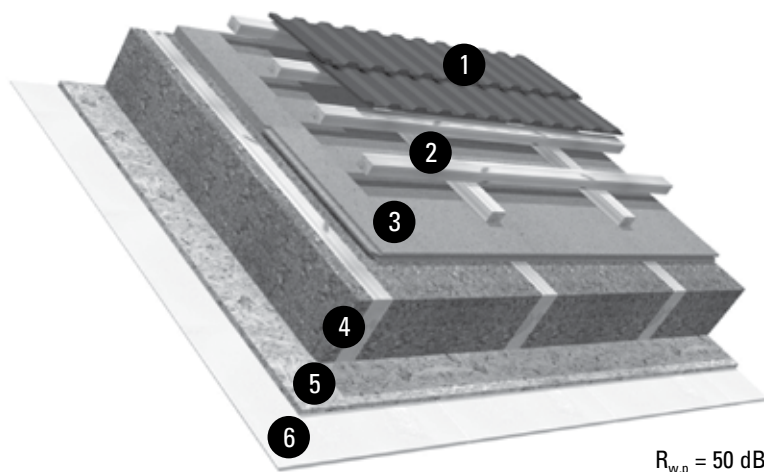
Eine Langzeitstudie zur LDB-Sanierung in realer Bausituation finden Sie auf unserer Homepage www.pavatex.de

SOPREMA
GROUP

GEPRÜFTE KONSTRUKTIONEN IM AGEPAN[®] SYSTEM!

- ✓ Brandschutz
- ✓ Schallschutz
- ✓ Hagelschutz
- ✓ Nagerschutz

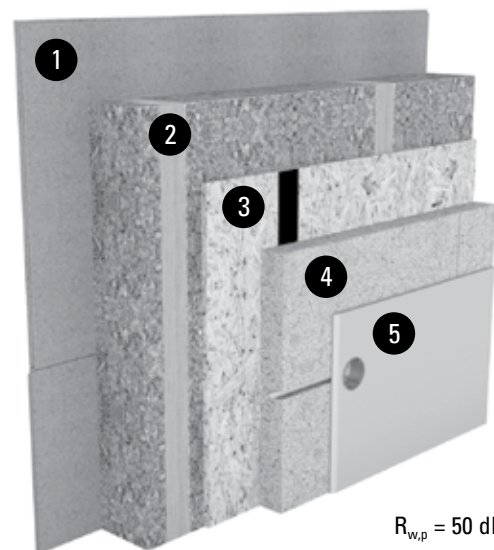
AGEPAN[®] THD, AGEPAN[®] DWD
und AGEPAN[®] OSB-Produkte
jetzt auch im Großformat!



$R_{w,p} = 50 \text{ dB}$

DACH

- 1 Betondachsteine
- 2 Konter- und Traglattung, 60 x 40 mm
- 3 AGEPAN[®] THD N+F, 80 mm
- 4 Sparren, 200 x 80 mm
mit Zellulose-Gefachdämmung
- 5 AGEPAN[®] OSB PUR $\geq 15 \text{ mm}$
- 6 GKB $\geq 12,5 \text{ mm}$



$R_{w,p} = 50 \text{ dB}$
F90-B (REI 90)

WAND

- 1 AGEPAN[®] THD N+F $\geq 40 \text{ mm}$ /
AGEPAN[®] THD Putz 050 $\geq 40 \text{ mm}$
- 2 Ständerwerk KVH $\geq 60 \times 140 \text{ mm}$
mit Steinwolle ausgedämmt
- 3 AGEPAN[®] OSB PUR $\geq 15 \text{ mm}$
- 4 AGEPAN[®] THD Install $\geq 40 \text{ mm}$
- 5 GKB $\geq 12,5 \text{ mm}$

in 1,5 und 3 m erhältlich,
auch als Jumbo mit
400 Laufmetern



Ich bin eine Sealerin.



Ampatop® Seal

schweißbare Unterdeckbahn / Unterspannbahn

- **Vorkonfektioniert erhältlich**
- **Verschweißbar mit Quellschweissmittel Ampacoll® LiquiSeal und mit Heissluft**
- **Beidseitig verarbeitbar, kein Abfall**
- **Monolithische TPU-Technologie**
- **Vollständiges Systemzubehör**

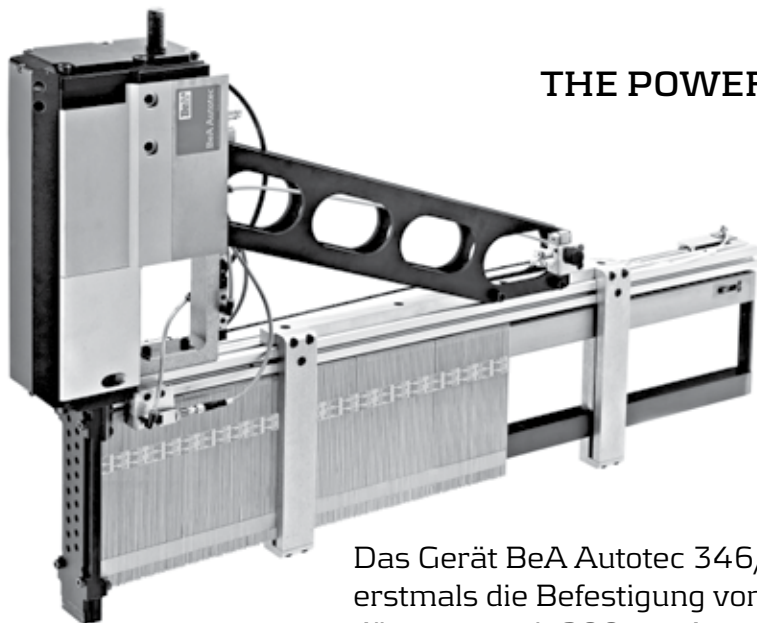
Für ganzheitlichen Schutz
der Gebäudehülle
www.ampack.de

Ampack Bautechnik GmbH
Wallbrunnstrasse 24
79539 Lörrach
Tel. 07621 1610264
Fax 07621 1611627
ampack@ampack.de



THE POWER OF FASTENING

BeA®



Neu!
BeA Klammern
bis 200 mm



Das Gerät BeA Autotec 346/200-285 ermöglicht erstmals die Befestigung von 160 mm starker Außen-dämmung mit 200 mm langen Heftklammern. Auch als Handgerät BeA 346/200-951E für den mobilen Einsatz lieferbar

BeA – Industrielle Geräte und Befestigungsmittel

Joh. Friedrich Behrens AG
Bogenstraße 43 – 45, 22926 Ahrensburg, Germany
Tel. +49 (0) 4102 78 – 444, Fax +49 (0) 4102 78 – 270
info@behrens-group.com, www.bea-group.com

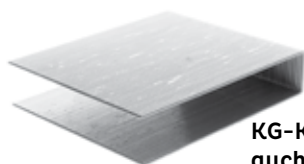
Der Partner des Handwerks



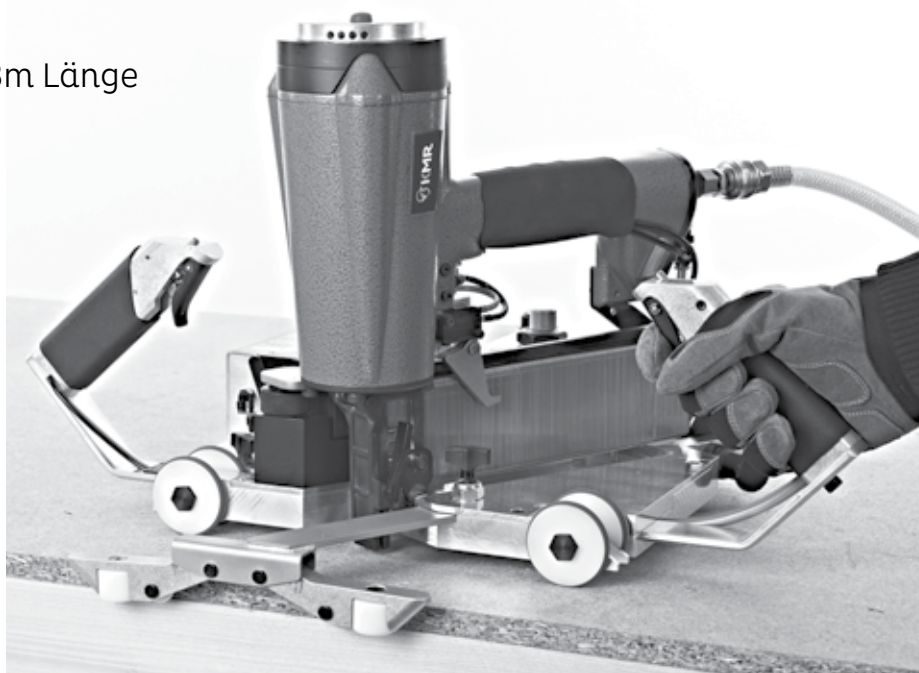
KMR Skater für KG Klammern

für 2-Mann Einsätze für Platten bis zu 3m Länge

- Beide Handgriffe mit Auslösesicherung
- Auslösesicherung auf der Platte
- Leerschlagsperre
- Frontplattenöffnung zur schnellen Störungs-beseitigung
- Drehbarer Abluftdeckel für komfortables Arbeiten
- Stufenlose Höhenverstellung
- Peilnuten für exaktes Arbeiten mitten auf der Platte
- Leichtlaufräder, hinterlassen keine Spuren



KG-Klammern passend auch für andere Gerätemarken



Joh. Friedrich Behrens AG, Bogenstr. 43 – 45, 22926 Ahrensburg
Tel. 04102 78-444, info@kmreich.com, www.kmreich.com

binderholz

tiptop timber

natur in architektur



Büro- und Wohnbau Wenlock Road, London | GB



Kindergarten Kranebitten, Innsbruck | A



Reitsportzentrum Spessart, Linsengericht | D



Wohnen im Park, Mondsee | A



Brettsperrholz BBS



Brettschichtholz



Massivholzplatten



Profilholz



Schnittholz



Biobrennstoffe

binderholz ist ein führendes europäisches Unternehmen für Massivholzprodukte und innovative Baulösungen

Mit unseren Massivholzprodukten und innovativen Baulösungen werden weltweit Gebäude unterschiedlichster Verwendung durch Partnerbetriebe errichtet. Durch modernste CNC-Technologie ist jeglicher Abbund unserer Elemente möglich. Unsere kompetente Technikabteilung unterstützt Sie bei der Erarbeitung verschiedenster Gebäudekonzepte und der technischen Planung. Für durchdachte Massivholzbaulösungen beraten Sie unsere Ingenieure mit fundiertem Fachwissen.

bbs@binderholz.com

www.binderholz.com

Regufoam®

REGUFOAM®
KÖRPERSCHALL ISOLIEREN >>>

Stoßstellendämmung im Massivholzbau bis 6,2 dB mit Regufoam®

BSW BERLEBURGER SCHAUMSTOFFWERK GMBH
WWW.BSW-SCHWINGUNGSTECHNIK.DE


BSW



DAS BESTE, WAS EINEM HAUS PASSIEREN KANN



Die erste Wahl für Außen- und Innenwände, Decken und Fußböden: **estb-Platten von elka.**

- 100% Frischholzspäne (altholzfrei)
- Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft PEFC/FSC
- Hervorragende statische Eigenschaften
- Sehr gute Schraubenauszugsfestigkeit
- Weitgehend diffusionsoffen: sichert den Feuchtetransport
- Geringe Emissionen (Formaldehyd < 0,03 ppm & geringe VOC)
- Recyclingfreundliche MUF-Verleimung



elka-Holzwerke GmbH
Hochwaldstraße 44 · 54497 Morbach
Tel. +49 (0) 65 33-956-332 · www.elka-holzwerke.eu



DIE WIRKLICH DIN-GERECHTE SOCKELABDICHTUNG FÜR HOLZHÄUSER:

FRANKOSIL® 1K

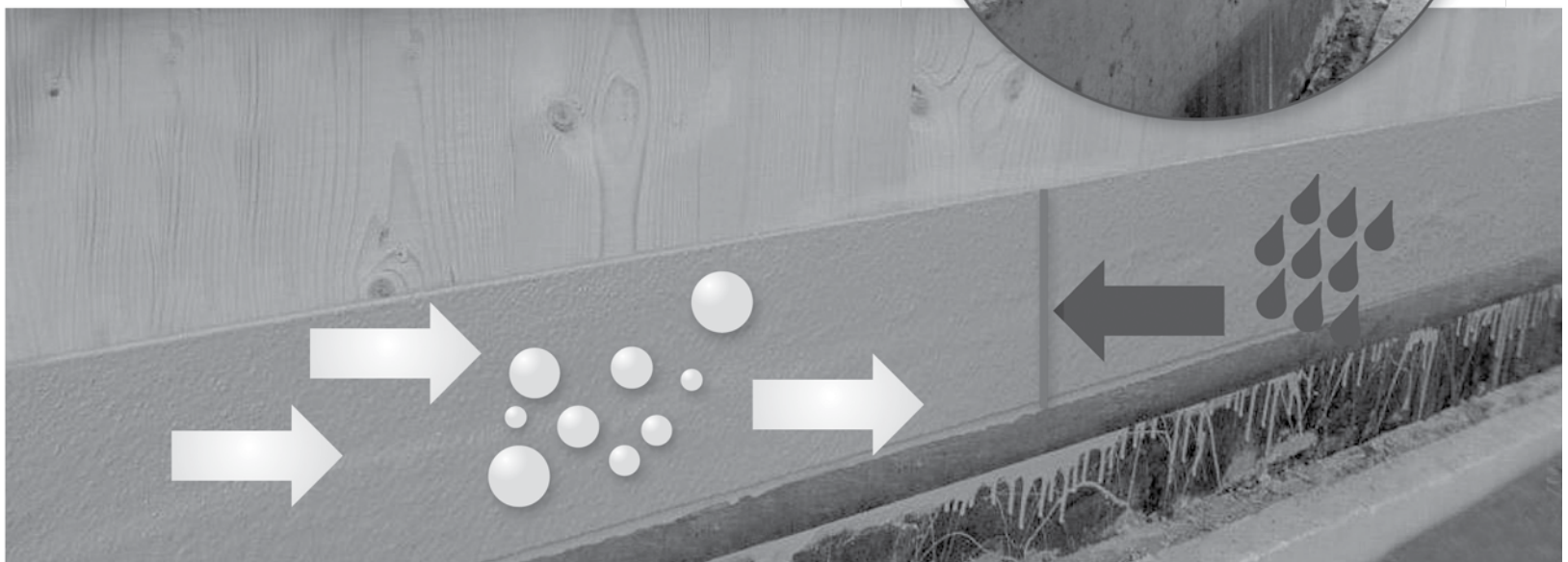
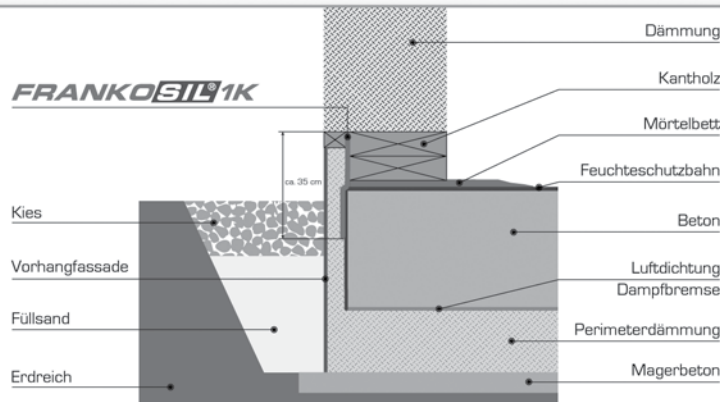


FRANKOSIL® 1K erfüllt die normativen Anforderungen zur Abdichtung von Holzhäusern zwischen Bodenplatte und Wandaufbau. Die Abdichtung ist schnell und einfach zu verarbeiten und kann nach richtiger Untergrundvorbereitung ohne Grundierung aufgebracht werden. Sie ist 100% dicht von außen und die eingeschlossene Feuchtigkeit kann ausdiffundieren (μ -Wert von 540).

Nachhaltig dicht.

Diffusionsfähig.

Ökologisch.





Massiv bauen mit Holz

Vielseitige Einsatzgebiete für
ED BSP Wand-, Decken- und
Dachelemente

ED BSP Brettspertholz



Ein- und Mehrfamilienhäuser
Mehrgeschossiger Wohnbau
Gewerbe- und Bürobauten
Kindergärten und Schulen
Hotels und Gaststätten
Industrie- und Hallenbau
Modulbauten
Aufstockungen, Anbauten
Sanierungen
Renovierungen

ED DUO | Balkenschichtholz
ED BSH | Brettschichtholz
Konstruktionsvollholz
Wandstiele



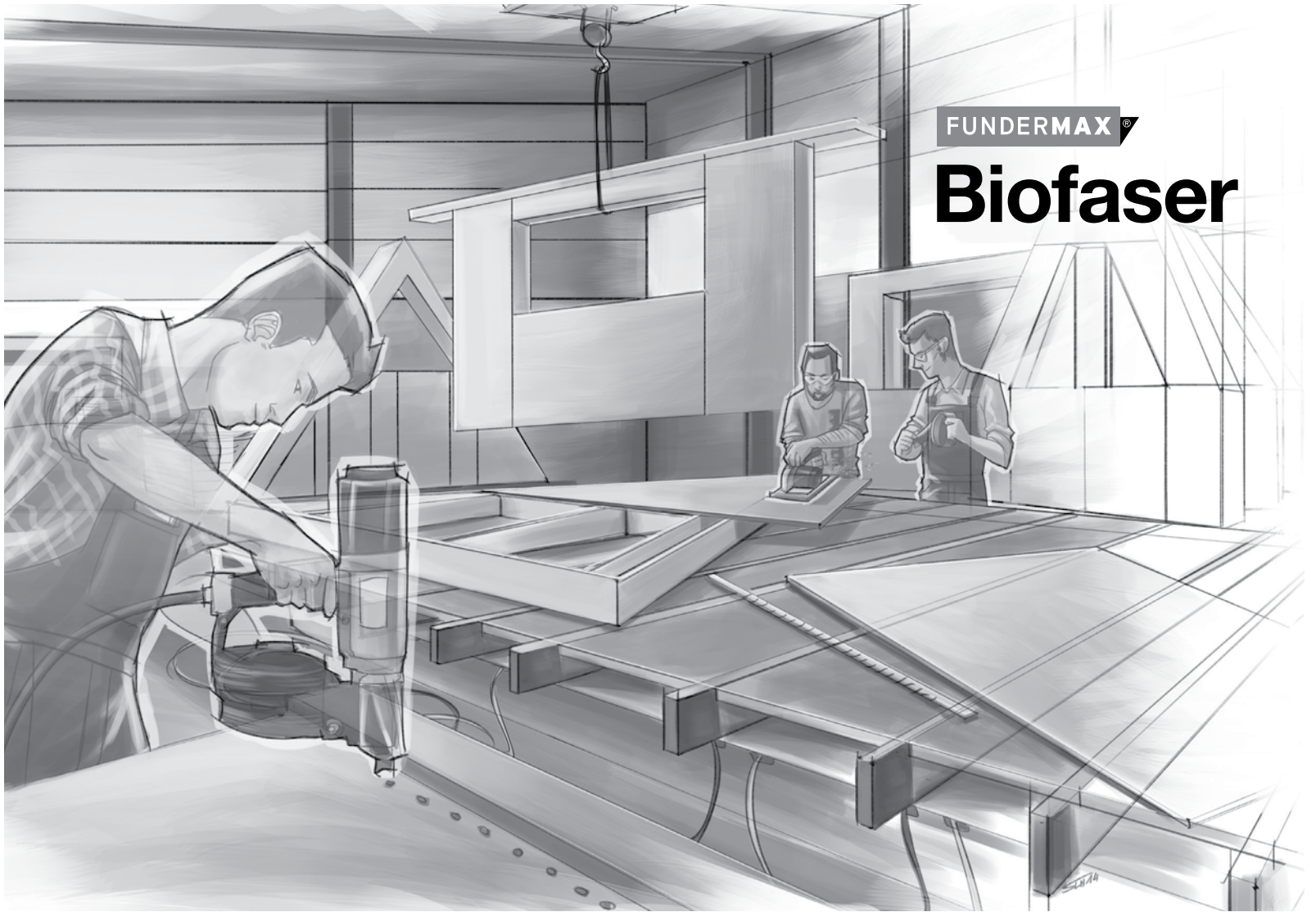
EOTA

ETA-12/0327

CSTB
le futur en construction

CE

0672-CPR-0334



FUNDERMAX®

Biofaser

FunderPlan Das ökologische Element im Holzbau



- statisch beanspruchbar
- als Dampfbremse wirksam
- luftdichte Ebene gewährleistet
- auf Wohngesundheit geprüft
- splitterfrei schneiden und verkleben
- Wohnraumgewinn durch schlanken Aufbau

FunderMax GmbH, Thomas Graf

Tel: +43 (0) 5 9494-0, Mobil: +49 (0) 151 558 70 545

E-Mail: thomas.graf@fundermax.biz, www.funderplan.at

MEMBER OF *Constantia* INDUSTRIES

for
people
who
create

Holz bringt Lebensqualität. Mit Getzner kommt die Ruhe.

NEU!
TimberCalc

Wir informieren
Sie gerne auf
unserem
Messestand.



Mit seinen universellen Eigenschaften ist Holz einer der faszinierendsten Baustoffe die es gibt. Wir fügen die Ruhe hinzu. Denn Getzner zählt mit über 40 Jahren Erfahrung zu den weltweit führenden Unternehmen im Bereich Isolierung von Schwingungen und Schalldämmung. Ist das nicht beruhigend?

Getzner Werkstoffe GmbH
Herrenau 5
6706 Bürs
Österreich
T +43-5552-201-0
F +43-5552-201-1899
info.buers@getzner.com

www.getzner.com

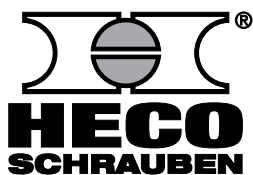
getzner[®]
engineering a quiet future

HECO®-Schrauben Innovation. Vertrauen. Zukunft.



Qualität und Perfektion von Profis für Profis.

*Verlangen Sie HECO®-Schrauben –
Sicher ist sicher*



HECO-Schrauben GmbH & Co.KG

Dr.-Kurt-Steim-Straße 28, D-78713 Schramberg

Tel.: +49 (0)74 22 / 9 89-0, Fax: +49 (0)74 22 / 9 89-200

E-Mail: info@heco-schrauben.de, Internet: www.heco-schrauben.de





SLIMLINE®

Hebeschiebetür 3S

Technische Finesse in ihrer schönsten Form.

NEU
50 mm
RAHMENBREITE

Weltweit einzigartig: SLIMLINE® Hebeschiebetür 3S in Holz-Alu.

Neue architektonische Möglichkeiten für die Fenster- und Fassadengestaltung.

_ Völlig barrierefrei _ Maximale Glasflächen _ Ganzglasecken realisierbar

_ U_w bis $0,75 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ _ Höhe bis 3.000 mm

Einsatzmöglichkeiten,

Rückfragen, Informationen:

Wir freuen uns auf Ihre E-Mail

E info@becker360.de

oder rufen Sie uns an unter

T + 49 2982 9214-0

BECKER
360

www.becker360.de

HOMATHERM[®]

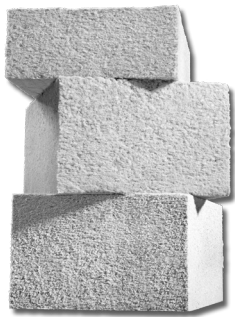
QUALITÄT AUS
DEUTSCHLAND.

HOCHWERTIG DÄMMEN. NACHHALTIG WOHNEN.

Ihr Komplettanbieter
für moderne
Dämmstoffe aus
Holz und Zellulose.
Für Sanierung
und Neubau.



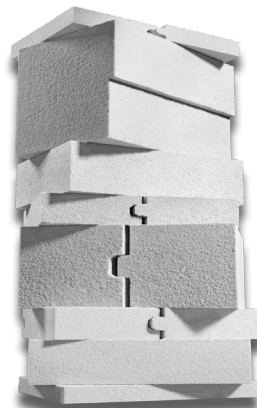
HOMANIT Building Materials GmbH & Co. KG
T +49 34651 416 0
info@homatherm.com



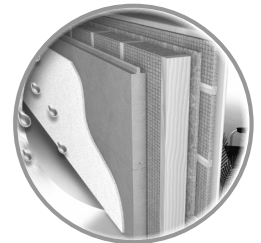
FLEXIBLE
DÄMMMATTEN



LOSE
DÄMMFLOCKEN



DRUCKFESTE
DÄMMPLATTEN



WDVS
ENERGIE PLUS

www.homatherm.com

**WÄRMEDÄMM-
VERBUNDSYSTEME
SIND WIE ORCHESTER:
PERFEKT AUF EINANDER
ABGESTIMMT!**



Natürlich haben wir das
optimale System für Sie!

0 61 54/71-7 16 69
info@inthermo.de
www.inthermo.de



INTHERMO

Meine natürliche Dämmung!

In der Ruhe liegt die Präzision. Calm control empowers precision.

Die Herausforderung: Sie möchten Schalungen und empfindliche Materialien wie Gipskarton zuverlässig und sicher befestigen. Ohne unnötigen Lärm und mit größtmöglicher Qualität.

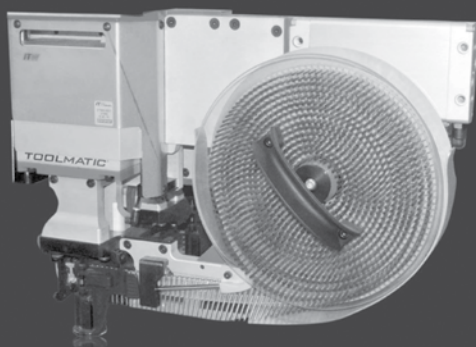
Die Lösung: Der **Toolmatic Pusher CT850**, entwickelt von den Marktführern in der Holzbauindustrie. Seine präzise Tiefenkontrolle erlaubt es, Nägel auf 0,1 mm genau einzutreiben. Die pneumatische Pushertechnologie arbeitet dabei angenehm leise. Und sein patentiertes Aufsatzstück mit integrierter Nagelführung zentriert die Nägel, um sie absolut rechtwinklig einzutreiben.

Das Ergebnis: Optimaler Halt, maximale Tragfähigkeit der Wände und höchste Präzision. Überzeugen Sie sich selbst.

The challenge: You need to fasten cladding and delicate materials such as plasterboard quickly, reliably and safely; without noise and to the highest level of quality.

The solution: The **Toolmatic Pusher CT850** developed by the leaders in the timber construction industry. The precise depth control allows nails to be driven with 0.1 mm depth accuracy. The pneumatic pusher fastening technology is surprisingly quiet, while the patented nose contact element centres the nails to ensure it's absolutely perpendicular and recessed.

The result: Quality fixing, maximised structural panel load capacity and high precision. See for yourself!



Gipskartonplatten befestigen,
ohne das Papier zu zerreißen –
für ein perfektes Nagelbild.

Plasterboard fastening
without tearing the paper –
for a perfect nail pattern.





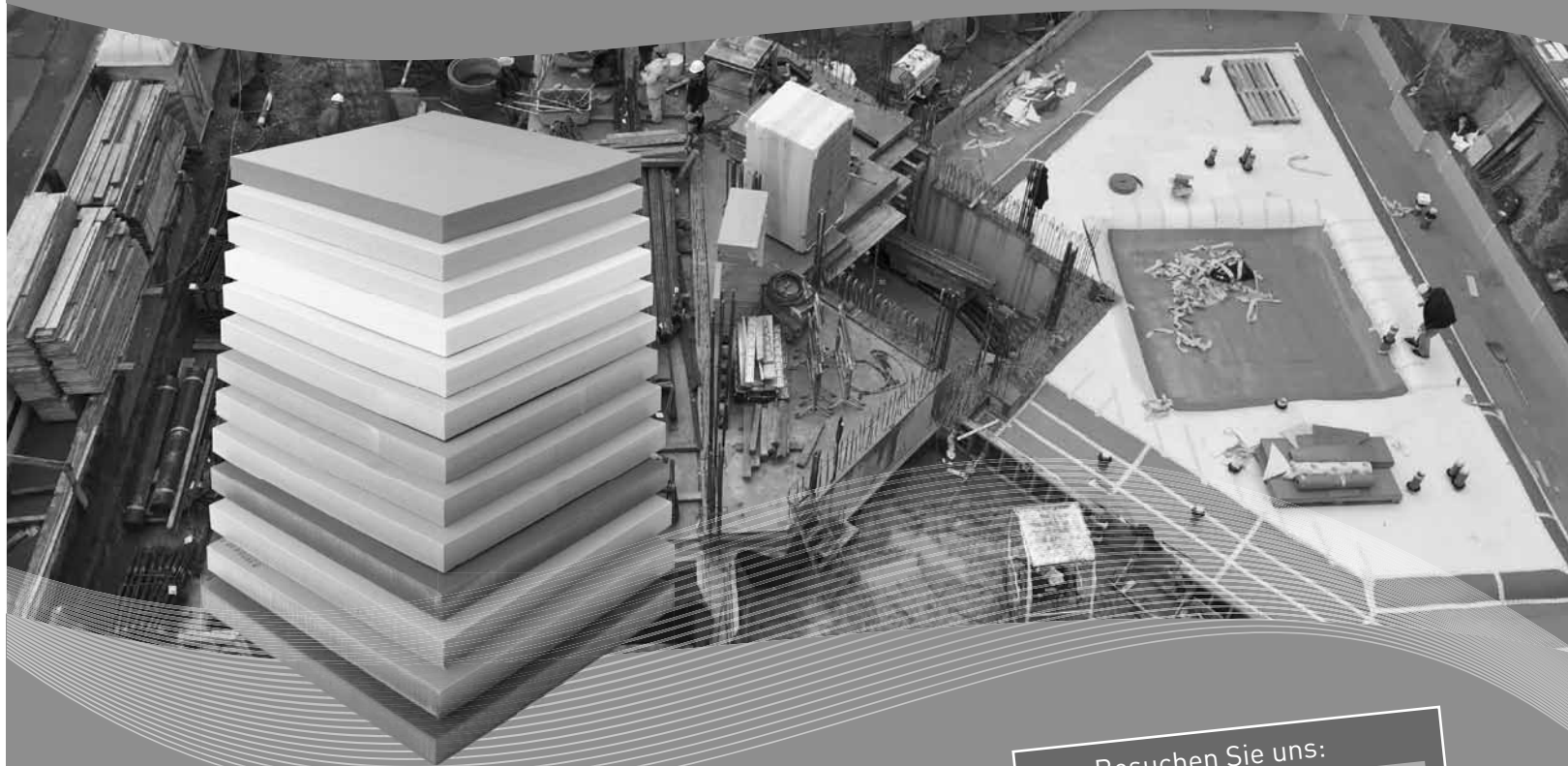
KEIM. DAS FARBHANDWERK. FÜR BLEIBENDE WERTE.

SCHUTZ UND ÄSTHETIK AUS EINER HAND.
KONSEQUENT MINERALISCH.

KEIM Farben sind nicht nur Beschichtungsstoff. Sie überzeugen durch ihre unerreichte Langlebigkeit, absolute Lichtbeständigkeit und hervorragende Bauphysik. Und mehr noch. Farbe von KEIM schützt, schmückt, inspiriert und begeistert. Farbe vom Handwerk fürs Handwerk.

KEIM. FARBEN FÜR IMMER.

www.keim.com



vibrafoam | **vibradyn** PURASYS PURASYS

Besuchen Sie uns:

**Forum
Holz | Bau | Urban
Köln 17**

Großer Saal, Stand 408

Die KRAIBURG PuraSys GmbH & Co. KG gehört zur KRAIBURG Gruppe mit insgesamt ca. 2.000 Mitarbeitern. Als Hersteller von hochwertigen Produkten aus Polyurethan kooperieren wir mit der Automobilindustrie, der Bauindustrie, der Reha-, Gesundheits- und Freizeitbranche, sowie mit Schienenverkehrsbetrieben.

PURASYS **vibrafoam** ist ein zelliges Elastomer und besteht aus einem speziellen Polyetherurethan. Elastomerfedern werden im Maschinenbau sowie im Baubereich zur Schwingungsentkopplung eingesetzt. Sowohl als druck- als auch als schubbelastete Federn weisen PURASYS **vibrafoam**-Elastomere hervorragende Eigenschaften auf.

Für annähernd jeden Anwendungsfall stehen 13 Basistypen PURASYS **vibrafoam** SD 10 bis SD 1900 zur Verfügung. Die gewünschten Anforderungen können durch eine geeignete Auswahl der PURASYS **vibrafoam**-Typen, Auflagefläche und Bauhöhe leicht erfüllt werden.

PURASYS **vibradyn** ist ein geschlossenzelliges Elastomer und besteht aus einem speziellen Polyetherurethan. Dank seiner Struktur nimmt dieser Werkstoff nahezu keine Flüssigkeiten auf und kann somit auch im drückenden Grundwasser eingesetzt werden.

Für annähernd jeden Anwendungsfall stehen 5 Basistypen PURASYS **vibradyn** S 75 bis S 1500 zur Verfügung. Die gewünschten Anforderungen können durch eine geeignete Auswahl der PURASYS **vibradyn**-Typen, Auflagefläche und Bauhöhe leicht erfüllt werden.

KRAIBURG PuraSys GmbH & Co. KG

Porschestraße 1 · D-49356 Diepholz · Fon +49 (0) 5441. 5954-58 · Fax +49 (0) 5441. 5954-758

luisa.bode@kraiburg-purasys.com · www.purasys.com



Holzbau gestalten.

Brand-, Schallschutz und Design mit Niveau:

Gebäudeklassen 4 und 5 mit Brettsperrholz-Rippenelementen made of LIGNO®.



Linke Spalte, von oben nach unten:
 Stadthäuser in Lauchringen (1. und 2. Bild, im Bau) – LIGNO Decken, Wände – Architektur: Jörg Kaiser, Lauchringen //
 Mehrfamilienhaus in Lörrach – LIGNO Deckenbauteile – Architektur: wilhelm und hovenbitzer freie architekten, Lörrach /
 Foto: Dieter Ertel, Weitramsdorf // Mehrfamilienhaus in Ziefen CH – LIGNO Decken, Wände / Architektur: arco plus AG,
 Rheinfelden CH

Mittlere Spalte:
 Mehrfamilienhaus in Lörrach – LIGNO Decken – Architektur: wilhelm und hovenbitzer freie
 architekten, Lörrach / Foto: Lignotrend

Rechte Spalte:
 Stadthäuser in Lauchringen (im Bau) – LIGNO Decken, Wände – Architektur: Jörg Kaiser, Lauchringen //
 Mehrfamilienhaus in Tiengen – LIGNO Deckenbauteile – Architektur: Rolf Boll, Holzbau Bruno Kaiser, Bernau /
 Foto: Dieter Ertel, Weitramsdorf

LIGNOTREND Produktions GmbH
 Landstrasse 25 D-79809 Weilheim
 Tel.: +49 (0)7755 9200-0
www.lignotrend.com

LIGNO ■ TREND®

Für eine nachhaltige Holz-Baukultur.

Intelligente Luftdichtung

- ✓ Feuchtevariabler Diffusionswiderstand mit mehr als 100-facher Spreizung
- ✓ Im Winter diffusionsdichter, für hohen Feuchteschutz
- ✓ Rücktrocknung im Sommer: s_d -Wert 0,25 m

Feuchteaktive Außendichtung

- ✓ Hochdiffusionsoffen
- ✓ Gleichzeitig besonders wasserdicht
- ✓ Besonders alterungsbeständig und thermostabil



Maximale Sicherheit vor Bauschäden und Schimmel

100X
feuchtevariabel
 s_d 0,25 - >25 m

MOLL
baubiologische
Produkte GmbH
"WISSEN 2017"
Z-9.1-853

Feuchtevariable Dampfbremse
- Applikation INTELO zur
Vermeidung von Schimmel
- DIN EN 12542-2

INTELO® PLUS
Hochleistungs-Dampfbremse
Für maximale Sicherheit
Feuchtevariabler s_d -Wert
0,25 bis >25 m

100 JAHRE KLEBKRAFT
✓ erfolgreich getestet
✓ weltweit einzigartig
TESCON VANA 1 TESCON NAL 1 LINE TAPE
www.proclima.de/100jahre

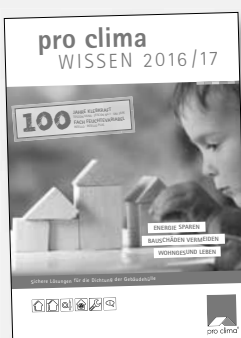
TESCON® Vana
Allround-Klebeband
Für Bahnenüberlappungen und
Anschlüsse an glatte, nicht
mineralische Untergründe innen
und außen

ORCON®
Allround-Anschlusskleber
Für Anschlüsse an raue und
mineralische Untergründe
innen und außen

KAFLEX / ROFLEX
Dichtungs-Manschetten
Für den schnellen, einfachen
und sicheren Anschluss an
Kabel und Rohre innen und
außen

SOLITEX MENTO® Serie
Unterdeckbahnen neuester
Technologie mit porenfreier,
monolithischer Membran und
aktivem Feuchttransport

Aktiver
Feuchttransport



FORDERN SIE KOSTENFREI AN:

pro clima „WISSEN 2016/17“

Das neue Planungshandbuch mit über
400 Seiten Bauphysik, Details, Systemen,
Produkten, Magazin, Service uvm.

Fon: +49 (0) 62 02 - 27 82.0
Fax: +49 (0) 62 02 - 27 82.21
info@proclima.de

www.proclima.de

... und die Dämmung
ist perfekt



ORCA AVA bringt Sie zum Ziel!



© 1990-2017 by ORCA Software GmbH • Alle Rechte vorbehalten
Bildnachweis: © AllentForce - Fotolia.com

Ausschreibung
Vergabe
Abrechnung

durchgängiges
Kostenmanagement

Testen Sie jetzt, wie gut ORCA AVA zu Ihnen passt.
Kostenlos – unverbindlich.

www.orca-software.com/ava



ORCA Software GmbH • Georg-Wiesböck-Ring 9 • 83115 Neubeuern • orca-software.com • ausschreiben.de • info@orca-software.com



Zwei, die auf Nachhaltigkeit bauen.



Die emissionsarme Holzwerkstoffplatte **LivingBoard** ist die ideale Wahl für den wohngesunden Holzrahmen- und Innenausbau. Die Faserplatte **StyleBoard MDF.RWH** eignet sich perfekt als diffusionsoffene Unterdeckung für Dach und Wand. Beide Boards sind 100% formaldehydfrei und feuchtebeständig PU-verleimt. Mehr Informationen auf www.pfleiderer.com

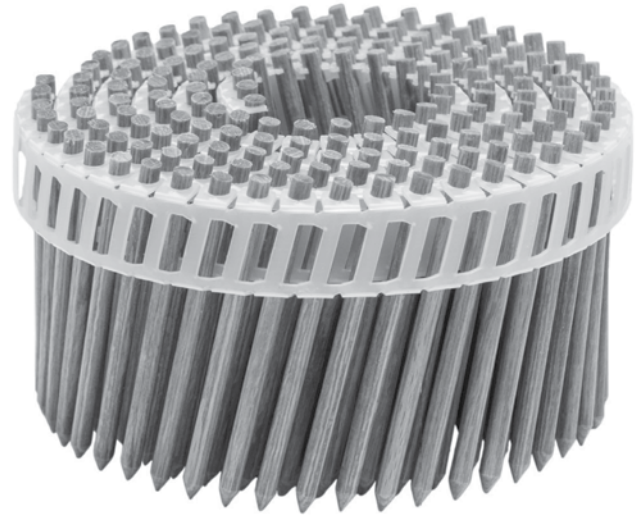
DUROPAL

thermopal

PFLEIDERER

LIGNOLOC®

Der erste magazinierte Nagel aus Holz



LignoLoc® ist der erste schießbare Holznagel für den zukunftsorientierten Einsatz in der industriellen Fertigung und im ökologischen Holzbau (u. v. m.).

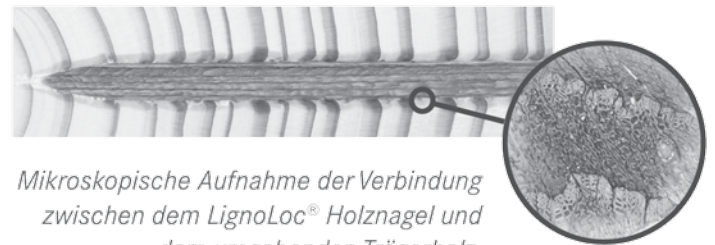
LignoLoc® Holznägel werden aus heimischem Buchenholz gefertigt und haben eine maximale Zugfestigkeit im Bereich von Aluminiumnägeln. Durch ihre mechanischen Eigenschaften können die Nägel ohne Vorbohren mit dem FASCO LignoLoc® Druckluftnagler in Konstruktionsvollholz eingeschossen werden und verbinden sich unlösbar mit diesem.

Die LignoLoc® Holznägel überzeugen gegenüber Verbindern aus Aluminium oder Stahl dadurch, dass sie weder punktuelle Wärmebrücken bilden noch Korrosionsspuren am Holz hinterlassen. Soll das Werkstück noch nachträglich bearbeitet werden, reduziert sich der Werkzeugverschleiß deutlich.

Hohe Haltekraft durch Holzschweißen

LignoLoc® „verschmilzt“ mit dem Umgebungsholz, das wurde auch von Wissenschaftlern der Universität Hamburg mittels UV-Scanning der Zellstruktur nachgewiesen werden.

Durch die spezielle Ausprägung der LignoLoc® Nagelspitze und die hohe Hitze, die durch Reibung beim Eintreiben des Nagels entsteht, verschmilzt das Lignin des Holznagels mit dem des Umgebungsholzes zu einer stoffreinen Verbindung.



Mikroskopische Aufnahme der Verbindung zwischen dem LignoLoc® Holznagel und dem umgebenden Trägerholz.

- Einfache und schnelle Verarbeitung mit pneumatischen FASCO Nagelgeräten
- Nahezu keine Wasseraufnahme, dadurch keine Ausdehnung
- Maximale Haltekraft durch Holzschweißen
- Beständig gegen Pilzbefall
- Keine Korrosionsspuren oder Streifenbildung am Holz
- Deutlich schneller installiert als Holzdübel
- Kein Vorbohren
- Kein Holzleim notwendig
- Weniger Werkzeugverschleiß beim nachträglichen Zuschneiden von genagelten Holzelementen



BECK Fastener Group
Raimund Beck Nageltechnik GmbH
Raimund-Beck-Str. 1
5270 Mauerkirchen | ÖSTERREICH

Ansprechpartner: Dipl.Ing. Stefan Siemers
Telefon: +43 7724 2111 0
E-Mail: siemers@beck-fastener.com

[beck]
FASTENER GROUP
www.beck-fastener.com

RAMPA®

MUFFEN - SCHRAUBEN

RAMPA®



Typ BL

RAMPA®

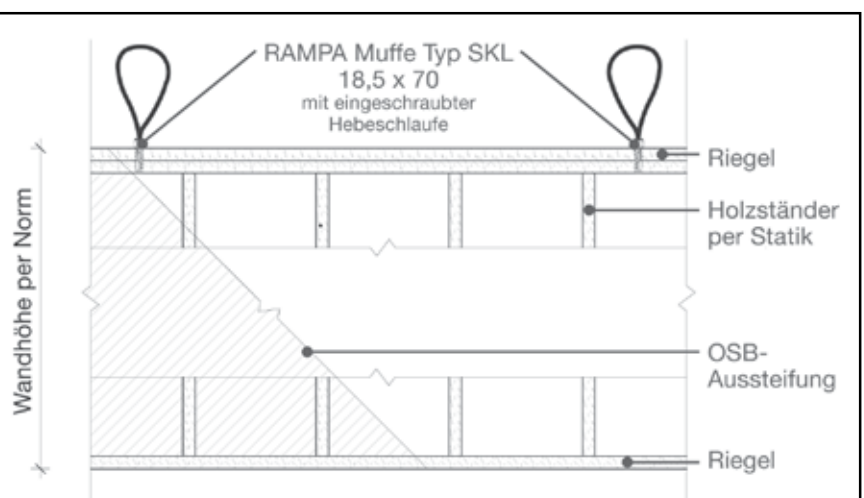


Typ SKL

Hebeeinrichtung für vorgefertigtes Wandelement



Foto: Lignatur



HANS BRÜGMANN GMBH & CO.
Schraubenfabrik

Auf der Heide 8 · 21514 Büchen · Deutschland
Tel. +49 (0) 4155 / 81 41-0 · Fax: -80
www.rampa.de · mail@rampa.de

Im Jahre 1983 begannen J. **Schlemper** + T. **Schucht** mit der Entwicklung einer Software zur Arbeitserleichterung für den rechenintensiven Abbund. Aus den Anfängen auf einem C64-Computer entstand eine der führenden Lösungen im Bereich 3D-CAD/CAM Holzbau-Software - 2016 feierte die S+S Datentechnik für den Holzbau GmbH ihr 30-jähriges Firmenjubiläum.

S+S Anwender erhalten eine durchgängige, professionelle 3D-CAD / CAM-Lösung für die Entwurfs-, Genehmigungs-, Produktions- und Montageplanung. Alle verfügbaren Module sind dabei auf einem selbstentwickelten Programmkern aufgesetzt. Das Resultat: eine Datenverarbeitung der kurzen Wege ermöglicht sowohl die schnelle Erstellung wie auch Veränderung von Bauvorhaben. Alternative Ansätze können geprüft und beurteilt werden, auch hinsichtlich der Auswirkungen auf die Kosten, die 3D-visuelle Beurteilung eines Entwurfs aus jedem Blickwinkel hilft Design- und Konstruktionsfehler zu vermeiden. Ist der „Haken dran“, erfolgt die schnelle Ausgabe von Arbeits- und Fertigungszeichnungen.

Die **S+S** Datentechnik GmbH ist nicht nur Lieferant eines „Werkzeugs“ sondern vielmehr ein Partner, der den Anwender begleitet und diesem ein umfangreiches Support- und Schulungsprogramm bietet.

Unsere Kunden finden kompetente Ansprechpartner, wenn es darum geht, Lösungen zu Problemen aus der täglichen Praxis zu finden oder Anregungen und Vorschläge einzubringen. Der Dialog mit den Anwendern bewährt sich täglich aufs Neue und

begründet das hohe, an der Praxis orientierte Niveau unserer Produkte.

Dieses Niveau wird gesichert durch regelmäßige Mitarbeiterschulungen - im Service wie in der Programmierung, durch den Einsatz der neuesten Developer-Tools von Microsoft und das Vorhalten stets aktueller Hardware- und Kommunikationsausstattung.

Ob Dachkonstruktionen oder Objekte im Holzrahmenbau, Fachwerk-, Blockbohlen- oder Ingenieur-Holzbau - **ABBUND** steht mit seinen diversen Modulen und Leistungsfunktionen für absolute Flexibilität und rationelles Arbeiten. Mit der leicht zu erlernenden 3D-CAD/CAM-Software sind Bauvorhaben rasch und valide, vollumfänglich und fertigungsoptimiert konstruiert. Das „Kernprogramm“ kann sinnvoll ergänzt werden um **ConCAD** - ein Modul für das unlimitierte + freie Konstruieren im 3-dimensionalen Raum, um **OpenIN** - zur Platzierung beliebiger Projekte (ein- oder mehrfach) in andere Abbund-Projekte oder um **DesignDesk** das Modul zur freien, individuellen Gestaltung von Bau- und Konstruktionsplänen unter Nutzung aller von Abbund bereitgestellten Zeichnungen, Listen und Visualisierungen. Neben zahlreichen Im- und Export-Schnittstellen sind Steuerungen für die Holzbau-Maschinen aller Hersteller verfügbar, angeführt seien hier z.B. die Firmen *Hundegger, Weinmann, SCM, Essetre, Krüsi oder Randek*.

Nun ist **ABBUND** zwar primär ein Holzbauprogramm, aber die Umwandlung von Holzbauteilen in andere Materialien, z.B. Stahl, nebst notwendigem Zubehör ist sehr einfach zu

vollziehen. Profile und materialtypische Oberflächen werden dank der 3D-Funktion in allen erdenklichen Perspektiven der Konstruktion wiedergegeben. Die Leistungsfunktion 3D-CAM gewährleistet die Bearbeitung der gesamten Konstruktion im Raum. Parallel verschieben, Dimensionen ändern, freies Verlängern bzw. Verkürzen, Hart- oder Weichverschneidungen, die Verbindungen auch unterschiedlicher Hölzer: All dies geschieht in Echtzeit unter ständiger visueller Kontrolle bei automatischer Mengenermittlung als Basis für eine genaue Kostenanalyse in jeder Phase des Entwurfs.

2014 hat S+S als erster 3D-CAD/CAM Anbieter eine völlig neue, nach ergonomischen Gesichtspunkten gestaltete Benutzeroberfläche entwickelt, die wahlweise eine unlimitierte Bedienung mit zehn Fingern oder mit Maus und Tastatur erlaubt,



Neu in 2017 ist u.a.:

- DWG Im- und Export
- IFC-Schnittstelle
- intuitives Kontextmenü zur Holzbearbeitung ohne Umweg
- optimierte Massenermittlung
- u.v.m.

S+S Datentechnik für den Holzbau GmbH

Bensberger Str. 252
D-51469 Bergisch Gladbach
Tel: +49-(0)2202-969550
www.abbund.com
info@abbund.com

SFS intec

Wirtschaftlich. Kreativ. Leistungsfähig. Komplette Befestigungs- sortimente für den Holzbau.

Jetzt NEU!

Mit den innovativen und nachhaltigen Befestigungssystemen von SFS intec können Sie als Architekt, Ingenieur oder Holzbauer außergewöhnliche Konzepte kostengünstig und effizient umsetzen – ohne dabei Kompromisse in puncto Sicherheit und Ästhetik eingehen zu müssen.

Einen besonderen Service bieten die ausführlichen Planungsunterlagen von SFS intec. Abgestimmt auf die unterschiedlichen Anwendungen ermöglichen sie die einfache und sichere Bemessung zur Realisierung Ihrer Projekte.

Das Angebot von SFS intec umfasst die unterschiedlichsten Befestigungslösungen:

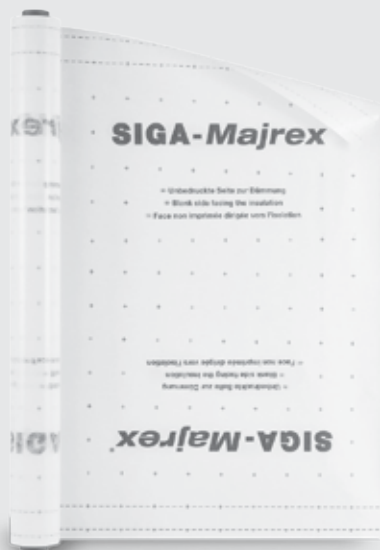
- Leistungsstarke Doppelgewindebefestiger
- Einzigartige Vollgewindebefestiger
- Selbstbohrendes Stabdübelsystem
- Große Auswahl an Teilgewindebefestigern
- Schraubanker zur Befestigung von Holz an Beton





SIGA⁺ 1966

SIGA ist führend in der Entwicklung, der Produktion und dem Vertrieb von wohngiftfreien Hochleistungsprodukten für eine luft- und winddichte Gebäudehülle. Rund 400 Mitarbeitende streben in über 20 Ländern nach einer Welt mit Gebäuden ohne Energieverlust.



Majrex[®] – die sichere Dampfbremse für jede Konstruktion

Die patentierte Dampfbremse SIGA-Majrex mit Hygrobrid[®]-Technologie ermöglicht den kontrollierten Feuchtetransport in eine Richtung und bietet erhöhte Sicherheit in jeder Konstruktion.



Neubau



Flach- und Steildach



Sanierung

Stick with us.

sigaswiss

Stora Enso Division Wood Products

Stora Enso ist ein führender Anbieter von nachhaltigen Lösungen für die Bereiche Verpackung, Biomaterialien, Holz und Papier auf globalen Märkten. Unser Ziel ist es, Materialien auf fossiler Basis durch Innovation und Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen auf der Basis von Holz und anderen erneuerbaren Materialien zu ersetzen. Das Unternehmen erwirtschaftete 2016 mit rund 25 000 Mitarbeitern/innen in mehr als 35 Ländern einen Umsatz von 9,8 Milliarden EUR. Die Stora Enso-Aktien werden an den Börsen von Helsinki und Stockholm gehandelt.

Die Division Wood Products bietet vielseitige holzbasierte Lösungen für Bau- und Wohnzwecke an. Unsere Produktpalette deckt alle Bereiche urbanen Bauens ab und umfasst unter anderem Massivholzelemente, Holzkomponenten und Pellets. Unser Angebot wird durch eine Reihe von Schnittholzprodukten abgerundet. Zu unseren Kunden zählen vor allem Bau- und Tischlereiunternehmen sowie Groß- und Einzelhändler. Wood Products ist weltweit tätig und betreibt in Europa mehr als 20 Produktionseinheiten.

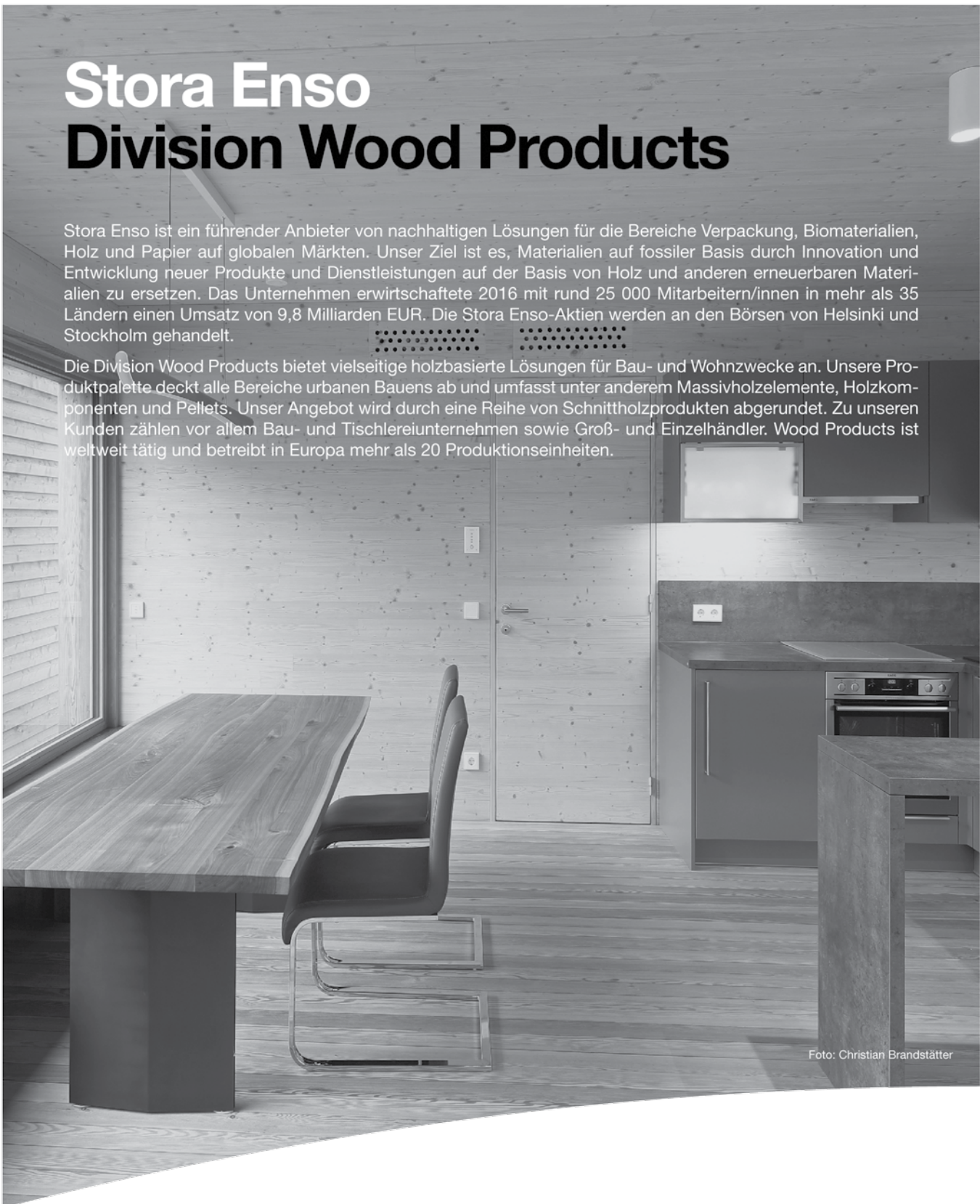
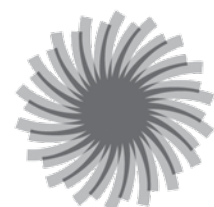


Foto: Christian Brandstätter

Kontaktieren Sie uns für mehr Informationen:

Stora Enso | Division Wood Products
Werk Pfarrkirchen
Tel. +49 8561 30050
Email: office.pfarrkirchen@storaenso.com
www.clt.info
www.storaenso.com

THE RENEWABLE MATERIALS COMPANY



storaenso

Holz in Bestform

 **SWISS KRONO**



SWISS KRONO **MAGNUMBOARD**[®] OSB

Das moderne Holzbausystem

- Präzise und massiv
- Wand-, Dach- und Deckenelemente fugenlos bis **18,00 m** x 2,80 m und von 75 bis 250 mm
- Berechenbarer Brandschutz
- Bauaufsichtlich zugelassen ETA-13/0784
- Komplett vorgefertigt direkt auf die Baustelle
- Schnelle und einfache Montage vor Ort
- Direkt beschichtbar

www.swisskrono.de

triviso[®] erp

Optimieren ist eine Daueraufgabe.

Profitieren Sie im gemeinsamen Gespräch von unserer langjährigen Erfahrung in der Branche.

Triviso ERP. Ihre Business-Software. Die Lösung.



Triviso AG
Hauptbahnhofstrasse 8
CH-4501 Solothurn
www.triviso.de



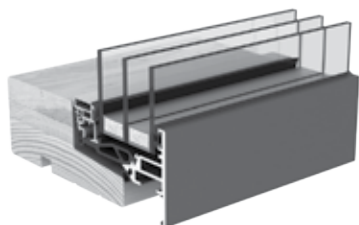
GEITNER HAUS, DÜSSELDORF

► Außergewöhnliche Architektur im konventionellen Umfeld mit VELFAC Design Fenstern

Großzügig und individuell bauen und sich doch harmonisch in ein gewachsenes Quartier einfügen – die Düsseldorfer Architekten Leona und Andreas Geitner haben die Herausforderung angenommen und einen großen Erfolg gelandet. Das Geitner Haus erhielt den 2. Platz beim Häuser Award 2012 und eine „Auszeichnung guter Bauten“ des BDA Düsseldorf 2014.

Die schlichte elegante Fassade wurde in Holzrahmenbauweise realisiert, die Struktur der einfachen sägerauen Bretter scheint durch eine dunkel lasierte Fichtenholzverkleidung hindurch. Je nach Lichteinfall changiert das Gebäude zwischen dunklem Anthrazit und silbrigem Grau. VELFAC Design Fenster wurden u.a. wegen der schmalen Ansichtsprofile sowie der möglichen bündigen Ausführung in der Fassade gewählt.

VELFAC 200 ENERGY – das originale Designfenster



Die **VELFAC 200 ENERGY**-Serie mit sehr schlanken Profilen und effektiven Energielwerten bietet ein elegantes und zeitloses Design, das sich besonders für Neubauten und die Sanierung von Häusern aus den 1960ern bis 1980ern eignet.

FAKTEN:

- **Objekt/Standort:** Drosselweg 6, 40489 Düsseldorf
- **Bauherr:** Leona Geitner, Dipl.-Ing. Architektin BDA, Andreas Geitner, Dipl.-Ing. Architekt BDA, Düsseldorf
- **Architekt:** Geitner architekten, Düsseldorf
- **Website des Büros:** www.geitnerarchitekten.de
- **Auszeichnung:** Häuser Award 2012 – 2. Platz in der Kategorie "Die besten kostengünstigen Einfamilienhäuser" Auszeichnung guter Bauten des BDA Düsseldorf 2014

VELFAC 200 ENERGY

- 3-fach verglastes Designfenster mit schmalen Rahmen
- Minimalistisches Design - einfach und elegant
- "Schwebender" Flügel im Mauerwerk dank zurück gezogener Fuge
- Fest- und Öffnungsflügel mit gleicher Ansicht
- Eingebautes Sicherheitspaket
- Umfassendes Testprogramm in Bezug auf Haltbarkeit, Stabilität und Dichtigkeit
- Uw-Werte bis zu 0,8 W/m²K

Wir geben Holz eine neue Dimension.



Hightech-Holz für Ihre Bauprojekte.

Unsere Stärke liegt in der Produktion von anspruchsvollen Dachkonstruktionen und passgenauem Massivholz (X-LAM).

HOLZLEIMBAU
DERIX

Dam 63
41372 Niederkrüchten
T. (0 21 63) 89 88-0

HOLZLEIMBAU
**POPPENSIEKER
DERIX** |||||

Industriestraße 24
49492 Westerkappeln
T. (0 54 56) 93 03-0



Weitere Informationen
und Referenzen unter:
www.derix.de